

Современные тенденции в коронарной хирургии

© Р.С. Акчурин, А.А. Ширяев, В.П. Васильев, Д.М. Галяутдинов, Э.Е. Власова

ФГБУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс», Министерство здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

Поступила в редакцию 30 июня 2017 г. Принята к печати 10 июля 2017 г.

Для корреспонденции: Васильев Владислав Петрович, vladpetrovich@mail.ru

Статья содержит обсуждение ключевых проблем коронарной хирургии с учетом более чем 30-летнего опыта авторов. Изложен современный взгляд на показания к выполнению коронарного шунтирования и отбор больных для хирургического вмешательства с учетом наиболее поздних и завершенных исследований. Отражены современные подходы к хирургической технике, выбору трансплантатов, а также возможности, которые дает использование микрохирургической техники.

Ключевые слова ишемическая болезнь сердца; коронарное шунтирование; чрескожное коронарное вмешательство; аутоартериальные трансплантаты; диффузное поражение коронарных артерий; коронарная эндартерэктомия

Как цитировать: Акчурин Р.С., Ширяев А.А., Васильев В.П., Галяутдинов Д.М., Власова Э.Е. Современные тенденции в коронарной хирургии. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2017;21(3S):34-44. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2017-3S-34-44>

Введение

Широкое внедрение в клинику чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) в XXI веке привело к снижению количества операций коронарного шунтирования (КШ) в развитых странах в среднем почти на треть: в США в последние годы выполняется около 1 100 КШ и 3 600 ЧКВ на 1 млн населения [1, 2].

В России в течение последних двух десятилетий также отмечен прогресс в хирургическом лечении пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС). По данным Национального научно-практического центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева, в 1997 г. выполнялось около 20 КШ и 10 ЧКВ на 1 млн населения. Благодаря программам высокотехнологической помощи в 2015 г. количество КШ составило 245, а ЧКВ — 1 066 на 1 млн граждан, что близко к среднеевропейским показателям [3, 4].

Существенно изменился профиль больных, направляемых на коронарное шунтирование: сегодня он представлен преимущественно пациентами с распространенным окклюзирующим атеросклерозом коронарных артерий. Это связано не только с широким внедрением эндоваскулярных методов лечения, но и технологическим прогрессом в «открытых» операци-

ях. Расширились показания к КШ, увеличилось количество оперируемых пожилых больных с обширным постинфарктным кардиосклерозом, сердечной, почечной недостаточностью, диабетом, сочетанными поражениями клапанов сердца и магистральных артерий [5].

Общеизвестны американские и европейские рекомендации по лечению ИБС, которые регулярно подвергаются ревизии в соответствии с представлениями о течении заболевания и результатах его лечения тем или иным методом [6]. Ниже представлено обсуждение ключевых проблем коронарной хирургии с учетом более чем 30-летнего опыта авторов, без детального изложения частных вопросов эндоваскулярных вмешательств и проблем анестезиологического, перфузиологического и технического обеспечения операций, которые требуют отдельного рассмотрения.

Показания к операциям

Международные и российские рекомендации по лечению ИБС требуют коллегиального подхода к определению вида вмешательства (класс 1 уровня доказательности) [6]. Это предполагает участие кардиолога, эндоваскулярного специалиста, кардиохирурга и пациента в обсуждении стратегии лечения. При



этом реваскуляризация при диагностической ангиографии допускается лишь в простейших случаях при изолированных поражениях, по которым существуют междисциплинарные протоколы с ориентацией на характеристики исследования SYNTAX. На основании большого количества проспективных и ретроспективных исследований в настоящее время достигнут консенсус между кардиологами и хирургами по поводу тактики лечения ИБС: пациенты со стенокардией, поддающейся медикаментозной терапии и не ухудшающей качества жизни, могут лечиться консервативно; в случаях, когда болезнь вызывает ограничения нормальной жизнедеятельности, показано дообследование, и при выявлении значимого поражения коронарных артерий (КА) пациент может быть кандидатом для инвазивного лечения. Общие факторы — наличие и тяжесть сопутствующих заболеваний, возраст, социальная активность пациента и настроенность на инвазивное лечение — имеют важное значение для решения вопроса об операции. Целый ряд заболеваний, затрагивающих жизненно важные функции, в терминальных стадиях могут обусловить противопоказания к операциям [7]. В то же время сообщения об успешном хирургическом лечении ИБС у пациентов с почечной недостаточностью, онкологическими процессами, тяжелым сахарным диабетом заставляет более оптимистично взглянуть на вещи и не переоценить риск [8]. Преклонный возраст не является противопоказанием к операциям, однако пожилые пациенты с комплексом сопутствующих заболеваний подвержены существенно большему риску и часто могут ограничиться адекватной медикаментозной коррекцией ангинального синдрома [7]. Молодой возраст предполагает более агрессивный подход к диагностике и лечению заболевания. Многие социальные и психологические факторы могут обусловить категорический отказ больных от инвазивного лечения.

Основные показания к вмешательствам определяются на основании данных коронаровентрикулографии. Наличие гемодинамически значимых поражений основного ствола левой коронарной артерии более 50%, проксимальных поражений всех трех сосудов или других поражений с вовлечением проксимального отдела передней нисходящей артерии более 70% предполагает выбор в пользу операции. Такая позиция подкрепляется тем, что при указанных поражениях больные даже с мало выраженной клиникой имеют значительно лучшие перспективы при хирургическом

лечении. Аналогично мнение и в отношении больных с положительными нагрузочными тестами и сниженной сократительной функцией миокарда [9].

При впервые возникшей и нестабильной стенокардии, перенесенном инфаркте миокарда у активных пациентов без отягощенного соматического анамнеза большинство клиницистов считают показанным проведение коронаровентрикулографии. При асимптомном течении постинфарктного периода целесообразно проведение нагрузочных проб, выявление явных признаков персистирующей ишемии миокарда предполагает обязательное инвазивное обследование [7].

