Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия
2021, Т. 14, №2, с. 155-161
https://doi.org/10.17116/kardio202114021155

Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery
2021, vol. 14, No. 2, pp. 155-161
https://doi.org/10.17116/kardio202114021155

Методы бимаммарной реваскуляризации миокарда

© А.И. ЮСУПОВ[1], В.В. ВИЦУКАЕВ[1], В.М. ЗАХАРЕВИЧ[2]

[1]ФГБУ «Федеральный клинический центр высоких медицинских технологий» ФМБА России, Химки, Россия;
[2]ФГБУ «НМИЦ трансплантологии и искусственных органов им. В.И. Шумакова» Минздрава России, Москва, Россия

Резюме

Ишемическая болезнь сердца является одной из основных причин смертности во всем мире. С момента выполнения первой операции коронарного шунтирования (КШ) в начале 1960-х годов она стала одной из наиболее часто выполняемых среди всех хирургических вмешательств. Полная аутоартериальная реваскуляризация миокарда улучшает как ближайшие, так и отдаленные результаты КШ. Среди всех артериальных трансплантатов преимущества внутренней грудной артерии при КШ признаны во всем мире и подтверждены отличными отдаленными результатами. При бимаммарном КШ вопрос использования внутренних грудных артерий в виде трансплантатов (in situ или в качестве композитных «Y»- или «T»-графтов) до сих пор остается дискутабельным. В данной статье представлены исторические сведения, а также анализ современной литературы, посвященной методикам бимаммарной реваскуляризации миокарда.

Ключевые слова: *реваскуляризация миокарда, бимаммарное шунтирование.*

Информация об авторах:
Юсупов А.И. — https://orcid.org/0000-0003-1884-6349
Вицукаев В.В. — https://orcid.org/0000-0002-5588-8727
Захаревич В.М. — https://orcid.org/0000-0002-4144-2015
Автор, ответственный за переписку: Юсупов А.И. — e-mail: doc.yusupov@mail.ru

Как цитировать:
Юсупов А.И., Вицукаев В.В., Захаревич В.М. Методы бимаммарной реваскуляризации миокарда. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2021;14(2):155–161. https://doi.org/10.17116/kardio202114021155

Bilateral internal mammary artery grafting

© A.I. YUSUPOV[1], V.V. VITSUKAEV[1], V.M. ZAKHAREVICH[2]

[1]Federal Clinical Center of High Medical Technologies, Khimki, Russia;
[2]Shumakov National Research Center of Transplantology and Artificial Organs, Moscow, Russia

Abstract

Coronary artery disease is one of the leading causes of mortality worldwide. Since the first coronary artery bypass grafting (CABG) in the early 1960s, surgery became one of the most common procedures. Total autoarterial revascularization improves immediate and long-term outcomes of CABG. Among all arterial grafts, the benefits of internal mammary artery (IMA) were recognized worldwide and confirmed by excellent long-term results. The choice of IMA in situ or composite «Y» or «T» grafts is still debatable. This review is devoted to technical aspects of bilateral internal mammary artery grafting.

Keywords: *coronary artery bypass grafting, bilateral internal mammary artery grafting.*

Information about the authors:
Yusupov A.I. — https://orcid.org/0000-0003-1884-6349
Vitsukaev V.V. — https://orcid.org/0000-0002-5588-8727
Zakharevich V.M. — https://orcid.org/0000-0002-4144-2015
Corresponding author: Yusupov A.I. — e-mail: doc.yusupov@mail.ru

To cite this article:
Yusupov AI, Vitsukaev VV, Zakharevich VM. Bilateral internal mammary artery grafting. *Russ. Jour. of Card. and Cardiovasc. Surg. = Kard. i serd.-sosud. khir.* 2021;14(2):155–161. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/kardio202114021155

Полная аутоартериальная реваскуляризация миокарда улучшает ближайшие и отдаленные результаты коронарного шунтирования (КШ) [1, 2]. Среди всех артериальных трансплантатов преимущества внутренней грудной артерии (ВГА) при КШ признаны во всем мире и подтверждены отличными отдаленными результатами [3, 4]. В 1986 году в своем исследовании F. Loop и соавт. [5] показали, что использование левой ВГА (ЛВГА) при шунтировании пе-

редней нисходящей артерии (ПНА) значительно улучшает 10-летнюю выживаемость. С тех пор использование ЛВГА в качестве трансплантата к ПНА признано «золотым стандартом» коронарного шунтирования [5]. Только на основании этого факта частота выполнения бимаммарного КШ резко возросла во всем мире [6]. Одновременно с этим совершенствовались различные хирургические техники выполнения этой операции [3, 7, 8].

Несмотря на общепризнанные преимущества бимаммарного КШ (БМКШ), в том числе улучшение отдаленных результатов и снижение частоты повторных операций, частота использования данной техники достаточно низкая [9]. В первую очередь это связано с опасениями возможной гипоперфузии миокарда, отсутствием результатов больших клинических рандомизированных исследований и более высоким риском такого грозного осложнения, как глубокая раневая инфекция грудины в раннем послеоперационном периоде. Еще одна важная причина — это нежелание выполнять БМКШ из-за более сложной техники операции [9].

