

Тактика шунтирования коронарных артерий с умеренными (менее 75%) сужениями в составе многососудистого поражения при прямой реваскуляризации миокарда

Т.Р. Рафаели*, И.В. Исаева, А.Н. Панков, А.Л. Родионов, С.А. Глембо, Р.Ю. Попов, А.В. Степанов, Д.А. Асадов, А.А. Киряев, Х.И. Минджия, Т.Р. Джорджикия
ГБУЗ «Научно практический центр интервенционной кардиоангиологии ДЗ г. Москвы», Москва, Россия

До сих пор нет четкого определения тактики реваскуляризации КА с некритическими (менее 75%) сужениями в составе многососудистого поражения при прямой реваскуляризации миокарда. Нет клинико-ангиографически доказанных результатов, указывающих, при каком минимальном стенозе КА целесообразно применение внутренней грудной артерии (ВГА) с надеждой на характерную для данного кондуита долгосрочность. Работа основана на ретроспективном (в среднем $6,4 \pm 1,8$ мес) анализе дооперационных и отдаленных послеоперационных данных КАГ 567 больных, которые были разделены на группы в зависимости от степени сужения и типа кондуита. Доказано преимущество венозных кондуитов перед ВГА для реваскуляризации КА с изолированным сужением $\leq 70\%$. Определена тактика реваскуляризации при наличии критического, проксимально расположенного сужения в одном сосуде в сочетании с отсутствием резкого сужения между ним и другим сосудом того же бассейна.

Ключевые слова: реваскуляризация миокарда, маммарная артерия, венозный шунт, некритический стеноз, коронароангиография в отдаленном периоде, конкурентный кровоток, редукция шунта, тактика реваскуляризации миокарда.

Введение

Прямая реваскуляризация миокарда является методом выбора (класс IA по классификации ЕАК 2010) лечения ишемической болезни сердца при многососудистых поражениях коронарных артерий (КА) (1, 2), поражении ствола левой КА (ЛКА) (1, 3, 4), диабете (5, 6) и в ряде других случаев (7, 8). Дальнейшее улучшение результатов прямой реваскуляризации невозможно без правильного понимания тактических погрешностей. Для этого необходимо провести тщательный анализ причин несостоятельности шунтов в каждом конкретном случае.

Несмотря на то что в современной литературе много сообщений о преимуществе артериальных кондуитов перед венозными, полная артериальная реваскуляризация выполняется лишь в 3–4% случаев (9). Клинико-экспериментальные исследования, посвященные отдаленным результатам, указывают на большую зависимость функ-

ционального состояния артериальных шунтов от степени сужения КА (10).

В настоящее время доказана полная бессмысленность применения лучевой (ЛА) и желудочно-сальниковой (ЖСА) артерий при сужениях КА менее чем на 85% (23, 24). В подобных ситуациях они уже в раннем послеоперационном периоде спазмируются, прекращают нормальное функционирование и оккюзируются (25).

Относительно ВГА до сих пор нет четкого определения, при каком минимальном стенозе КА целесообразно ее применять с надеждой на характерную для данного кондуита долгосрочность. Одни авторы предлагают применять ВГА для шунтирования КА даже при умеренных (50–70%) стенозах с целью «профилактики» ишемии миокарда при возможном дальнейшем увеличении степени сужения (27). В других исследованиях (10, 11) показано, что ВГА, как и другие артериальные кондуиты, тоже подвержена спазму и оккюзии при шунтировании КА с некритическими сужениями.

До сих пор в литературе нет четкого определения тактики реваскуляризации двух или более сосудов одного бассейна с разными степенями (критическое и некритическое) сужения. Исходя из вышеизложенного, с целью уточнения хирургической такти-

* Адрес для переписки:

Рафаели Теймураз Рафаилович
Научно-практический центр интервенционной кардиоангиологии
Россия, 101000, Москва, Сверчков пер., 5
Тел. +7-495-624-96-36, факс +7-495-624-67-33
E-mail: rafaeli50@yandex.ru
Статья получена 16 апреля 2014 г.
Принята к публикации 2 июня 2014 г.