В ранних исследованиях продемонстрировано повышение операционной летальности при нестабильной стенокардии и инфаркте миокарда. В дальнейшем исследователи пришли к заключению, что пациенты с инфарктом миокарда без формирования патологического зубца Q и с нестабильной стенокардией могут быть оперированы в любые сроки по показаниям, с недостоверным увеличением летальности примерно в 2 раза по сравнению с плановыми вмешательствами [10]. При ранних операциях по поводу трансмурального инфаркта с нарушениями гемодинамики летальность достигает 30–50% и остается повышенной в ближайшие 1,5 мес. [11]. До настоящего времени нет достоверных рандомизированных исследований по применению ЧКВ и КШ при лечении нестабильной стенокардии и инфаркта миокарда на фоне многососудистых коронарных поражений. Для восстановления перфузии при трансмуральных инфарктах ЧКВ и тромболитизис применяются шире, чем экстренное КШ; результаты лечения обнадеживают. Экстренное коронарное шунтирование рекомендуется пациентам с острым коронарным синдромом, в том числе и инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST и формированием зубца Q на электрокардиографии, когда проведение чрескожного вмешательства и стентирования невозможно или безуспешно и болевой синдром, так же как признаки ишемии значительного объема миокарда, сохраняются на фоне медикаментозной терапии. Часто в таких случаях противопоказания к экстренному вмешательству могут быть обусловлены особенностями поражения (no-reflow феномен) и серьезными нарушениями коагуляции крови.

Экстренные и срочные вмешательства выполняются по жизненным показаниям при кардиогенном шоке, фатальных аритмиях и механических осложнениях инфар-

кта миокарда: разрывах межжелудочковой перегородки, свободных стенок, отрыве папиллярной мышцы [12].

После определения показаний к инвазивному лечению возникает целый ряд тактических вопросов. Как уже упоминалось, развитие современных технологий ЧКВ открыло новые перспективы лечения ИБС без коронарного шунтирования у значительного контингента больных. У пациентов с окклюзиями и множественными осложненными поражениями коронарных артерий результаты хирургического лечения лучше, чем результаты ЧКВ. При изолированных поражениях коронарных артерий и благоприятных для дилатации вариантах стенозов и ангиопластика, и стентирование могут быть методами выбора. Показания к оперативному лечению ИБС складываются на основании анализа преимуществ и недостатков консервативного лечения, интервенционных процедур и хирургического вмешательства в каждом конкретном случае.

Наиболее информативно завершённое исследование — SYNTAX, в котором были рандомизированы больные, направленные на хирургическое лечение и множественное стентирование паклитаксель-содержащими стентами при трехсосудистых и стволовых коронарных поражениях. Исследование выявило незначительные преимущества коронарного шунтирования по рецидивам стенокардии через год после вмешательства [13] и статистически достоверные через 3 года наблюдения. В исследовании разработан индекс поражения сосудов — SYNTAX Score, отражающий характеристики коронарного поражения. Сделан вывод, что при SYNTAX Score выше 22 более эффективно КШ; это стало ориентиром для большинства специалистов и основой для формирования рекомендаций [14, 15].

Метаанализ 25 рандомизированных и нерандомизированных исследований (18 538 пациентов после стентирования с лекарственным покрытием и 15 740 перенесших коронарное шунтирование) показал, что использование медикамент-содержащих стентов обуславливает меньшее количество периоперационных осложнений, но вызывает большее количество поздних инфарктов, повторных реваскуляризаций и сердечно-сосудистых событий, чем открытая операция [16].

В исследованиях последних лет появляются сообщения о сравнимой летальности, количестве инфарктов миокарда и инсультов через 3 года после вмешательства в группах, где выполнялось ЧКВ с современными стентами и КШ при поражениях ствола левой коронарной артерии [17]. Но в параллельно проводимом аналогичном исследовании выявлены явные преимущества КШ

перед ЧКВ по совокупности кардиальных событий через 5 лет (18 и 28% соответственно [1, 18].

На современном этапе развития инвазивного лечения коронарного атеросклероза можно сформулировать следующие показания к коронарному шунтированию:

- множественные окклюзии коронарных артерий,
- поражение ствола левой коронарной артерии с вовлечением основных ветвей,
- диффузные дистальные гемодинамически значимые стенозы коронарных артерий,
- повторные неэффективные ангиопластики и стентирования,
- сочетания коронарного атеросклероза с аневризмой левого желудочка и/или поражением клапанов.

В указанных ситуациях ЧКВ возможна при категорическом отказе пациента от операции [19, 20].

Плановая операция не показана при наличии источников инфекции и кровотечения; в подобных случаях пациенты нуждаются в предоперационной подготовке. Оперативное лечение не показано при системных и онкологических заболеваниях в терминальных декомпенсированных стадиях, так как в этих случаях реваскуляризация миокарда не определяет прогноз жизни.

При декомпенсации сердечной недостаточности и формировании ишемической кардиопатии операция коронарного шунтирования не показана при сочетании ряда признаков: отсутствии жизнеспособного гибернирующего миокарда по данным стресс-методов обследования и невозможности улучшить функцию левого желудочка путем резекции аневризмы [21].

Заслуживают внимания сопутствующие заболевания, которые влияют на тактику хирургического лечения. Наиболее часто обсуждаются сахарный диабет, нарушения функции почек, сочетанные поражения клапанов и аневризма сердца.

При сахарном диабете европейские и американские рекомендации предлагают инвазивное лечение стабильной ИБС, если медикаментозная терапия не обеспечивает контроль симптомов. В соответствии с результатами большинства рандомизированных исследований предпочтение отдается КШ с использованием левой внутренней грудной артерии (класс 1). Подчеркивается необходимость коллегиального выбора тактики, следования рекомендациям SYNTAX, индивидуального взвешенного подхода при использовании в качестве шунтов обеих внутренних грудных артерий с учетом повышения риска осложнений [22].

В случаях почечной недостаточности реваскуляризация миокарда рекомендуется при тяжелых проксимальных поражениях ствола и основных ветвей левой коронарной артерии, так же как при трехсосудистых поражениях. Европейские рекомендации подчеркивают обоснованность КШ у больных с терминальной стадией заболевания почек и при ожидаемой продолжительности жизни более 1 года [6].

Сочетанные с коронарной болезнью поражения аортального клапана определяют абсолютные показания к КШ и протезированию клапана при тяжелой и средней степени стеноза [23]. При ишемической митральной недостаточности коронарное шунтирование в сочетании с реконструкцией клапана (пластика/протезирование) рекомендовано в случаях тяжелой недостаточности, а также когда улучшение функции желудочка без коррекции митральной недостаточности маловероятно. По понятным причинам при операциях по поводу клапанных пороков не атеросклеротической этиологии всегда выполняется шунтирование значимо стенозированных коронарных артерий. Такого рода сочетанные операции предполагают обязательную интраоперационную чреспищеводную эхокардиографию [20].