При БМКШ вопрос использования ВГА в виде трансплантатов *in situ* или композитных «Y»- или «T»-графтов до сих пор остается дискутабельным. Недавно проведенное рандомизированное контролируемое исследование 304 пациентов, где первичной точкой служила проходимость шунтов через 3 года после операции, не выявило различий в выживаемости и частоте инфаркта миокарда между группами больных, где ВГА использовались *in situ* и в качестве композитных графтов [10]. Однако при использовании композитных графтов частота повторных реваскуляризаций к 4-му году наблюдения была значительно ниже в группе больных, где использовались композитные графты, по всей вероятности, за счет более полной аутоартериальной реваскуляризации. Среднее количество дистальных анастомозов, выполненных с помощью артериальных графтов, составило 3,2±0,8, против 2,4±0,5 в группе больных, где ВГА использовались *in situ* (p<0,01).

Также нерешенным остается вопрос техники шунтирования ветвей левой коронарной артерии (ЛКА) (шунтирование ПНА при помощи правой ВГА (ПВГА) и шунтирование ветвей огибающей артерии (ОА) с помощью ЛВГА [11], расположение ПВГА в поперечном синусе в ретроаортальном пространстве [12], анастомоз ПВГА с ЛВГА [13] или восходящей аортой при использовании ПВГА как свободного графта).

Ретроаортальное расположение ПВГА in-situ при шунтировании ветвей ОА и шунтирование ПНА с помощью ЛВГА *in-situ*

В 1984 г. L. Puig и соавт. [12] были первыми, кто опубликовал данные о ретроаортальном проведении ПВГА через поперечный синус для шунтирования ветвей ОА левой коронарной артерии **(рис. 1)**. Техника забора ПВГА была аналогичной технике забора ЛВГА за некоторым исключением. ПВГА мобилизуется с сопровождающими ее венами на фасциальном лоскуте. Кроме того, ПВГА выделяется от места ее бифуркации вплоть до прямой мышцы живота в дистальном направлении и до уровня подключичной вены в проксимальном направлении с аккуратной диссекцией около плевральной клетчатки и тканей вилочкой железы вплоть до места впадения в непарную вену для обеспечения максимальной длины трансплантата [14]. При выделении ПВГА особое внимание должно быть уделено диафрагмальному нерву с целью предотвращения его повреждения. Отсечение ПВГА выполняется непосредственно перед канюляцией аорты или после экспозиции целевой артерии при операциях на работающем сердце. Оценивают кровоток по ПВГА, после чего ее проводят в поперечном синусе перикарда к целевой артерии с обязательным рассечением перикарда вплоть до верхней полой вены с целью предотвращения перекрута шунта. При выворачивании сердца в процессе наложения дистального анастомоза может наблюдаться небольшое натяжение ПВГА, однако оно исчезает после возвращения сердца в нормальное положение. Формирование анастомоза между ЛВГА и ПНА выполняется стандартным образом.

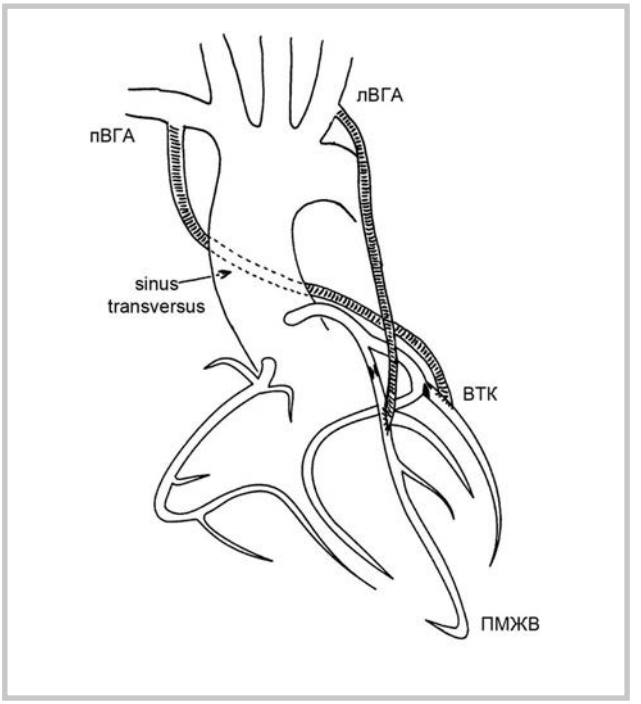


Рис. 1. **Ретроаортальное проведение ПВГА через поперечный синус.**

Fig. 1. **Retroaortic passage of RIMA through the transverse sinus.**

Данная тактика БМКШ обладает следующими преимуществами: ЛВГА используется для шунтирования ПНА, что является «золотым стандартом», система ЛКА шунтируется за счет двух ВГА *in-situ*, нивелируется разница при формировании анастомоза между тонкостенной ПВГА и аортой, обе ВГА не пересекают срединную линию грудины и располагаются в «защищенном пространстве» в случае ревизии средостения или повторной операции, КШ с соблюдением принципа «no-touch aorta». К недостаткам данной техники можно отнести невозможность контроля при кровотечении из боковых ветвей ПВГА, вероятность ее перегиба, сдавление аортой, натяжение и спазм дистального сегмента ПВГА. Для устранения каких-либо вышеперечисленных неблагоприятных событий может быть использована техника скелетизированного забора ПВГА с последующим ее проведением в ретрокавальном пространстве при шунтировании ветвей ОА [15].