Таблица 1. Состояние шунтов при реваскуляризации КА с сужением менее 75%

Функция	Всего	+	-
Артерии	78 (70,9%)	45 (57,7%)	33 (42,3%)
Вена	32 (29,1%)	28 (87,5%)	4 (12,5%)
Итого	110 (100%)	73 (66,4%)	37 (33,6%)

Таблица 2. Результаты влияния дополнительного сужения в сосудах с некритическими стенозами на функциональную состоятельность кондуитов

Анатомия	Функция	+	-
+ ствол ЛКА	33 (42,3%)	29 (87,8%)	4 (12,1%)
+ плохой сосуд	8 (10,3%)	7 (87,5%)	1 (12,5%)
Изолированное сужение	37 (47,4%)	9 (26,7%)	28 (75,7%)
Итого	78 (100%)	45 (57,7%)	33 (42,3%)

ки и оптимизации результатов коронарного шунтирования мы поставили задачу изучить сравнительную функциональную адекватность ВГА и большой подкожной вены (БПВ) в отдаленном периоде при реваскуляризации сосудов с сужением менее 75% в составе многососудистого поражения.

Работа основана на ретроспективном анализе дооперационных и отдаленных послеоперационных данных коронароангиографии (КАГ) в зависимости от степени сужения и типа кондуита.

Материал и методы

Отделение сердечной хирургии НПЦ интервенционной кардиоангиологии ДЗ г. Москвы к 31.12.2013 располагает опытом более 1500 операции прямой первичной реваскуляризации миокарда. Летальность в среднем составила $1,4 \pm 0,3\%$. Все операции выполнялись в условиях искусственного кровообращения и модифицированной в нашем центре "кустодиоловой" кардиоплегии. Количество шунтов на 1 больного в среднем составило $2,92 \pm 0,7$. В 96% случаев была использована хотя бы одна ВГА. В качестве второго кондуита в основном применяли БПВ (99%).

Оценка состояния КА производилась на основании количественного анализа данных КАГ. Показанием к реваскуляризации считали наличие сужения на коронароангиограмме $\geq 70\%$.

Всем больным независимо от их клинического состояния предлагалось провести контрольное КАГ-обследование спустя 6 мес после операции. Таким образом, в сроки от 6 мес до 9,5 лет (в среднем $6,4 \pm 1,8$ мес) были обследованы 567 больных.

Нерезкими считали сужения $< 75\%$. Функция шунта считалась удовлетворительной в случае антеградного заполнения шунта

и КА при отсутствии сужения в любом участке кондуита $\geq 70\%$. Неудовлетворительными были признаны следующие состояния: а) окклюзия шунта с отсутствием антеградного кровотока, б) наличие выраженного сужения в любой части тела шунта и/или в любом конце анастомоза $\geq 70\%$, в) так называемые состояния String Sign (при селективной КАГ ВГА контактируется на всем протяжении, но имеет диаметр менее 1 мм).

Учитывая анатомо-физиологические различия между ВГА и БПВ, больные были разделены на 2 группы в зависимости от типа шунта (артерия, вена), на 2 группы в зависимости от их функционального состояния и еще на 2 группы в зависимости от степени стеноза ($> 75\%$ и $< 75\%$).

Некритические сужения в реваскуляризованных КА были выявлены у 110 (19,4%) больных. Учитывая, что предметом нашего исследования является изучение состояния каждого выполненного шунта, расчеты велись исходя из количества реально выполненных анастомозов. Таким образом, у 567 больных были реваскуляризованы 1544 сосуда. Соответственно доля некритических стенозов составила 7,1%. В 78 (70,9%) случаях для шунтирования была использована ВГА и в 32 (29,1%) – БПВ.