Лечение пациентов с ИБС и поражениями сонных артерий также требует мультидисциплинарного подхода, привлечения к обсуждению невролога и опытного сосудистого хирурга. Каротидная реваскуляризация показана пациентам с историей инсульта или преходящего нарушения мозгового кровообращения при стенозе 70–99% и может быть рекомендована при меньших стенозах, но при наличии церебральной симптоматики, а также контралатеральных поражений. Европейские рекомендации предполагают разрешение каротидных реконструкций (каротидной эндартерэктомии или стентирования) только в тех подразделениях, в которых уровень 30-дневной летальности и инсульта у пациентов без предшествующей неврологической симптоматики не превышает 3%, а у больных с наличием таких проявлений — 6%. Выбор метода реваскуляризации, решение об одномоментном КШ и каротидном вмешательстве или определение очередности этапов определяется клинической ситуацией и опытом хирургической бригады.

Показания к лазерной, атерэктомической и другим внутрисосудистым методам коронарной ангиопластики, так же как их техника, длительное время находятся в стадии разработки; верифицированных рекомендаций по применению этих методик пока не определе-

но. С разработкой ротационной атерэктомии и появлением транслюминальных экстракционных катетеров значительно расширился список атеросклеротических поражений, при которых может быть выполнена эндоваскулярная ангиопластика без хирургического вмешательства. Возможность чрескожных реконструкций при окклюзиях артерий и удаления крупных бляшек с формированием адекватного просвета постоянно привлекает внимание исследователей. Однако наиболее современные, в том числе рандомизированные, исследования не выявили преимуществ атерэктомических методик (как самостоятельно, так и в сочетании со стентированием) по сравнению с эффективностью применения современных стентов [24].

Выбор трансплантатов

В настоящее время в мире в большинстве случаев предпочтение отдается классической операции множественного коронарного шунтирования через срединную стернотомию с применением искусственного кровообращения и кардиopleгии. В качестве трансплантатов используются внутренние грудные артерии, аутовенозные кондуиты из больших подкожных вен, лучевые и желудочно-сальниковые артерии [25].

В течение десятилетий произошла колоссальная эволюция в эндоваскулярном лечении: от баллонной ангиопластики до новых поколений стентов с медикаментозным покрытием, в медикаментозной терапии — от периодического применения ацетилсалициловой кислоты до схем длительной двойной дезагрегантной терапии и широкого использования статинов. В коронарной хирургии, несмотря на давно доказанные преимущества аутоартериального шунтирования, использования значительного оптического увеличения и ультратонкого шовного материала, не произошло значительных изменений в предпочтениях хирургов. В США в последние годы применение второй внутренней грудной артерии (ВГА) при коронарном шунтировании отмечается менее чем в 7% случаев, а в России — менее чем в 10% [3, 26]. Подобная осторожность вероятно связана с давно отмеченным двух-трехкратным увеличением количества раневых осложнений, особенно среди женщин, пациентов с диабетом и ожирением. Разработаны меры по снижению риска осложнений: выделение скелетированных внутренних грудных артерий, форсированная стабилизация грудины, тщательный контроль гликемии при сахарном диабете, отказ от курения. Подтверждается эффектив-

ность указанной тактики со значимым снижением частоты осложнений при нивелировании факторов риска. Тем не менее в более строгом современном исследовании по использованию одной или двух ВГА (arterial revascularization trial) вновь отмечено троекратное увеличение риска стернотомических осложнений при выделении обеих внутренних грудных артерий [27].

Все большее распространение получает концепция множественного ВГА-коронарного шунтирования, в частности наложения секвенциальных анастомозов с пораженными коронарными артериями. Хорошие результаты подобных вмешательств давно продемонстрированы [28, 29]. Не нова идея применения ВГА в качестве свободного трансплантата в аорто-коронарной позиции. Она разработана и описана в начале 70-х гг. [30, 31]. В 1986 г. L. Savage с коллегами подтвердили возможность использования свободных и секвенциальных шунтов из ВГА на основании изучения отдаленных результатов [32]. Использование одной ВГА для реваскуляризации всех пораженных ветвей ЛКА обычно невозможно, в связи с ограничениями длины и технически неблагоприятными угловыми смещениями при секвенциальном шунтировании. Применение правой ВГА *in situ* в локализации впереди аорты осложняет операции при необходимости повторных вмешательств [33]. А проведение правой ВГА через *sinus transversus* в некоторых наблюдениях ухудшает показатели проходимости шунтов [34]. Таким образом, напрашивается вывод о необходимости формирования составных конструкций из обеих ВГА. Секвенциальное би-ВГА КШ позволяет реваскуляризовать значительные объемы миокарда, вплоть до полной реваскуляризации [32]. Использование сложносоставных би-ВГА конструкций впервые начато в нашей клинике с 1988 г. [35], первые публикации о подобных операциях за рубежом вышли в 1990 г. [36]. В дальнейшем применение композитных Т- и У-образных шунтов для реваскуляризации всех ветвей левой коронарной артерии широко распространилось, получены хорошие отдаленные результаты [37]. Метаанализ множества исследований демонстрирует преимущества использования обеих ВГА в отдаленном периоде (более 10 лет) по всем кардиальным событиям у абсолютного большинства пациентов.

Результаты многих исследований показали 10–20% частоту окклюзии аутовенозных шунтов в течение 1 года после операции, и 5%-е последующее ежегодное снижение количества функционирующих шунтов из аутовен. Понятно, что подобная статистика побуждает

тщательно изучать свойства аутоартериальных трансплантатов.

В последнее время появились сообщения о сравнимой отдаленной проходимости правой ВГА и лучевой артерии [38]. Впервые предложил использовать лучевую артерию для коронарного шунтирования А. Carpentier в 1973 г. Однако тогда эта технология не нашла широкой поддержки из-за сообщений о 30%-й частоте окклюзии таких шунтов. Интерес к ее применению возобновился в 1989 г., когда было обнаружено, что радиальные шунты сохраняют проходимость спустя 13–18 мес. после операции [39]. Появление сообщений о способности антиспастической терапии улучшить проходимость лучевой артерии побудили хирургов вернуться к применению этого трансплантата и пересмотреть некоторые технические приемы при этих операциях. В последующих крупных исследованиях выявлена 80–90%-я проходимость шунтов из лучевой артерии через 7–10 лет после КШ. Доказано, что трансплантат лучевой артерии длительно сохраняет проходимость только в том случае, если нативная коронарная артерия окклюзирована или имеет критический стеноз [40].