L. Puig и соавт. [12] впервые сообщили о результатах данной хирургической техники у 56 пациентов. Коронарография была выполнена у 17 из 56 пациентов. Было показано, что все шунты из ПВГА были проходимы. Напротив, в другом исследовании, проведенном J. Rankin и соавт. [16], было сообщено о проходимости только 75% ПВГА при использовании данной техники, в то время как проходимость ПВГА или ЛВГА при шунтировании ПНА составила 100%. Последующие большие клинические исследования подтвердили хорошие клинические результаты и проходимость ПВГА при ее проведении через поперечный синус перикарда при шунтирования артерий, расположенных на заднебоковой стенке ЛЖ [17—27]. Эти результаты были сопоставимы с результатами шунтирования ПНА с использованием ЛВГА. H. Corbineau и соавт. [21] представили данные о проходимости ЛВГА в течение 5 и 10 лет после операции (97,6 и 93,8% соответственно). Проходимость ПВГА подтверждена у 92,1 и 84,1% больных через 5 и 10 лет после операции соответственно (p>0,05). В другом исследовании M. Buche и соавт. [15] сообщили о проходимости 92,3% ЛВГА к ПНА и 89,9% ПВГА к ПНА в течение 56 мес. Совокупные показатели проходимости к 6 году наблюдения составляли 94,5 и 89,3% для ЛВГА и ПВГА соответственно (p>0,05). M. Bonacchi и соавт. [25] при оценке проходимости скелетизированной ПВГА, проведенной в ретроаортальном пространстве при шунтировании ветвей ОА, представили следующие результаты. Исследование проходило с января 1997 г. по июль 2003 г. и включало результаты БМКШ у 552 пациентов, средний возраст которых на момент операции составлял 63,8±11 лет. Полная аутоартериальная реваскуляризация миокарда выполнена у 331 (60%) пациента. Период наблюдения составил 26±9 мес. Успешный забор скелетизированной ПВГА выполнен у всех больных. Госпитальная летальность составила 3,4% (19 больных). 12 (2,2%) пациентов перенесли периоперационный инфаркт миокарда, у 2 из 155 больных ПВГА была окклюзирована, в 3 случаях ПВГА и ЛВГА имели стенотические поражения. Проходимость обеих ВГА составила 94 и 97,4% соответственно. Кумулятивная 3-летняя выживаемость составила 96,4%, свобода от любых осложнений — 93,8%.

Ретростернальное перекрестное шунтирование ПНА с помощью ПВГА in-situ и ветвей ОА ЛВГА *in-situ*

При использовании данной техники ПВГА может быть выделена как на «ножке», так и в скелетизированном виде. После оценки свободного кровотока по ПВГА и ее длины графт проводят к целевой артерии (ПНА). ПВГА проводится через разрез, сделанный в перикарде на уровне восходящей аорты и легочной артерии, под небольшим углом к ПНА. Этот маневр позволяет освободить достаточно пространства при манипуляциях на аорте и защитить ПВГА в случае повторной операции [11]. Для большей надежности на ее ножку можно дополнительно наложить большой клип для лучшей идентификации. ЛВГА *in situ* используется для шунтирования ветвей ОА. В редких случаях данная техника не может быть выполнена по следующим причинам: короткая ПВГА, очень длинная восходящая аорта, увеличенный правый желудочек или дистальная локализация поражения ПНА [11].

Эта стратегия более воспроизводима и менее сложная в техническом исполнении, чем описанная выше методика БМКШ [28]. Забор скелетизированной ПВГА позволяет избежать многих осложнений, добиться оптимальной длины трансплантата и исключить дистальный сегмент ПВГА, который наиболее подвержен спазму при формировании анастомоза с ПНА за счет особенностей строения стенки артерии [11, 29]. Другой не менее важный аспект скелетизированного забора ПВГА — снижение риска инфекционных осложнений со стороны послеоперационной раны [30].

Наибольшей критике данная техника БМКШ подверглась вследствие высокого риска повреждения ПВГА при повторной реваскуляризации миокарда. В исследовании, выполненном в Cleveland clinic, было отмечено, что при повторном коронарном шунтировании ПВГА, пересекавшая срединную линию грудины, была повреждена в 2 из 11 случаев с последующим успешным ее восстановлением [31]. Таким образом, можно сделать заключение, что, несмотря на наличие определенных рисков при выполнении повторного вмешательства, преимущества БМКШ в значительной степени нивелируют эти недостатки [11, 32]. Методы, предполагавшие использование синтетических защитных футляров, не нашли широкого применения ввиду невозможности контроля кровотечения из боковых ветвей ПВГА и сложности позиционирования шунта по причине высокой степени ригидности самого материала. Необходимо отметить и факт большей степени свободы от повторной реваскуляризации миокарда после БМКШ [33].

O. Lev-Ran и соавт. [11] представили ранние и отдаленные результаты БМКШ у 365 пациентов. ПВГА с ретростернальным проведением использовалась для шунтирования ПНА, ЛВГА — для шунтирования ветвей ОА. Уровень госпитальной летальности составил 2,2% (8 пациентов), периоперационный инсульт возник в 7 (1,9%) случаях, инфекционные осложнения со стороны раны — в 8 (2,2%) случаях, периоперационный инфаркт миокарда — у 4 (1,1%) больных. В течение всего периода наблюдения (6—49 мес) рецидив стенокардии отмечен в 3% случаев. Послеоперационная контрольная коронарография, выполненная у 22 пациентов, показала 95% уровень состоятельности артериальных трансплантатов. Кумулятивная выживаемость к 1-му и 4-му году наблюдения составила 95 и 92,4% соответственно. В относительно недавно опубликованном исследовании оценивали отдаленные результаты и частоту повторных операций при использовании ПВГА *in situ* для шунтирования ПНА [29]. В этом исследовании сравнивали две группы пациентов по 546 больных. В 1-й группе в качестве кондуита использовали ПВГА, во 2-й — ЛВГА. Период наблюдения в обеих группах составил 4,6±2,9 лет. Частота повторных операций была сопоставима между группами (ПВГА *in situ* к ПНА против ЛВГА *in situ* к ПНА — отношение рисков (ОР) 0,87; 95% доверительный интервал (ДИ) 0,41—1,35; p=0,6). Риск летального исхода был также сопоставим (ОР 0,77; 95% ДИ 0,51—1,15; p=0,9).