При повторных КАГ-исследованиях из 1544 выполненных анастомозов удовлетворительная функция шунта была выявлена в 84,9% случаев. В то же время при реваскуляризации сосудов с некритическим стенозом шунты нормально функционировали лишь в 66,4% (у 73 больных) случаев ($p < 0,05$) (табл. 1). Следует отметить значительную разницу в состоятельности между артериальными и венозными шунтами (табл. 2). В то время как на общем материале адекватная функция ВГА наблюдалась в 86,7% случаев, среди данного контингента



Рис. 1. Пациент А. Критический стеноз ПМЖВ перед отхождением ДВ. Между двумя артериями нет значимого стеноза. Выполнено МКШ ЛВГА *in situ* ПМЖВ, АКШ аутовеной к ДА.

таковая наблюдалась лишь в 57,7% случаев (45 шунтов, $p > 0,01$). Нормальное состояние венозных шунтов было отмечено в 87,5% (28 шунтов) случаев. Примерно также (82,8%) они функционировали на общем материале.

Анализ причин состоятельности шунтов из ВГА показал (см. табл. 2), что из 45 нормально функционирующих маммарных кондуитов в 36 (80%) случаях имелись дополнительные сужения, расположенные проксимальнее “основного” стеноза. При этом сочетанное сужение (более чем на 60%) ствола ЛКА было выявлено у 29 (64,4%) больных и в 7 (15,6%) случаях отмечалось дополнительное протяженное (более 1,5 см) сужение (50–60%) той же КА. Окклюзия и String Sign маммарных шунтов наблюдались в 63,6% (21 шунта) и в 36,4% (12 шунтов) случаев соответственно. В изолированных некритически суженных сосудах (37 больных) маммарные шунты нормально функционировали лишь в 9 (26,7%) случаях. Это и следует считать истинным влиянием нерезкого сужения на состоятельность ВГА в отдаленном периоде.

Исследования венозных шунтов при реваскуляризации КА с умеренным стенозом выявили противоположную картину. Независимо от региона реваскуляризации из 32 шунтов удовлетворительно функционировали 28 (87,5%). В 4 (12,5%) случаях была выявлена окклюзия шунта. Следует отметить, что при повторном КАГ-исследовании

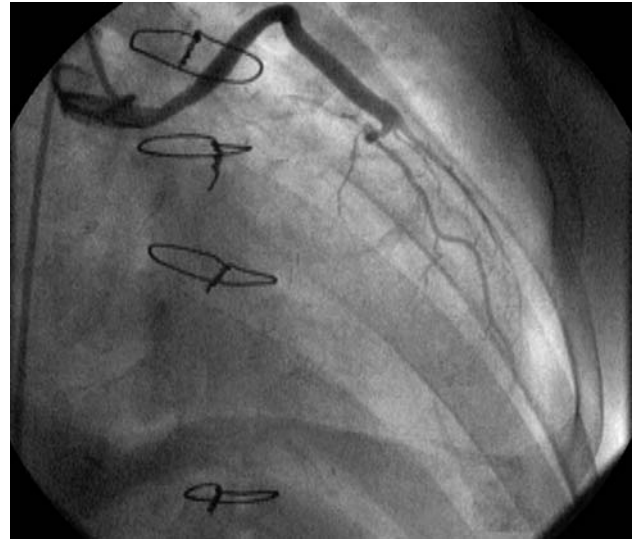


Рис. 2. Пациент А. Контрольная КАГ через 6 мес. Клиники стенокардии нет, выявлена удовлетворительная функция венозного шунта к ДА с забросом крови в ПМЖВ.



Рис. 3. Пациент А. МКШ ЛВГА *in situ* к ПМЖВ окклюзирован.

оказалось, что сужение сосуда стало (или, не исключено, было исходно) меньше и составило менее 60% при диаметре КА более 2 мм.