Первым хирургом, с 1984 г. начавшим систематическое использование правой желудочно-сальниковой артерии (ПЖСА) считается J. Рум [41]. Независимо от него, в 1986 г. Н. Suma применил ПЖСА при повторном коронарном шунтировании. Исследования свидетельствуют о редком атеросклеротическом поражении этой артерии, ее диаметр в большинстве случаев достаточен для коронарной хирургии, а длина возможного трансплантата на ножке позволяет шунтировать практически все ветви коронарных артерий. Как показал Н. Suma, имеющий, пожалуй, наибольший опыт ПЖСА-коронарного шунтирования, периоперационные осложнения и смертность при ее применении не превышает обычных, а осложнения, связанные с лапаротомией, минимальны. В 1993 г. Н. Suma сообщил о хороших клинических и ангиографических промежуточных результатах применения ПЖСА у 200 больных, а при анализе 20-летнего опыта выявил, что проходимость этих шунтов через 1 год — 92%, через 5 лет — 85% и через 10 лет после операции — 66% [42].

Наш опыт использования аутоартериального коронарного шунтирования в целом соответствует вышеизложенным результатам. По данным шунтограмм, проведенных в отделении сердечно-сосудистой хирургии в среднем через 26 ± 7 мес. после операции состоятель-

ность шунтов левой ВГА составляла 97%, правой ВГА — 94%, лучевой артерии — 94%, ПЖСА — 88% [43].

Таким образом, к настоящему времени доказана возможность и эффективность полной артериальной реваскуляризации миокарда. В процессе исследований выявлен ряд особенностей артериальных трансплантатов, которые следует учитывать при выборе тактики операции. Правая ВГА в качестве шунта не рекомендуется при выраженном ожирении, тяжелом диабете, легочной недостаточности, возрасте старше 70 лет во избежание раневых осложнений. Лучевая артерия может быть широко использована, в том числе и для секвенциальных анастомозов, однако не рекомендована для сосудов с умеренными стенозами и конкурентным кровотоком.

Тактика операции

С середины 90-х гг. значительно возрос интерес к снижению инвазивности и травматичности хирургических методов вообще и хирургической реваскуляризации миокарда в частности. Получили развитие такие направления, как операции без искусственного кровообращения (общепринято off-pump), малоинвазивные коронарные шунтирования через миниторакотомию, полностью или частично эндоскопические вмешательства и так называемые «гибридные операции», соединяющие коронарное шунтирование и процедуры стентирования.

Операции коронарного шунтирования без ИК требуют применения специализированных систем экспозиции и стабилизации сердца (преимущественно вакуумных), которые позволяют осуществить доступ ко всем ветвям коронарных артерий и фиксировать неподвижно участок миокарда. Временное пережатие артерий обеспечивает возможность качественного выполнения дистальных анастомозов коронарных артерий и шунтов. Особое внимание уделяется электрической и медикаментозной стабилизации гемодинамики при дислокациях сердца и соответственно роли анестезиолога. В литературе фигурирует более 30 сравнительных исследований результатов off-pump и операций с искусственным кровообращением (ИК). К положительным характеристикам КШ без ИК относят меньшую кровопотерю, быструю реабилитацию, меньшее количество церебральных осложнений, отсутствие системного воспалительного ответа и других осложнений. Наиболее информативные рандомизированные исследования включали как пациентов с относительно невысоким

риском вмешательства (ROOBY), так и больных старше 75 лет со значительно худшими характеристиками (GORCABE). Эти исследования, как и большинство метаанализов, продемонстрировали, что ранние и годовые результаты КШ off-pump сравнимы с результатами стандартных операций, однако в группах off-pump отмечена большая неполная реваскуляризация, необходимость повторных вмешательств и худшая проходимость шунтов [44, 45]. Недавно опубликованная работа В.Н. Kirmani обобщила 15-летний опыт статистически нивелированного сравнительного исследования групп, численностью более 5 тыс. пациентов в каждой, и показала сходные результаты выживаемости и частоты реинтервенций при обеих методиках [46].

Крупное рандомизированное исследование CORONARY включало 4 752 пациента из 19 стран, оперированных исключительно квалифицированными хирургами. В 2016 г. были опубликованы 5-летние данные этого исследования, с высокой достоверностью показавшее отсутствие различий между off-pump и on-pump методиками по всем учетным характеристикам, включая качество жизни и стоимость операций. Таким образом, операции множественного коронарного шунтирования без ИК через стернотомический доступ могут быть рекомендованы для широкого применения квалифицированными хирургами [47]. При этом подчеркивается, что при выборе показаний необходимо в каждом конкретном случае предполагать возможность конверсии с летальностью до 10–15%, обусловленную митральной регургитацией, легочной гипертензией, диффузным поражением коронарного русла [48].

Минимально инвазивное коронарное шунтирование выполняется, как правило, из левосторонней переднебоковой торакотомии без использования ИК, на работающем сердце и широко применяется при однососудистых поражениях. Выделяется левая ВГА под прямым контролем зрения или с помощью торакоскопической техники. К преимуществам методики можно отнести отсутствие негативных последствий ИК, малоинвазивный доступ, сокращение восстановительного периода. К недостаткам методики относятся сложность множественной реваскуляризации и сомнения в качестве выполняемых анастомозов.

Сочетанные минимально инвазивное коронарное шунтирование и ангиопластика коронарных артерий («гибридная реваскуляризация») выполняются, как правило, при окклюзии передней нисходящей артерии и эндоваскулярно устранимых стенозах других артерий.

Методика объединяет преимущества и недостатки составляющих вмешательств и хорошо себя зарекомендовала при противопоказаниях к ИК, повторных вмешательствах и у пожилых пациентов.

Коронарное шунтирование «оконным» доступом (в англоязычной литературе получила название port-access) проводится через несколько небольших торакотомических разрезов под прямым или эндоскопическим контролем, с искусственным кровообращением через бедренные сосуды и в условиях кардиopleгии. При подобных операциях широко используют специальные эндоскопические инструменты. К положительным моментам этой техники можно отнести возможность полной реваскуляризации, выполнение анастомозов на неподвижном сердце, отсутствие необходимости срединной стернотомии, а значит, уменьшение травматичности вмешательства и сокращение восстановительного периода. Недостатки методики — необходимость в периферической канюляции, удлинение времени операции, ИК и ишемии миокарда, по сравнению с другими вариантами коронарного шунтирования, а также высокая стоимость процедур. Указанные недостатки нивелировались при использовании операционных роботов типа da Vinci и методики off-pump в эндоскопическом коронарном шунтировании. Современные исследования демонстрируют хорошие результаты, сравнимые с лучшими показателями коронарной хирургии, однако статистически достоверных сравнительных данных пока не получено [49].