Использование ПВГА in-situ к ПНА ассоциировалось с незначительно более низкими госпитальной летальностью, частотой осложнений и необходимостью повторной реваскуляризации (ОР 0,70; 95% ДИ 0,49—0,99; p=0,05). В этом самом крупном исследовании еще раз продемонстрирована безопасность и эффективность использования ПВГА in-situ при шунтировании ПНА [28].

Композитный шунт при бимаммарном коронарном шунтировании

L. Sauvage и соавт. [31] были первыми, кто предложил в 1986 г. композитный «T»- или «Y»-вариант шунта при БМКШ. ЛВГА использовали для шунтирования ПНА, а ПВГА, которая анастомозировалась с проксимальной частью ЛВГА, применяли для шунтирования ветвей ОА. Обе ВГА забирались либо в скелетизированном виде, либо на «лоскуте» **(рис. 2)**. После введения гепарина ПВГА забирали как «свободный» графт, а ЛВГА отсекали в зоне ее бифуркации. Следующим этапом определяли целевую артерию для шунтирования с помощью ПВГА и конструкцию композитного шунта («T» или «Y»-образный композитный графт). В первом случае дистальный сегмент ПВГА анастомозировался по типу конец в бок с целевой артерией параллельно ей. В случае полной аутоартериальной реваскуляризации при БМКШ ПВГА анастомозировалась последовательно (секвенциально) с еще одной ветвью ОА по типу бок в бок перпендикулярно длинной оси ЛЖ. После этого формировали проксимальный анастомоз с ЛВГА по типу конец в бок параллельно ей. На заключительном этапе выполняли анастомоз между ЛВГА и ПНА. Во втором случае проксимальный анастомоз между ПВГА и ЛВГА на первым этапе формировали на уровне фиброзного кольца клапана легочной артерии. Отличие между «T» и «Y»-образными графами определяется только длиной каждого из трансплантатов. Так, если длина ЛВГА превышает длину ПВГА, это «Y»-образный композитный графт. Наоборот, если длина ПВГА превышает длину ЛВГА, это «T»-образный графт. Если длина ПВГА достаточна, с ее помощью возможно шунтирование не только ветвей ОА, но и шунтирование задней нисходящей артерии (ЗНА).

Композитные шунты идеально подходят для решения проблемы анастомозирования ВГА с аортой [34, 35]. Техника «no-touch aorta» в значительной мере позволяет снизить количество неврологических осложнений и наиболее предпочтительна при операциях на работающем сердце. В случае достаточной длины ПВГА реваскуляризация миокарда может быть выполнена в полном объеме, и полностью пропадает необходимость в использовании третьего шунта [13, 36]. С другой стороны, при наличии только одного источника кровоснабжения и развитии спазма в любом сегменте композитного шунта могут возникнуть феномен обкрадывания и выраженная гипоперфузия миокарда [37]. Несмотря на использование интраоперационной флоуметрии и удовлетворительные показатели кровотока, оценка последнего в послеоперационном периоде с помощью доплеровского сканирования и позитронно-эмиссионной томографии в ряде случаев противоречива [38, 39]. D. Glineur и соавт. [38] измеряли фракционный резерв кровотока (FFR) при катетеризации сердца после БМКШ у пациентов с «Y»-конфигурацией композитного шунта с целью определения общего объемного кровотока в системе ЛКА и наличии или отсутствии феномена обкрадывания. Это исследование было выполнено у 11 пациентов через полгода после БМКШ (обе ВГА использовались только для шунтирования ветвей ЛКА). Во всех случаях при «Y»-конструкции композитного графта ЛВГА использовалась для шунтирования ПНА (в среднем 1,3 анастомоза), ПВГА анастомозировалась с ветвями ОА (1,9 анастомозов). На основании измерения градиента давления и FFR в покое и при гипе-

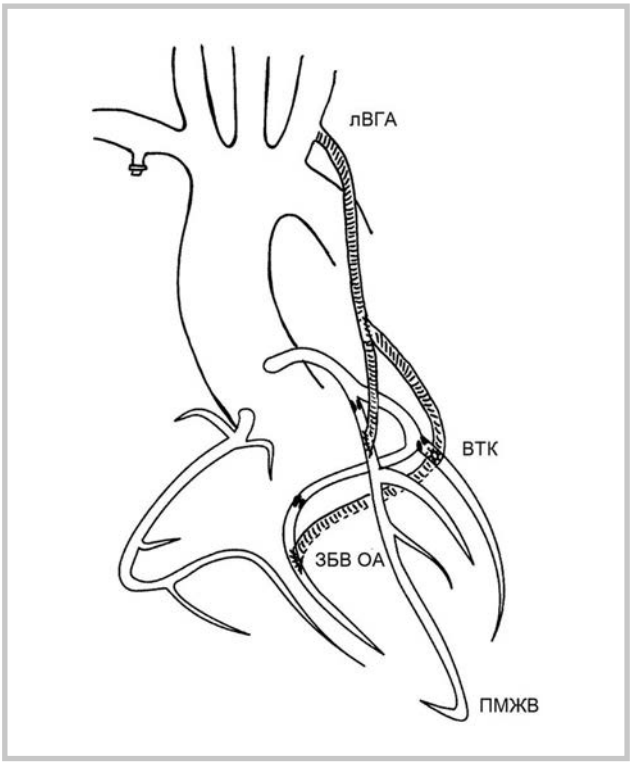


***Рис. 2.* Композитный шунт при бимаммарной реваскуляризации миокарда.**

***Fig. 2.* Composite graft in bilateral internal mammary artery grafting.**

ремической пробе с болюсным введением 40 мг аденозина авторы сделали заключение, что «Y»-конструкция композитного шунта обеспечивает полную и адекватную реваскуляризацию всего бассейна ЛКА и даже ее мелких ветвей при незначительном увеличении периферического сопротивления в ответ на повышение давления.