Отдельного рассмотрения требуют 5 случаев ятрогенно созданного венозным кондуитом конкурентного для ВГА кровотока при шунтировании соседнего сосуда одного бассейна с нерезким сужением (рис. 1). В результате маммарные шунты редуцировались и окклюзировались (рис. 2) при отличной функции венозных шунтов (рис. 3). В 3 случаях БПВ была шунтирована ДА

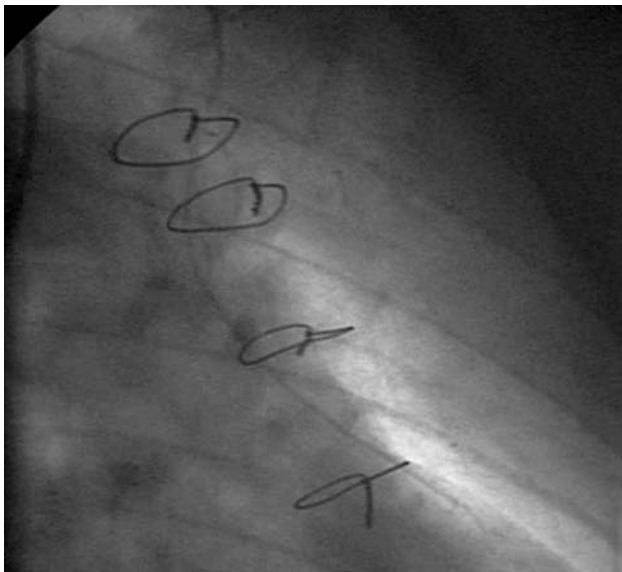


Рис. 4. Пациент Т. String Sign ЛВГА к ПМЖВ.

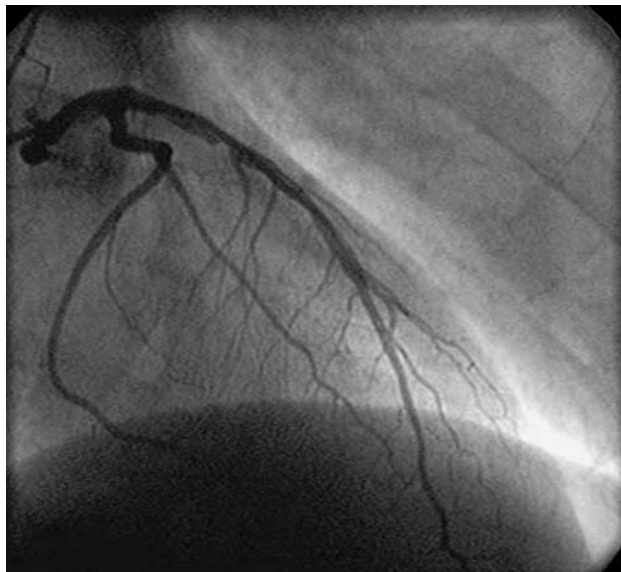


Рис. 5. Пациент Т. КАГ до операции. Стеноз проксимальной части ПМЖВ 75%.



Рис. 6. Пациент Т. При контрольной КАГ через 6 мес: нативное русло ПМЖВ, стеноз в проксимальной части до 70%.

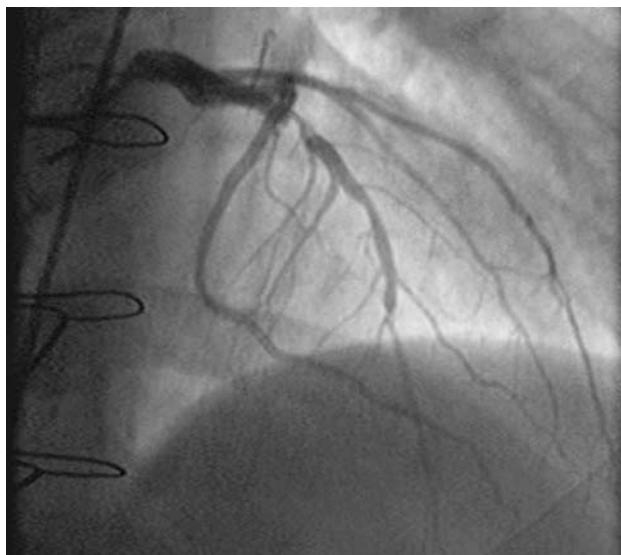


Рис. 7. Пациент Т. Через 12 мес пациенту выполнена контрольная КАГ. Выявлено: сужение ПМЖВ увеличилось до 85%.