За последние годы постоянно увеличивается доля оперируемых больных пожилого возраста с диффузными множественными поражениями коронарных артерий и эндоваскулярными вмешательствами в анамнезе. По данным ряда авторов, диффузный характер поражения венечных артерий и мелкий диаметр (менее 1,5 мм) являются независимыми предикторами плохих результатов, операционной и госпитальной смертности [50].

Тот факт, что распространенный коронарный атеросклероз ассоциирован с худшими результатами оперативного лечения, предполагается присутствие параметров состояния дистального русла в существующих шкалах оценки хирургического риска. Однако на данный момент такие шкалы хирургического риска не созданы, так же как и критерии диффузного поражения коронарного русла.

Несмотря на высокий современный уровень коронарной хирургии, возможности адекватного восстановления кровоснабжения миокарда при диффузном коронарном

атеросклерозе весьма ограничены, поэтому особую актуальность приобретают сложные реконструктивные хирургические техники (эндартерэктомия, пластика стенки коронарных артерий аутовеной, шунт-пластика, секвенциальное шунтирование, гибридный подход) [26]. Часть хирургов демонстрируют хорошие результаты эндартерэктомий, сопоставимые с показателями стандартного коронарного шунтирования [51].

Фактически нет рандомизированных исследований по анализу результатов коронарной хирургии при диффузных поражениях, а проспективные и ретроспективные сравнительные исследования подвержены критике в связи с погрешностями селекции. Дискутабельна целесообразность эндартерэктомии из передней нисходящей артерии. Результаты метаанализа крупных исследований демонстрируют, что эндартерэктомия при операции достоверно увеличивает количество периоперационных инфарктов миокарда, 30-дневную послеоперационную летальность и снижает проходимость шунтов. Нет обоснованных и согласованных рекомендаций по антикоагулянтной и дезагрегантной терапии при этих вмешательствах [52].

Как указывалось выше, в настоящее время методы ЧКВ применяются при лечении ИБС значительно чаще, чем КШ. По данным различных авторов, от 15 до 30% пациентов с рестенозом стентов и рецидивом стенокардии после ЧКВ подвергаются повторным ангиопластикам, а не направляются на КШ [53]. Доказано, что повторное ЧКВ может негативно влиять на дальнейшее развитие атеросклеротического процесса в КА [52]. Так же подтвержден тот факт, что множественное стентирование КА является значимым прогностическим фактором риска ранней смертности и неудовлетворительных отдаленных результатов хирургического лечения рецидива стенокардии после стентирования коронарных артерий [54].

Множественное стентирование КА часто приводит к формированию выраженных стенозов на протяжении всей артерии, как в месте установленных стентов, так и в дистальных сегментах артерии. Тем самым ухудшается состояние дистального русла, что является причиной технических сложностей при выполнении анастомозов и причиной неудовлетворительных результатов оперативного лечения. Также доказан факт прогрессирования стеноза ствола ЛКА после чрескожного коронарного вмешательства [43].

В связи с вышесказанным, растет число пациентов с скомпрометированным дистальным руслом, все чаще

требуется выполнение сложных коронарных реконструкций или дистальных анастомозов с артериями диаметром менее 1,5 мм. Как следствие, таким больным часто отказывают в операции или проводят неполную реваскуляризацию. При имплантации стентов во все сегменты коронарной артерии анастомозирование шунта и нативной артерии невозможно без пролонгированной эндартерэктомии, которая зачастую требует экстракции ранее установленных стентов. Применение микрохирургической техники снимает вопрос о возможности или невозможности реконструкции мелких сосудов. Широкое внедрение множественного аутоартериального коронарного шунтирования, использование Т- и Y-образных конструкций, особенно при диффузных поражениях, настоятельно требует повышения точности вмешательств, а значит, и применения методов микрохирургии [43, 55].

Заключение

На сегодняшний день операции коронарного шунтирования сохраняют за собой первенство при множественных поражениях и показателе более 22 по шкале SYNTAX Score. Существует тенденция к увеличению доли аутоартериального шунтирования. Нельзя не отметить роль прецизионной техники самого шунтирования от подготовки артериального и венозного кондуитов до техники микрососудистых анастомозов, выполняемых специальными инструментами, сверхтонким шовным материалом и с использованием оптического увеличения микроскопа. Наш опыт показывает бесспорные преимущества методики микрохирургии в обеспечении хороших отдаленных результатов. Искусственное кровообращение остается на усмотрение оперирующего хирурга, однако операции off-pump, вероятно, будут применяться шире. При наличии оборудования и навыков можно успешно выполнять эндоскопические операции с робототехникой. Необходимы серьезные исследования и выработка рекомендаций по хирургическому лечению диффузных поражений коронарных артерий, так как постоянно растет доля пожилых пациентов с длительным анамнезом атеросклероза, больных с сахарным диабетом и рецидивами стенокардии после многократных стентирований.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы / References

1. Epstein A.J., Polsky D., Yang F., Yang L., Groeneveld P.W. Coronary revascularization trends in the United States: 2001-2008. *JAMA*. 2011;305(17):1769-76. <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2011.551>
2. Culler S.D., Kugelmass A.D., Brown P.P., Reynolds M.R., Simon A.W. Trends in coronary revascularization procedures among Medicare beneficiaries between 2008 and 2012. *Circulation*. 2015;131(4):362-70. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.114.012485>
3. Бокерия Л.А., Гудкова Р.Г. Сердечно-сосудистая хирургия – 2015. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения. М.: Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева, 2016. 208 с. [Bokeriya L.A., Gudkova R.G. *Diseases and congenital defects of the circulatory system*. Moscow: A.N. Bakoulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery Publ.; 2016. 208 p. (In Russ.)]
4. Бокерия Л.А., Гудкова Р.Г. Здоровье населения Российской Федерации и хирургическое лечение болезней сердца и сосудов в 1998 году. М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 1999. 57 с. [Bokeriya L.A., Gudkova R.G. *Health of the population of the Russian Federation and surgical treatment of heart and vascular diseases in 1998*. Moscow: A.N. Bakoulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery Publ.; 1999. 57 p. (In Russ.)]
5. Osnabrugge R.L., Kappetein A.P., Head S.J., Kolh P. Doing better in more complex patients: leading the way for QUIP. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2016;49(2):397-8. <http://dx.doi.org/10.1093/ejcts/ezv262>
6. Windecker S., Kolh P., Alfonso F., Collet J.P., Cremer J., Falk V., Filippatos G., Hamm C., Head S.J., Juni P., Kappetein A.P., Kastrati A., Knuuti J., Landmesser U., Laufer G., Neumann F.J., Richter D.J., Schauerte P., Sousa Uva M., Stefanini G.G., Taggart D.P., Torracca L., Valgimigli M., Wijns W., Witkowski A. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur Heart J*. 2014;35(37):2541-619. <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehu278>
7. Чазов Е.И. Состояние и перспективы развития советской кардиологии. *Кардиология*. 1985;(10):6-11. [Chazov E.I. The state and prospects of the development of Soviet cardiology. *Kardiologiya = Cardiology*. 1985;(10):6-11. (In Russ.)]
8. Grobmann R., Glunz H., Epting V., Albert F.W. Coronary angiography and heart surgery in patients with end-stage renal failure. *Med Klinik*. 1986;81(3):26-9.
9. Акчурин Р.С., Ширяев А.А., Руденко Б.А., Васильев В.П., Васова Э.Е., Колегаев А.С. Стеноз ствола левой коронарной артерии и прогресс коронарного атеросклероза после анги-