Вазоспазм в любом артериальном сегменте композитного шунта приводит к выраженному гипоперфузионному синдрому и сопряжен с высокой летальностью [41].

Вазоспазм проксимального сегмента ЛВГА в «Y»-образном композитном шунте может привести к гипоперфузии во всей системе ЛКА и катастрофическим последствиям. Осложнения гипоперфузии в периоперационном периоде включают ишемию, инфаркт миокарда, синдром низкого сердечного выброса и критическую гипотонию. Частота этих событий достаточно мала и не превышает 1—2% после БМКШ с использованием композитных шунтов [37]. В первую очередь развитие гипоперфузионного синдрома необходимо связывать с травматическим повреждением артериального кондуита при его заборе, техническими погрешностям при наложении анастомоза, линейным натяжением шунта, его перегибом в области анастомоза и спазмом, в ряде случаев возникающим при заборе ВГА [42]. Тщательное предоперационное обследование пациента, оценка состояния ВГА и подключичных артерий, бережный забор ВГА и использование флоуметрии после окончания операции позволяют предотвратить развитие гипоперфузионного синдрома в периоперационном периоде [43]. Кроме того, применение микрохирургической техники при КШ в значительной степени позволяет улучшить качество

дистального анастомоза, особенно в тех случаях, когда диаметр коронарной артерии не превышает 1 мм.

D. Glineur и соавт. [38] провели рандомизированное контролируемое исследование (РКИ) с включением в него пациентов, которым выполнено БМКШ с помощью ВГА *in situ* (n=147) и «Y»-образного композитного графта (n=152). Оценивали клинические, функциональные и ангиографические результаты спустя 6 мес и 3 года. Пациентов опрашивали по телефону каждые 3 мес, больные выполняли нагрузочные тесты дважды в год под наблюдением кардиолога. Контрольную коронарографию выполняли спустя 6 мес после операции. Первичные и вторичные конечные точки включали неблагоприятные кардиальные и цереброваскулярные исходы и окклюзии ВГА, подтвержденные ангиографией. Большее количество дистальных анастомозов было сформировано в группе «Y»-образных композитных графтов по сравнению с группой ВГА in-situ (3,2 против 2,4, p<0,001). Различия в уровне летальности и частоте послеоперационных осложнений не выявлены. В группе композитных графтов 450 из 464 анастомозов (97%) были проходимы, в группе ЛВГА *in situ* — 287 из 295 (97%) анастомозов (p=0,99). Это РКИ показало эффективность БМКШ с использованием композитных графтов и отличные отдаленные агиографические результаты. A. Calafiore и соавт. [39] провели анализ хирургического лечения 1818 пациентов, которым было выполнено БМКШ с использованием ВГА *in situ* (76% случаев) и композитного «Y»-графта (24% больных). Средний срок наблюдения за больными составил 33 мес. Ангиографическое контрольное исследование могло быть выполнено только у 5% пациентов в среднем через 17 мес после операции. Авторы не нашли каких-либо различий между двумя сравниваемыми группами.

В относительно недавнем исследовании H. Paterson и соавт. [13] проанализировали результаты БМКШ у 922 пациентов. Полная аутоартериальная реваскуляризация миокарда с использованием двух ВГА была выполнена в 95% случаев. Применяли «Y»-конструкции композитного шунта, среднее количество дистальных анастомозов на одного пациента — 4,1. Периоперационная летальность составила 1,5%, 5, 10 и 15-летняя выживаемость — 95, 87 и 77% соответственно. Это исследование также подтвердило не только возможность полной аутоартериальной реваскуляризации миокарда с использованием композитного «Y»-графта при БМКШ, но и надежность и безопасность ее применения у пациентов с трехсосудистым поражением коронарного русла. Подобные результаты были получены в ряде аналогичных исследований [40, 41]. Авторы также подтвердили эффективность и безопасность применения композитных графтов при БМКШ.

ПВГА при шунтировании правой коронарной артерии и ее ветвей

Несмотря на то, что при БМКШ правая ВГА наиболее часто используется при шунтировании ветвей ЛКА, она может быть использована и для шунтирования правой коронарной артерии (ПКА) [42, 43]. При данной технике операции забор и формирование анастомоза ничем не отличаются от шунтирования ветвей ЛКА **(рис. 3)**. При шунтировании ПКА наиболее предпочтительным местом дистального анастомоза служит ЗНА. Если длина ПВГА недостаточна, она может быть использована как «свободный» трансплантат.