с проксимальным сужением менее 70%, а ПМЖВ – ВГА при наличии ее резкого сужения выше отхождения ДА. Еще в одном случае маммарной артерией была шунтирована ИМА при стенозе ствола 85%, а ВТК – веней при сужении в проксимальной ее части до 70%. Еще в одном случае при критическом стенозе устья ОВ первая МА была реваскуляризирована с ВГА, а вторая – венозным кондуитом. Во всех случаях венозные кондуиты функционировали нормально, а ВГА окклюзировались.

Особо следует разобрать 2 случая, когда при первой контрольной КАГ, выполненной через 6 мес после операции, были явления

String Sign ВГА к ПМЖВ (рис. 4). При этом на дооперационной КАГ стеноз в проксимальной части ПМЖВ был равен 75% (рис. 5), а при контрольном обследовании составил всего 70% (рис. 6). В связи с вышеуказанными обстоятельствами больные были повторно контрольно обследованы спустя 6–7 мес. При этом в обоих случаях степень сужения ПМЖВ увеличилась (до 80% и 85% соответственно) (рис. 7), а маммарные шунты стали функционировать удовлетворительно (рис. 8).

Данные примеры являются ярким подтверждением мнения, что степень сужения и, как следствие этого, объем кровотока по нативной артерии при равных других условиях

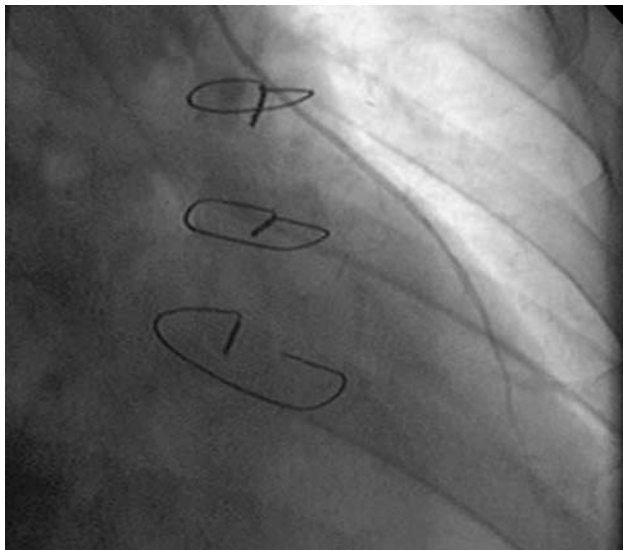


Рис. 8. Пациент Т. Через 12 мес пациенту выполнена контрольная КАГ. Выявлена удовлетворительная функция к ПМЖВ.

является определяющим фактором функционального состояния артериального шунта.

Обсуждение

Основное преимущество прямой реваскуляризации миокарда выражается в долгосрочности положительных результатов (12, 13).

Не вызывает сомнения, что дальнейшее улучшение эффективности прямой реваскуляризации миокарда в основном будет зависеть от правильного решения вопросов хирургической тактики. Любой другой подход будет дискредитировать данный метод и, что особенно важно, не приведет к желаемому эффекту для больного.

Если принять за аксиому, что шунтированию подлежат все сосуды с сужением более 70%, то окажется, что для артериальных шунтов данный закон не всегда приемлем. Уже доказана полная бессмысленность применения ЛА и ЖСА при сужениях менее 85–90% (23, 24).

Полученные нами результаты четко указывают на обратную пропорциональную зависимость между функциональным состоянием маммарных шунтов и степенью сужения нативной КА.