- опластики и стентирования у пациентов, направленных на коронарное шунтирование. *Кардиология*. 2012;52(1):58-64. Режим доступа: <https://www.cardio-journal.ru/ru/archive/article/2809> [Akchurin R.S., Shiryaev A.A., Rudenko B.A., Vasilev V.P., Vlasova E.E., Kolegaev A.S. Left main coronary artery stenosis and progression of coronary artery atherosclerosis after angioplasty and stenting in patients directed to coronary artery bypass surgery. *Kardiologija = Cardiology*. 2012;52(1):58-64. (In Russ.) Available at: <https://www.cardio-journal.ru/ru/archive/article/2809>]
10. Louagie Y., Jamart J., Buche M., Eucher P.M., Schoevaerdt D., Collard E., Gonzalez M., Marchandise B., Schoevaerdt J.C. Operation for unstable angina pectoris: factors influencing adverse in-hospital outcome. *Ann Thorac Surg*. 1995;59(5):1141-9. PMID: 7733710
 11. Braxton J., Hammond G., Letsou G., Franco K.L., Kopf G.S., Elefteriades J.A., Baldwin J.C. Optimal timing of coronary artery bypass graft surgery after acute myocardial infarction. *Circulation*. 1995;92(Suppl. II):66-8. PMID: 7586463
 12. Amsterdam E.A., Wenger N.K., Brindis R.G., Casey D.E. Jr., Ganiats T.G., Holmes D.R. Jr., Jaffe A.S., Jneid H., Kelly R.F., Kontos M.C., Levine G.N., Liebson P.R., Mukherjee D., Peterson E.D., Sabatine M.S., Smalling R.W., Zieman S.J. 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with non-ST-elevation acute coronary syndromes: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*. 2014;130(25):344-426. <http://dx.doi.org/10.1161/CIR.000000000000133>
 13. Cohen D., van Hout B., Serruys P., Mohr F.W., Macaya C., den Heijer P., Vrakking M.M., Wang K., Mahoney E.M., Audi S., Leadley K., Dawkins K.D., Kappetein A.P. Quality of life after PCI with drug-eluting stents or coronary-artery bypass surgery. *N Engl J Med*. 2011;364(11):1016-26. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1001508>
 14. Kappetein A.P., Feldman T.E., Mack M.J., Morice M.C., Holmes D.R., Stähle E., Dawkins K.D., Mohr F.W., Serruys P.W., Colombo A. Comparison of coronary bypass surgery with drug-eluting stenting for the treatment of left main and/or three-vessel disease: 3-year follow-up of the SYNTAX trial. *Eur Heart J*. 2011;32 (17):2125-34. <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehr213>
 15. Park S.J., Ahn J.M., Kim Y.H., Park D.W., Yun S.C., Lee J.Y., Kang S.J., Lee S.W., Lee C.W., Park S.W., Choo S.J., Chung C.H., Lee J.W., Cohen D.J., Yeung A.C., Hur S.H., Seung K.B., Ahn T.H., Kwon H.M., Lim D.S., Rha S.W., Jeong M.H., Lee B.K., Tresukosol D., Fu G.S., Ong T.K. Trial of everolimus-eluting stents or bypass surgery for coronary disease. *N Engl J Med*. 2015;372(13):1204-12. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1415447>
 16. Yan T., Padang R., Poh C., Cao C., Wilson M.K., Bannon P.G., Valley M.P. Drug-eluting stents versus coronary artery bypass grafting for the treatment of coronary disease: Meta-analysis of randomized and nonrandomized studies. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011;141(5):1134-44. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.07.001>
 17. Stone G.W., Sabik J.F., Serruys P.W., Simonton C.A., Généreux P., Puskas J., Kandzari D.E., Morice M.C., Lembo N., Brown W.M. 3rd., Taggart D.P., Banning A., Merkely B., Horkay F., Boonstra P.W., van Boven A.J., Ungi I., Bogáts G., Mansour S., Noiseux N., Sabaté M., Pomar J., Hickey M., Gershlick A., Buszman P., Bochenek A., Schampaert E., Pagé P., Dressler O., Kosmidou I., Mehran R., Pocock S.J., Kappetein A.P. Everolimus-eluting stents or bypass surgery for left main coronary artery disease. *N Engl J Med*. 2016;375(23):2223-35. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1610227>
 18. Mäkilä T., Holm N.R., Lindsay M., Spence M.S., Erglis A., Menown I.B., Trovik T., Eskola M., Romppanen H., Kellerth T., Ravkilde J., Jensen L.O., Kalinauskas G., Linder R.B., Pentikainen M., Hervold A., Banning A., Zaman A., Cotton J., Eriksen E., Margus S., Sørensen H.T., Nielsen P.H., Niemelä M., Kervinen K., Lassen J.F., Maeng M., Oldroyd K., Berg G., Walsh S.J., Hanratty C.G., Kumsars I., Stradins P., Steigen T.K., Fröbert O., Graham A.N., Endresen P.C., Corbascio M., Kajander O., Trivedi U., Hartikainen J., Anttila V., Hildick-Smith D., Thuesen L., Christiansen E.H. Percutaneous coronary angioplasty versus coronary artery bypass grafting in treatment of unprotected left main stenosis (NOBLE): a prospective, randomised, open-label, non-inferiority trial. *Lancet*. 2016;388(10061):2743-52. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)32052-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(16)32052-9)
 19. Акчуринов Р.С., Ширяев А.А. Коронарное шунтирование // *Кардиология. Национальное руководство*. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. С. 497-507. [Akchurin R.S., Shiryaev A.A. *Coronary bypass surgery*. In: *Cardiology. National leadership*. Moscow: GEOTAR-Media Publ.; 2007. pp. 497-507. (In Russ.)]
 20. Fihn S.D., Blankenship J.C., Alexander K.P., Bittl J.A., Byrne J.G., Fletcher B.J., Fonarow G.C., Lange R.A., Levine G.N., Maddox T.M., Naidu S.S., Ohman E.M., Smith P.K. 2014 ACC/AHA/AATS/PCNA/SCAI/STS focused update of the guideline for the diagnosis and management of patients with stable ischemic heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, and the American Association for Thoracic Surgery, Preventive Cardiovascular Nurses Association, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons. *Circulation*. 2014;130(19):1749-67. <http://dx.doi.org/10.1161/CIR.0000000000000095>
 21. Ponikowski P., Voors A.A., Anker S.D., Bueno H., Cleland J.G., Coats A.J., Falk V., González-Juanatey J.R., Harjola V.P., Jankowska E.A., Jessup M., Linde C., Nihoyannopoulos P., Parissis J.T., Pieske B., Riley J.P., Rosano G.M., Ruilope L.M., Ruschitzka F., Rutten F.H., van der Meer P. 2016 ESC Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure. *Rev Esp Cardiol. (Engl Ed)*. 2016;69(12):1167. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rec.2016.11.005>
 22. Morice M.C., Serruys P.W., Kappetein A.P., Feldman T.E., Stähle E., Colombo A., Mack M.J., Holmes D.R., Choi J.W., Ruzyllo W., Religa G., Huang J., Roy K., Dawkins K.D., Mohr F. Five-year outcomes in patients with left main disease treated with either percutaneous coronary intervention or coronary artery bypass grafting in the synergy between percutaneous coronary intervention