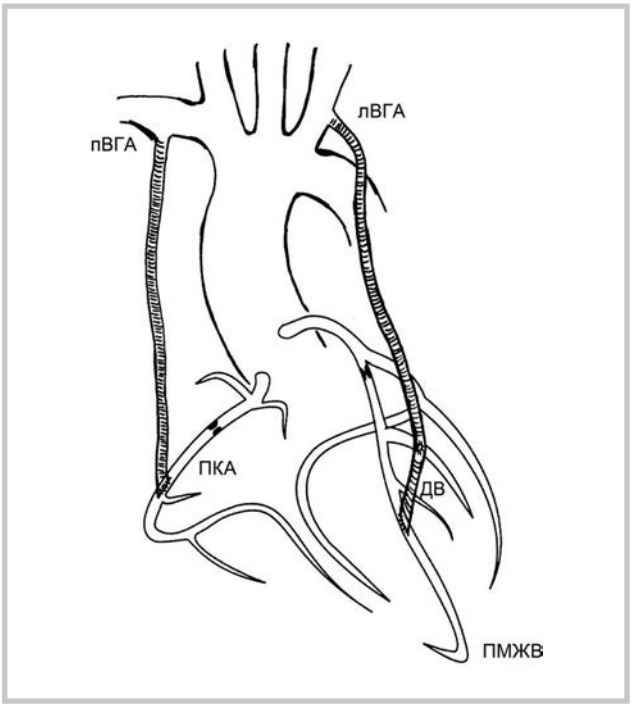


***Рис. 3.* ПВГА при шунтировании ПКА.**

***Fig. 3.* Right internal mammary artery grafting for the right coronary artery bypass.**

При использовании ПВГА как «свободного» трансплантата существует несколько вариантов наложения проксимального анастомоза. Восходящая аорта может быть использована при адекватной длине графта. Если длина ПВГА недостаточна, она может быть анастомозирована с наиболее близко расположенным венозным кондуитом, кондуитом из лучевой артерии или с проксимальным сегментом ЛВГА в виде «Y» или «T»-образного комбинированного графта. В ряде случаев может быть использована вставка из большой подкожной вены между восходящей аортой и ПВГА. В некоторых публикациях высказывалось мнение, что проходимость ПВГА при шунтировании ПКА значительно хуже, чем ЛВГА при шунтировании ПНА [44]. Это может быть обусловлено несколькими факторами: более тяжелым поражением ПКА, ее большим диаметром и, следовательно, несоответствием калибров анастомозируемых сосудов. Кроме того, ряд исследователей на основании данных коронарографии в послеоперационном периоде показали выраженное прогрессирование поражения ПКА дистальнее сформированного анастомоза [44]. Однако этих недостатков можно избежать при более дистальном наложении анастомоза (например, с ЗНА) и при использовании наиболее проксимального сегмента самой ПВГА, который менее всего подвержен вазоспастической реакции [43].

J. Tatoulis и соавт. [45] проанализировали проходимость ПВГА в течение 10-летнего периода (84% при шунтировании ПКА (n=199) и 86% при шунтировании ЗНА (n=207)). В этом же исследовании представлена проходимость ПВГА при шунтировании ПНА (95% через 10 лет и 90% через 15 лет). Проходимость ПВГА при шунтировании ветвей ОА через 10 лет составила 91% (n=436). S. Mohammadi и соавт. [32] опубликовали отдаленные результаты