В основе этого крайне нежелательного явления лежат анатомия и физиология артериальных сосудов. В отличие от венозных кондуитов ВГА, ЛА и ЖСА в разной степени, но все-таки являются сосудами мышечного типа и подвержены ауторегуляции (16, 17). При некротических стенозах КА отсутствует требуе-

мая для сохранения функции артериального шунта необходимость в дополнительном кровотоке. В результате шунты спазмируются, редуцируют и/или оккюзируются (18).

Вместе с тем в артериальных шунтах в отличие от венозных всегда происходит потеря давления между проксимальной и дистальной частями. В условиях нерезкого стеноза давление в нативной артерии дистальнее сужения достаточно высокое. В результате снижается градиент давления между шунтом и КА. Вследствие этого уменьшается кровоток по кондуиту. Несложно представить себе ситуации, в которых он может стать даже реверсивным (18). Учитывая, что артерии работают по законам “потребности” в кровотоке, при вышеуказанных ситуациях они спазмируются. Именно это явление лежит в основе того факта, что данный феномен резче проявляется в ЛА и ЖСА, чем ВГА, из-за большей выраженности в них мышечного слоя и большей склонности к спазмированию. В своих очень интересных экспериментальных исследованиях Karapanos (2011) провел количественные анализы кровотока по шунту из ВГА в зависимости от степени сужения КА. Полученные результаты указывают, что при сужении менее чем на 70% кровоток по ВГА практически отсутствует, а при сужении менее 50% – он может стать реверсивным. Последнее может привести к синдрому обкрадывания кровотока по нативной артерии.

Редукцию маммарного шунта в случаях, когда соседний сосуд с нерезким сужением реваскуляризирован веной, мы объясняем следующей причинно-следственной цепочкой: 1) венозный шунт из-за большого диаметра и увеличенной пропускной способности дает кровоток примерно на 40–60% больше, чем маммарная артерии (19); 2) вследствие этого искусственно создается конкурентный кровоток в сосуде с маммарным шунтом; 3) ВГА редуцируется и/или оккюзируется. Наши данные перекликаются с результатами, представленными J.F. Sabik III и соавт. (17).

Нет сомнений, что функциональное состояние шунтов – многофакторное явление и определяется как анатомией самой нативной артерии (степень и распространенность поражения, диаметр сосуда, состояние периферии и т.д.), так и гемодинамическими нарушениями в ней.

Однако при некротических стенозах, ориентируясь лишь на степень сужения КА, хирург должен решать: 1) какой шунт приме-

нить в каждом конкретном случае; 2) шунтировать или нет так называемый второй сосуд; 3) если шунтировать, то каким кондуитом (артериальным или венозным).

Полученные нами результаты отчетливо показывают, что ВГА при шунтировании КА с изолированным сужением < 75% функционирует плохо. При этом надо помнить, что так называемое профилактическое шунтирование КА (22, 27) может стать причиной вторичного ее повреждения вследствие прогрессирования сужений в проксимальном, от анастомоза, направлении (22). При нефункционирующем шунте это может вызвать повторную и нередко фатальную острую коронарную недостаточность.

Особую важность максимальная точность диагностики степени стеноза приобретает при необходимости шунтирования двух соседних однобассейновых артерий при отсутствии между ними резкого стеноза. В таких случаях венозный шунт в силу своих анатомо-гемодинамических характеристик может быть причиной создания ятрогенного конкурентного кровотока в соседней, шунтированной маммарной артерией КА и как следствие стать причиной ее функциональной несостоятельности. Учитывая, что через ВГА происходит ревазуляризация более значимого сосуда, становится очевидной опасность данной тактической погрешности. Эта опасность особенно усугубляется в случае, когда вторым сосудом является ПМЖВ при ее резком проксимальном сужении и/или при критическом сужении ствола. На это отчетливо указывают полученные нами результаты, а также и сообщения Kawamura (2008), H. Nordgaard (18).