- with taxus and cardiac surgery trial. *Circulation*. 2014;129(23):2388-94. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.006689>
23. Караськов А.М., Железнев С.И., Назаров В.М., Глотова Н.И., Иванов И.В., Тураев Ф.Ф. Анализ результатов сочетанных операций при поражении аортального клапана и коронарных артерий. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2009(2):10-2. [Karas'kov A.M., Zheleznev S.I., Nazarov V.M., Glotova N.I., Ivanov I.V., Turaev F.F. Analysis of results of concurrent operations on aortal valve and coronary arteries. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2009;(2):10-2. (In Russ.)]
 24. de Waha S., Allali A., Büttner H.J., Toelg R., Geist V., Neumann F.J., Khattab A.A., Richardt G., Abdel-Wahab M. Rotational atherectomy before paclitaxel-eluting stent implantation in complex calcified coronary lesions: Two-year clinical outcome of the randomized ROTAXUS trial. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2016;87(4):691-700. <http://dx.doi.org/10.1002/ccd.26290>
 25. Green G. Use of internal thoracic artery for coronary artery grafting. *Circulation*. 1989;79(Suppl. 1):130-3.
 26. Aldea G.S., Bakaeeen F.G., Pal J., Fremes S., Head S.J., Sabik J., Rosengart T., Kappetein A.P., Thourani V.H., Firestone S., Mitchell J.D. The Society of Thoracic Surgeons clinical practice guidelines on arterial conduits for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg*. 2016;101(2):801-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.09.100>
 27. Taggart D.P., Altman D.G., Gray A.M., Lees B., Nugara F., Yu L.M., Campbell H., Flather M. Randomized trial to compare bilateral vs. single internal mammary coronary artery bypass grafting: 1-year results of the Arterial Revascularisation Trial (ART). *Eur Heart J*. 2010;31(20):2470-81. <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehq318>
 28. Kabbani S.S., Hanna E.S., Bashour T.T., Crew J.R., Ellertson D.G. Sequential internal mammary-coronary artery bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1983;86(5):697-702. PMID: 6138476
 29. Tector A.J., Schmahl T.M., Canino V.R., Kallies J.R., Sanfilippo D. The role of the sequential internal mammary artery graft in coronary surgery. *Circulation*. 1984;70(3 Pt 2):1222-5. PMID: 6611222
 30. Barner H. The internal mammary artery as a free graft. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1973;66(2):219-21.
 31. Loop F.D., Spampinato N., Cheanvechai C., Effler D.B. The free internal mammary artery bypass graft. Use of the IMA in the aorto-coronary artery position. *Ann Thorac Surg*. 1973;15(1):50-5. [https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(10\)64934-X](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(10)64934-X)
 32. Sauvage L.R., Wu H.D., Kowalsky T.E., Davis C.C., Smith J.C., Rittenhouse E.A., Hall D.G., Mansfield P.B., Mathisen S.R., Usui Y. Healing basis and surgical techniques for complete revascularization of the ventricle using only the internal mammary arteries. *Ann Thorac Surg*. 1986;42(4):449-65. PMID: 3490233
 33. Jones E., Lottouf O., Lutz J., King S.B. 3rd. Important anatomic and physiologic considerations in performance of complex mammary coronary artery operations. *Ann Thorac Surg*. 1988;43(5):469-77. PMID: 3555366
 34. Rankin S., Newman G., Bashore T., Muhlbaier L.H., Tyson G.S. Jr., Ferguson T.B. Jr., Reves J.G., Sabiston D.C. Jr. Clinical and angiographic assessment of complex mammary artery grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1986;92(5):832-46. PMID: 2877122
 35. Ширяев А.А. Эффективность микрохирургической реваскуляризации миокарда: автореф. дис. ... г-ра мед. наук. М., 1994. [Shirjaev A.A. The efficiency of microsurgical revascularization of the myocardium. Dokt. Diss. Moscow; 1994. (In Russ.)]
 36. Koike R., Suma H., Oku T., Satoh H., Sawada Y., Takeuchi A. Free arterial graft as internal mammary artery – Y complex. *Ann Thorac Surg*. 1990;49(4):656-8. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(90\)90318-Z](https://doi.org/10.1016/0003-4975(90)90318-Z)
 37. Cho W.C., Yoo D.G., Kim J.B., Lee S.H., Jung S.H., Chung C.H., Lee J.W., Choo S.J. Left internal thoracic artery composite grafting with the right internal thoracic versus radial artery in coronary artery bypass grafting. *Journal of Cardiac Surgery*. 2011;26(6):579-85. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8191.2011.01314.x>
 38. Tranbaugh R.F., Schwann T.A., Swistel D.G., Dimitrova K.R., Al-Shaar L., Hoffman D.M., Geller C.M., Engoren M., Balam S.K., Puskas J.D., Habib R.H. Coronary artery bypass graft surgery using the radial artery, right internal thoracic artery, or saphenous vein as the second conduit. *Ann Thorac Surg*. 2017. pii: S0003-4975(16):31619-8. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2016.11.017>
 39. Acar C., Jebara V.A., Portoghesi M., Beyssen B., Pagny J.Y., Grare P., Chachques J.C., Fabiani J.N., Deloche A., Guermontprez J.L. Revival of the radial artery for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg*. 1992;54(4):652-9. PMID: 1358040 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1358040>
 40. Zhang H., Wang Z.W., Wu H.B., Hu X.P., Zhou Z., Xu P. Radial artery graft vs. saphenous vein graft for coronary artery bypass surgery: which conduit offers better efficacy? *Herz*. 2014;39(4):458-65. <https://doi.org/10.1007/s00059-013-3848-5>
 41. Pym J., Brown P., Charrette E., Parker J.O., West R.O. Gastroepiploic-coronary anastomosis: a viable alternative bypass graft. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1987;94(2):256-9. PMID: 3497309 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3497309>
 42. Suma H., Tanabe H., Takahashi A., Horii T., Isomura T., Hirose H., Amano A. Twenty years experience with the gastroepiploic artery graft for CABG. *Circulation*. 2007;116(11 Suppl):1188-91. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.678813>
 43. Акчурин Р.С., Ширяев А.А. Микрохирургия коронарных артерий. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 144 с. [Akchurin R.S., Shirjaev A.A. *Microsurgery of coronary arteries*. Moscow: GEOTAR-Media Publ.; 2012. 144 p. (In Russ.)]
 44. Shroyer A.L., Grover F.L., Hattler B., Collins J.F., McDonald G.O., Kozora E., Lucke J.C., Baltz J.H., Novitzky D. On-pump versus off-pump coronary artery bypass surgery. *N Engl J Med*. 2009;361(19):1827-37. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0902905>