БМКШ у 1977 пациентов. ПВГА при шунтировании ПКА использовалась в 1279 случаях, при шунтировании ветвей ОА — в 454 случаях, при шунтировании ПНА — у 244 больных. Госпитальная летальность в когорте больных с БМКШ составила 1,0% (n=20), отдаленная 5, 10 и 15-летняя выживаемость — 95,6, 89,0 и 80,9% соответственно. Аналогичные результаты были продемонстрированы и в ряде других исследований с выводами, что ПВГА может использоваться как при шунтировании ветвей ЛКА, так и при шунтировании ПКА и ее ветвей с одинаковыми результатами в отношении ранней и отдаленной выживаемости [40, 46]. Широкий спектр вариантов применени я ВГА при КШ объясняется стремлением к полной реваскуляризации системы ЛКА и тотальной аутоартериальной реваскуляризации миокарда [7]. Знание этих методик позволит оперирующему хирургу принять правильное решение во время операции. В большинстве публикаций отмечено, что при любой технике шунтирования ранние и отдаленные результаты значительно лучше, чем при КШ с одной ВГА и аутовенозным трансплантатом. Однако крупные РКИ с агиографическим подтверждением проходимости шунтов и оценкой отдаленных результатов при каждой технике БМКШ остаются актуальным вопросом для исследователей.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Kitamura S. Physiological and Metabolic Effects of Grafts in Coronary Artery Bypass Surgery. *Circulation*. 2011;4:766-772. https://doi.org/10.1253/circj.CJ-10-1302
2. Raja SG. Surgical strategies for bilateral internal mammary artery grafting. *International Journal of Surgery*. 2015;16:140-145. https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2014. 11.006
3. Белов Ю.В., Лысенко А.В., Комаров Р.Н. и др. Множественное маммарно-коронарное шунтирование. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2016;3:81-86.
Belov YuV, Ly'senko AV, Komarov RN i dr. Mnozhestvennoe mammarno-koronarnoe shuntirovanie. *Xirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 2016;3:81-86. (In Russ.).
https://doi.org/10.17116/hirurgia2016381-86
4. Carrel T, Horber P, Turina MI. Operation for two-vessel coronary artery disease: Midterm results of bilateral ITA grafting versus unilateral ITA and saphenous vein grafting. *Annals of Thoracic Surgery*. 1996;62:5:1289-1294. https://doi.org/10.1016/0003-4975(96)00627-3
5. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, et al. Influence of the InternalMammary-Artery Graft on 10-Year Survival and Other Cardiac Events. *New England Journal of Medicine*. 1986;1:1-6. https://doi.org/10.1056/NEJM198601023140101
6. Lytle BW, Blackstone EH, Loop FD, et al. Two internal thoracic artery grafts are better than one. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 1999;117:5:855-872. https://doi.org/10.1016/S0022-5223(99)70365-X
7. Рафаели И.Р., Панков А.Н., Савелов Е.А. и др. Применение правой внутренней грудной артерии свободным лоскутом в составе бимаммарного шунтирования. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2018;4:26-30.
Rafaeli IR, Pankov AN, Savelov EA, et al. Right internal thoracic artery free graft in bilateral internal mammary artery grafting. *Kardiologiya i serdechno-sosudistaya xirurgiya*. 2018;4:26-30. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/kardio201811426
8. Ascione R, Underwood MJ, Lloyd CT, et al. Clinical and angiographic outcome of different surgical strategies of bilateral internal mammary artery grafting. *Annals of Thoracic Surgery*. 2001;72:3:959-965. https://doi.org/10.1016/S0003-4975(00)02598-4
9. Tatoulis J, Buxton BF, Fuller JA. The right internal thoracic artery: is it underutilized? *Current opinion in cardiology*. 2011;26:6:528-535. https://doi.org/10.1097/HCO. 0b013e32834b9f8
10. Glineur D, Boodhwani M, Hanet C, deKerchove L, et al. Bilateral internal thoracic artery configuration for coronary artery bypass surgery: a prospective randomized trial. *Circulation: Cardiovascular Interventions*. 2016;9:7:e003518.
11. Lev-Ran O, Pevni D, Matsa M, et al. Arterial myocardial revascularization with in situ crossover right internal thoracic artery to left anterior descending artery. *Annals of Thoracic Surgery*. 2001;72:3:798-803. https://doi.org/10.1016/S0003-4975(01)02921-6
12. Puig LB, Neto LF, Rati M, et al. A Technique of Anastomosis of the Right Internal Mammary Artery to the Circumflex Artery and Its Branches. *Annals of Thoracic Surgery*. 1984;38:5:533-534. https://doi.org/10.1016/S0003—4975(10)64200-2
13. Paterson HS, Naidoo R, Byth K, Chen C, Denniss AR. Full myocardial revascularization with bilateral internal mammary artery Y grafts. *Annals of cardiothoracic surgery*. 2013;2:4:444.
14. Cosgrove DM, Loop FD. Techniques to Maximize Mammary Artery Length. *Annals of Thoracic Surgery*. 1985;40:1:78-79. https://doi.org/10.1016/S0003-4975(10) 61176-9
15. Buche M, Schroeder E, Chenu P, et al. Revascularization of the circumflex artery with the pedicled right internal thoracic artery: Clinical functional and angiographic midterm results. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 1995;110:5:1338-1343. https://doi.org/10.1016/S0022- 5223(95) 70057-9
16. Rankin JS, Newman GE, Bashore TM, et al. Clinical and angiographic assessment of complex mammary artery bypass grafting. *Journal of thoracic and cardiovascular surgery*. 1986;92:5:832-846.
17. Glineur D, Noirhomme P, Reisch J, et al. Resistance to Flow of Arterial Y-Grafts 6 Months After Coronary Artery Bypass Surgery. *Circulation*. 2005;281-285.
18. Sabik JF, Lytle BW, Blackstone EH, et al. Comparison of Saphenous Vein and Internal Thoracic Artery Graft Patency by Coronary System. *Annals of Thoracic Surgery*. 2015;79:2:544-551. https://doi.org/10.1016/j.athoracsur. 2004.07.047
19. Yi G, Shine B, Rehman SM, Altman DG, et al. Effect of bilateral internal mammary artery grafts on long-term survival: a meta-analysis approach. *Circulation*. 2014;130:7:539-545.
20. Zacharias A. Protection of the right internal mammary artery in the retorsternal position with stented grafts. *Annals of Thoracic Surgery*. 1995;60:6:1826-1828. https://doi.org/10.1016/0003-4975(95)00662-1
21. Corbineau H, Verhoye J-P, Langanay T, et al. Feasibility of the utilisation of the right internal thoracic artery in the transverse sinus in off pump coronary revascularisation: early angiographic results. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2001;20:5:918-922. https://doi.org/10.1016/S1010-7940(01) 00929-0