На основании вышеизложенного становится очевидно, что отправной точкой в определении тактики ревазуляризации должно являться максимально объективное представление степени гемодинамических нарушений в КА.

КАГ заслуженно считается “золотым стандартом” в изучении состояния КА. Именно на ее основании определяются показания к ревазуляризации миокарда. Однако в сомнительных случаях и/или при пограничных стенозах целесообразно проводить дополнительные исследования с применением прямых гемодинамических исследований кровотока в пораженных сосудах (резерв фракционного кровотока – РФК).

Много принципиально полезных сведений дают и внутрисосудистые ультразвуко-

вые исследования (ВСУЗИ) M.J. Kern (20), S.-J. Kang (21).

Таким образом, не вызывает сомнений, что прямая ревазуляризация миокарда является методом выбора первой степени при многососудистых поражениях. Она выполняется с надеждой на ее долгосрочность. Поэтому правильное понимание факторов, влияющих на функциональное состояние шунтов в отдаленном периоде, является единственно верным путем к достижению этой цели. Полученные нами результаты в совокупности с объективным анализом литературных данных доказывают, что:

1) применение ВГА для ревазуляризации КА с изолированным сужением $\leq 70\%$ бессмысленно из-за высокой вероятности развития редукции и окклюзии шунта;

2) при ревазуляризации некритических стенозов методом выбора должны быть венозные кондуиты;

3) при наличии КАГ-картины, указывающей на необходимость шунтирования двух соседних однобассейновых артерий, при отсутствии между ними резкого стеноза, для уточнения степени межсосудистого сужения целесообразно провести дополнительные исследования (ВСУЗИ, РФК);

4) при отсутствии резкого сужения между сосудами следует воздержаться от ревазуляризации менее значимого сосуда с обязательным последующим наблюдением за состоянием пациента и КА (повторные КТ, КАГ) и, при необходимости, выполнить “отсроченную гибридную” эндоваскулярную процедуру.

Список литературы

1. Taggart D.P., Thomas B. Ferguson Lecture. Coronary artery bypass grafting is still the best treatment for multivessel and left main disease, but patients need to know. *Ann. Thorac. Surg.* 2006, 82, 1966–1975.
2. Hueb W., Lopes N.H., Gersh B.J. et al. Five-year follow-up of the Medicine, Angioplasty, or Surgery Study (MASS II): a randomized controlled clinical trial of 3 therapeutic strategies for multivessel coronary artery disease. *Circulation.* 2007, 115, 1082–1089.
3. Caracciolo E.A., Davis K.B., Sopko G. et al. Comparison of surgical and medical group survival in patients with left main equivalent coronary artery disease. Long-term CASS experience. *Circulation.* 1995, 91, 2335–2344.
4. Naik H., White A.J., Chakravarty T. et al. A meta-analysis of 3,773 patients treated with percutaneous coronary intervention or surgery for unprotected left main coronary artery stenosis. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2009, 2, 739–747.
5. Sedlis S.P., Morrison D.A., Lorin J.D. et al. Percutaneous coronary intervention versus coronary bypass graft surgery for diabetic patients with unstable angina and risk factors