45. Diegeler A., Börgermann J., Kappert U., Breuer M., Böning A., Ursulescu A., Rastan A., Holzhey D., Treede H., Rieß F.C., Veeckmann P., Asfoor A., Reents W., Zacher M., Hilker M. Off-pump versus on-pump coronary-artery bypass grafting in elderly patients. *N Engl J Med.* 2013;368 (13):1189-98. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1211666>
46. Kirmani B.H., Holmes M.V., Muir A.D. Long-term survival and freedom from reintervention after off-pump coronary artery bypass grafting: a propensity-matched study. *Circulation.* 2016;134(17):1209-20. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.021933>
47. Lamy A., Devereaux P.J., Prabhakaran D., Taggart D.P., Hu S., Straka Z., Piegas L.S., Avezum A., Akar A.R., Lanan Zanetti F., Jain A.R., Noiseux N., Padmanabhan C., Bahamondes J.C., Novick R.J., Tao L., Olavegeogeochea P.A., Airan B., Sulling T.A., Whitlock R.P., Ou Y., Gao P., Pettit S., Yusuf S. Five-year outcomes after off-pump or on-pump coronary-artery bypass grafting. *N Engl J Med.* 2016;375(24):2359-68. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1601564>
48. Calafiore A.M., Prapas S., Osman A., Di Mauro M. Coronary artery bypass grafting off-pump or on-pump: another brick in the wall. *Ann Transl Med.* 2017;5(7):168. <https://doi.org/10.21037/atm.2017.03.52>
49. Pettinari M., Navarra E., Noirhomme P., Gutermann H. The state of robotic cardiac surgery in Europe. *Ann Cardiothorac Surg.* 2017;6(1):1-8. <https://doi.org/10.21037/acs.2017.01.02>
50. Shavadia J., Norris C.M., Graham M.M., Verma S., Ali I., Baine K.R. Symptomatic graft failure and impact on clinical outcome after coronary artery bypass grafting surgery: Results from the Alberta Provincial Project for outcome assessment in coronary heart disease registry. *Am Heart J.* 2015;169(6):833-40. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2015.02.022>
51. LaPar D.J., Anvari F., Irvine J.N., Kern J.A., Swenson B.R., Kron I.L., Ailawadi G. The Impact of coronary artery endarterectomy on outcomes during coronary artery bypass grafting. *Journal of Cardiac Surgery.* 2011;26(3):247-53. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8191.2011.01247.x>
52. Soylu E., Harling L., Ashrafian H., Casula R., Kokotsakis J., Athanasiou T. Adjunct coronary endarterectomy increases myocardial infarction and early mortality after coronary artery bypass grafting: a meta-analysis. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery.* 2014;19(3):462-73. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivu157>
53. Hannan E.L., Racz M.J., Walford G., Jones R.H., Ryan T.J., Bennett E., Culliford A.T., Isom O.W., Gold J.P., Rose E.A. Long-term outcomes of coronary-artery bypass grafting versus stent implantation. *N Engl J Med.* 2005;352(21):2174-83. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa040316>
54. Sakaguchi G., Shimamoto T., Komiya T. Impact of repeated percutaneous coronary intervention on long-term survival after subsequent coronary artery bypass surgery. *Journal of Cardiothoracic Surgery.* 2011;6:107. <https://doi.org/10.1186/1749-8090-6-107>
55. Dourado L.O., Bittencourt M.S., Pereira A.C., Poppi N.T., Dallan L.A., Krieger J.E., Cesar L.A., Gowdak L.H. Coronary artery bypass surgery in diffuse advanced coronary artery disease: 1-year clinical and angiographic results. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2017. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1601306>

Modern trends in coronary surgery

Renat S. Akchurin, Andrey A. Shiryayev, Vladislav P. Vasiliev, Damir M. Galayutdinov, Elina E. Vlasova
Russian Cardiology Research Center, Ministry of Health of Russian Federation, 121552 Moscow, Russian Federation

Corresponding author. Vladislav P. Vasiliev, vladpetrovich@mail.ru

Based on their 30-year experience, the authors discuss the most important problems in coronary surgery. The modern view on the indications for surgery, as well as on patients selection is presented in the light of the most recent and complete studies. The authors also present the modern approach to surgical technique, choice of graft and describe opportunities offered by microsurgical technique.

Keywords: coronary artery disease; coronary artery bypass grafting; percutaneous coronary intervention; autoarterial grafts; diffuse coronary artery disease; coronary endarterectomy

Received 30 June 2017. Accepted 10 July 2017.

Funding: The study did not have sponsorship.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interests.

Copyright: © 2017 Akchurin et al. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

How to cite: Akchurin R.S., Shiryayev A.A., Vasiliev V.P., Galayutdinov D.M., Vlasova E.E. Modern trends in coronary surgery. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery.* 2017;21(3S):34-44. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2017-3S-34-44>