22. Tabata M, Grab JD, Khalpey Z, et al. Prevalence and variability of internal mammary artery graft use in contemporary multivessel coronary artery bypass graft surgery: analysis of the Society of Thoracic Surgeons National Cardiac Database. *Circulation*. 2009;120:11:935-940. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.832444
23. Yoshizumi T, Ito T, Maekawa A, et al. Is the mid-term outcome of free right internal thoracic artery with a proximal anastomosis modification inferior to in situ right internal thoracic artery? *General Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2012;60:8:480-488. https://doi.org/10.1007/s11748-012-0090-7
24. Zhao DF, Edelman JJ, Seco M, Bannon PG, et al. Coronary artery bypass grafting with and without manipulation of the ascending aorta: a network meta-analysis. *Journal of the American College of Cardiology*. 2017;69:8:924-936.
25. Bonacchi M, Battaglia F, Prifti E, et al. Early and late outcome of skeletonised bilateral internal mammary arteries anastomosed to the left coronary system. *Heart*. 2005;91:2:195-202. https://doi.org/10.1136/hrt.2003.024091
26. Senning A. Strip grafting in coronary arteries. Report of a case. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*. 1961;41:542-549.
27. Bical O, Braunberger E, Fischer M, et al. Bilateral skeletonized mammary artery grafting: experience with 560 consecutive patients. *European journal of cardio-thoracic surgery: official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*. 1996;10:11:971-975. https://doi.org/10.1016/s1010—7940(96)80399-x
28. Joyce FS, McCarthy PM, Taylor PC, et al. Cardiac reoperation in patients with bilateral internal thoracic artery grafts. *Annals of Thoracic Surgery*. 1994;58:1:80-85. https://doi.org/10.1016/0003-4975(94)91075-8
29. Calafiore AM, Di Giammarco G, Teodori G, Di Mauro M, et al. Late results of first myocardial revascularization in multiple vessel disease: single versus bilateral internal mammary artery with or without saphenous vein grafts. *European Journal of Cardio-thoracic surgery*. 2004;26:3:542-548.
30. Sewell WH. Improved coronary vein graft patency rates with side-to-side anastomoses. *Annals of thoracic surgery*. 1974;17:6:538-544.
31. Sauvage LR, Wu H-D, Kowalsky TE, et al. Healing Basis and Surgical Techniques for Complete Revascularization of the Left Ventricle Using Only the Internal Mammary Arteries. *Annals of Thoracic Surgery*. 1986;42:4:449-465. https://doi.org/10.1016/S0003-4975(10)60557-7
32. Mohammadi S, Dagenais F, Voisine P, Dumont E, et al. Lessons learned from the use of 1,977 in-situ bilateral internal mammary arteries: a retrospective study. *Journal of cardiothoracic surgery*. 2014;9:1:158.
33. Вечерский Ю.Ю., Андреев С.Л., Затолокин В.В. Тактика использования правой внутренней грудной артерии in situ при коронарном шунтировании. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2015;21:1:148-154. Vecherskij YuYu, Andreev SL, Zatolokin VV. Taktika ispol`zovaniya pravoj vnutrennej grudnoj arterii in situ pri koronarnom shuntirovanii. *Angiologiya i sosudistaya xirurgiya*. 2015;21:1:148-154. (In Russ.).
34. Agrifoglio M, Trezzi M, Barili F, Dainese L, et al. Double vs single internal thoracic artery harvesting in diabetic patients: role in perioperative infection rate. *Journal of cardiothoracic surgery*. 2008;3:1:35.
35. Stevens LM, Carrier M, Perrault LP, et al. Influence of diabetes and bilateral internal thoracic artery grafts on long-term outcome for multivessel coronary artery bypass grafting. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2005;27:2:281-288. https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2004.10.048
36. Kajimoto K, Kasai T, Miyauchi K, et al. Metabolic Syndrome Predicts 10-Year Mortality in Non-Diabetic Patients Following Coronary Artery Bypass Surgery. *Circulation*. 2008;72:9:1481-1486. https://doi.org/10.1253/circj.CJ- 07-0928
37. Puig LB, Papanikolau CG, Najar MP, Cividanes G, Souto R, Puig JC, Brandao C, Rossini R, Oppi EC. The use of left and right internal thoracic artery grafts for revascularization of the left coronary artery. *Arquivos brasileiros de cardiologia*. 1997;68:6:437-442.
38. Glineur D, Hanet C, Poncelet A, et al. Comparison of Bilateral Internal Thoracic Artery Revascularization Using In Situ or Y Graft Configurations. *Circulation*. 2008;216-221.
39. Calafiore AM, Di Mauro M, Di Giammarco G, et al. Single Versus Bilateral Internal Mammary Artery for Isolated First Myocardial Revascularization in Multivessel Disease: Long-Term Clinical Results in Medically Treated Diabetic Patients. *Annals of Thoracic Surgery*. 2015;80:3:888-895. https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2005.03.077
40. Pettinari M, Sergeant P, Meuris B. Bilateral internal thoracic artery grafting increases long-term survival in elderly patients. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2014;47:4:703-709. https://doi.org/10.1093/ejcts/ezu206
41. Ura M, Sakata R, Nakayama Y, et al. Long-Term Patency Rate of Right Internal Thoracic Artery Bypass Via the Transverse Sinus. *Circulation*. 1998;2043-2048. https://doi.org/10.1161/01. CIR.98.19.2043
42. Базылев В.В., Демченко Е., Павлов А.А. и др. Сравнительные результаты реваскуляризации бассейна правой коронарной артерии с использованием бимаммарного Y-графта и аутовены. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2014;5:11-18. Bazy'lev VV, Demchenko E, Pavlov AA, et al. Comparative results of the right coronary artery bypass with bilateral internal mammary artery Y-grafting and autologous vein. *Grudnaya i serdechno-sosudistaya xirurgiya*. 2014;5:11-18. (In Russ.).
43. Barsoum EA, Azab B, Shah N, et al. Long-term mortality in minimally invasive compared with sternotomy coronary artery bypass surgery in the geriatric population (75 years and older patients). *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2014;47:5:862-867.
44. Vineberg A, Miller G. Treatment of coronary insufficiency. *Canadian Medical Association Journal*. 1951;64:3:204.
45. Tatoulis J, Buxton BF, Fuller JA. The right internal thoracic artery: the forgotten conduit — 5,766 patients and 991 angiograms. *The Annals of thoracic surgery*. 2011;92:1:9-17.
46. Kajimoto K, Yamamoto T, Amano A. Coronary Artery Bypass Revascularization Using Bilateral Internal Thoracic Arteries in Diabetic Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Annals of Thoracic Surgery*. 2015;99:3:1097-1104. https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.09.045

Поступила 09.12.2020
Received 09.12.2020
Принята к печати 18.01.2021
Accepted 18.01.2021