- for adverse outcomes with bypass: outcome of diabetic patients in the AWESOME randomized trial and registry. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2002, 40, 1555–1566.
6. Kapur A., Hall R.J., Malik I.S. et al. Randomized comparison of percutaneous coronary intervention with coronary artery bypass grafting in diabetic patients. 1-year results of the CARDia (Coronary Artery Revascularization in Diabetes) trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010, 55, 432–440.
 7. Herzog C.A., Ma J.Z., Collins A.J. Comparative survival of dialysis patients in the United States after coronary angioplasty, coronary artery stenting, and coronary artery bypass surgery and impact of diabetes. *Circulation.* 2002, 106, 2207–2211.
 8. Ix J.H., Mercado N., Shlipak M.G. et al. Association of chronic kidney disease with clinical outcomes after coronary revascularization: the Arterial Revascularization Therapies Study (ARTS). *Am. Heart J.* 2005, 149, 512–519.
 9. Kurlansky P., Traad E., Malcolm J. et al. Thirty-year experience with bilateral internal thoracic artery grafting: where have we been and where are we going? *Wld J. Surg.* 2010, 34 (4), 646–651.
 10. Berger A., MacCarthy P.A., Siebert U. et al. Long-term patency of internal mammary artery bypass grafts: relationship with preoperative severity of the native coronary artery stenosis. *Circulation.* 2004, 110 (11, Suppl. 1): II36–40.
 11. Botman C.J. Does Stenosis Severity of Native Vessels Influence Bypass Graft Patency? A Prospective Fractional Flow Reserve–Guided Study. *Ann. Thorac. Surg.* 2007, 83, 2093–2097.
 12. Achouh P., Boutekadjirt R., Toledano D. et al. Long-term (5- to 20-year) patency of the radial artery for coronary bypass grafting. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2010, 140, 73–79.
 13. Sabik J.-F. III, Lytle B.W., Blackstone E.H. et al. Influence of patient characteristics and arterial grafts on freedom from coronary reoperation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2006, 131, 90–98.
 14. Locker C., Schaff H.V., Dearani J.A. et al. Multiple Arterial Grafts Improve Late Survival of Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Graft Surgery. Analysis of 8622 Patients With Multivessel Disease. *Circulation.* 2012, 126, 1023–1030.
 15. Apostolakis E. Is the use of at least one internal thoracic artery (ITA) directly associated with increased long-term cardiac-specific survival? *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2009, 35, 747–748.
 16. van Son J.A., Smedts F., Vincent J.G. et al. Comparative anatomic studies of various arterial conduits for myocardial revascularization. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1990, 99, 703–707.
 17. Sabik J.F. III, Blackstone H., Gillinov A.M. et al. Coronary Artery Bypass Graft Patency and Competitive Flow. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2008, 51, 126–128.
 18. Nordgaard H., Nordhaug D., Kirkeby-Garstad I. et al. Different graft flow patterns due to competitive flow or stenosis in the coronary anastomosis assessed by transit-time flowmetry in a porcine model. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2009, 36, 137–142.
 19. Walpoth B.H., Schmid M., Schwab A. et al. Vascular adaptation of the internal thoracic artery graft early and late after bypass surgery. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2008, 136 (4), 876–883.
 20. Kern M.J. Limitations of Angiographic Predictors of Bypass Graft Patency. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2008, 52, 886–887.
 21. Kang S.-J. Validation of Intravascular Ultrasound–Derived Parameters With Fractional Flow Reserve for Assessment of Coronary Stenosis Severity. *Circulation: Cardiovas. Intervent.* 2011, 4, 65–71.
 22. Mert M., Bakay C. Early and mid-term angiographic assessment of internal thoracic artery grafts anastomosed to non-stenotic left anterior descending coronary arteries. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2004, 52 (2), 65–69.
 23. Jeong D.S. Revascularization for the Right Coronary Artery Territory in Off-Pump Coronary Artery Bypass Surgery. *Ann. Thorac. Surg.* 2013, 96, 3, 778–785.
 24. Maniar H.S., Sundt T., Barner H. Impact of target stenosis and location on radial artery graft patency. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2002, 123, 45–52.
 25. Hwang H.J., Kim J.S., Kim K.B. Equivalency of Right Internal Thoracic Artery and Right Gastroepiploic Artery Composite Grafts: Five-Year Outcomes. *Ann. Thorac. Surg.* 2013, 96, 6, 2061.
 26. Loop F.D., Lytle B.W., Cosgrove D.M. et al. Influence of the internal-mammary-artery graft on 10-year survival and other cardiac events. *N. Engl. J. Med.* 1986, 314, 1–6.
 27. Mert M., Bakay C. Early and mid-term angiographic assessment of internal thoracic artery grafts anastomosed to non-stenotic left anterior descending coronary arteries. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2004, 52 (2), 65–69.