А. А. ЗЕНЬКОВ, Ю. П. ОСТРОВСКИЙ

ПОЛНАЯ МИНИИНВАЗИВНАЯ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИЯ МИОКАРДА

УДК 616.12-008.74-085

Зеньков А. А. Полная миниинвазивная реваскуляризация миокарда / А. А. Зеньков, Ю. П. Островский. – Минск : Беларуская навука, 2018. – 290 с. – ISBN 978-985-08-2291-8.

Монография посвящена одному из актуальных разделов кардиохирургии – полной миниинвазивной реваскуляризации миокарда при многососудистом поражении коронарного русла. Представлены показания к выполнению миниинвазивного артериального коронарного шунтирования без затрагивания аорты на работающем сердце, технические аспекты данных реконструкций, непосредственные и отдаленные результаты. Освещены экономическая и социальная эффективность миниинвазивной реваскуляризации миокарда по разработанной стратегии, а также «кривая обучения» данной технологии.

Книга предназначена для кардиохирургов, рентгенэндоваскулярных хирургов, кардиологов, студентов и преподавателей высших медицинских заведений.

Табл. 81. Ил. 60. Библиогр.: 425 назв.

Рецензенты:

доктор медицинских наук, профессор В. В. Аничкин,
доктор медицинских наук, профессор А. Т. Щастный

ISBN 978-985-08-2291-8

© Зеньков А. А., Островский Ю. П., 2018
© Оформление. РУП «Издательский дом «Беларуская навука», 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Перечень условных обозначений 3

Введение 5

Глава 1. **Пути оптимизиции результатов и снижения инвазивности коронарного шунтирования** 8

1.1. История, современные тенденции развития и результаты миниинвазивной реваскуляризации миокарда 12
1.2. Гибридная реваскуляризация миокарда 19
1.3. Коронарное шунтирование на работающем сердце 26
1.4. Артериальная реваскуляризация миокарда 28
1.5. Хирургическая реваскуляризация миокарда без затрагивания аорты 34
1.6. Качество жизни, связанное со здоровьем, при хирургической реваскуляризации миокарда 37
1.7. «Кривая обучения», хирург-зависимые, пациент-зависимые и рыночные факторы внедрения миниинвазивной реваскуляризации миокарда 40

Глава 2. **Клинический материал и методы исследования** 45

2.1. Ретроспективное исследование с уравненными группами пациентов по индексу соответствия 45
2.2. Проспективное рандомизированное контролируемое исследование «Сравнительный анализ результатов миниинвазивной реваскуляризации миокарда, коронарного шунтирования на работающем сердце и с искусственным кровообращением» 55
2.3. Ограничения исследования 66
2.4. Методы исследования 66

Глава 3. **Стратегия миниинвазивной реваскуляризации миокарда** 80

3.1. Композитно-секвенциальная миниинвазивная реваскуляризация миокарда..... 82

3.2. Миниинвазивное *in situ* бимаммарное коронарное шунтирование с техникой удлинения «правая внутренняя грудная артерия – лучевая артерия» 94

3.3. Миниинвазивное коронарное шунтирование с использованием *in situ* обеих внутренних грудных артерий и правой желудочно-сальниковой артерии..... 104

3.4. Гибридная реваскуляризация миокарда с полным артериальным шунтированием системы левой коронарной артерии..... 115

3.5. Применение экстракорпорального кровообращения при миниинвазивной реваскуляризации миокарда 125

Глава 4. **Сравнительный анализ непосредственных результатов миниинвазивной реваскуляризации миокарда**..... 134

4.1. Сравнительный анализ непосредственных результатов миниинвазивной реваскуляризации миокарда в ретроспективном исследовании с уравненными группами пациентов по индексу соответствия..... 134

4.2. Сравнительный анализ непосредственных результатов миниинвазивной реваскуляризации миокарда в проспективном рандомизированном контролируемом исследовании «Сравнительный анализ результатов миниинвазивной реваскуляризации миокарда, коронарного шунтирования на работающем сердце и с искусственным кровообращением»..... 151

4.3. Предикторы неблагоприятного исхода миниинвазивной реваскуляризации миокарда на госпитальном этапе 160

Глава 5 **Сравнительный анализ отдаленных результатов миниинвазивной реваскуляризации миокарда** 167

5.1. Сравнительный анализ отдаленных результатов миниинвазивной реваскуляризации миокарда в ретроспективном исследовании с уравненными группами пациентов по индексу соответствия..... 167

5.2. Сравнительный анализ отдаленных результатов миниинвазивной реваскуляризации миокарда в проспективном рандомизированном контролируемом исследовании «Сравнительный анализ результатов миниинвазивной реваскуляризации миокарда, коронарного шунтирования на работающем сердце и с искусственным кровообращением» 174

5.3. Анализ функционирования кондуитов после миниинвазивной реваскуляризации миокарда 177
5.4. Предикторы неблагоприятного исхода миниинвазивной реваскуляризации миокарда в отдаленный период наблюдения 183

Глава 6. **Экономическая и социальная эффективность миниинвазивной реваскуляризации миокарда** 189

6.1. Анализ прямых расходов на стационарном этапе лечения 189
6.2. Анализ непрямых потерь после выписки из стационара 192
6.3. Анализ нематериальных потерь. Динамика качества жизни, связанного со здоровьем 198

Глава 7. **«Кривая обучения» при миниинвазивной реваскуляризации миокарда** 204

7.1. Эффекты «кривой обучения» на госпитальном этапе 205
7.2. Длительность вмешательства и индекс реваскуляризации 208
7.3. Периоперационная кровопотеря 210
7.4. Процедурные аспекты миниинвазивной реваскуляризации миокарда 212
7.5. Гибридная реваскуляризация миокарда при миниинвазивном коронарном шунтировании 213
7.6. Применение экстракорпорального кровообращения при миниинвазивном коронарном шунтировании 216
7.7. Повторная реваскуляризация миокарда после миниинвазивного коронарного шунтирования 221

Заключение 224

Список использованных источников 239

Приложение 1 270
Приложение 2 272
Приложение 3 277
Приложение 4 282
Приложение 5 285
Приложение 6 286

Глава 1

ПУТИ ОПТИМИЗИЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ И СНИЖЕНИЯ ИНВАЗИВНОСТИ КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ

Аортокоронарное шунтирование вошло в широкую практику с середины 60-х годов XX в. и быстро стало стандартом лечения пациентов с тяжелым поражением коронарных артерий [35, 144]. Тем не менее с внедрением ЧКВ стратегия лечения пациентов с ИБС значительно поменялась [195]. Усовершенствование конструкции стентов, оптимизация медикаментозного сопровождения и технических навыков быстро превратили ЧКВ в метод выбора лечения пациентов с ОКС и нетяжелым коронарным поражением [64–67, 260, 373, 383, 406]. Широкое использование ЧКВ привело к некоторому снижению частоты выполнения АКШ в последнее десятилетие [149], даже несмотря на то, что недавние исследования долгосрочных отдаленных результатов SYNTAX [411], ASCERT [125] и FREEDOM [387] показали значительно лучшую выживаемость после АКШ по сравнению с выживаемостью после ЧКВ. Даже с учетом сходных результатов применения обоих методов при определенных формах поражения коронарного русла АКШ остается стандартом оказания хирургической помощи определенным категориям пациентов – с сахарным диабетом, комплексным стенозом ствола ЛКА и многососудистым поражением [411].

Несмотря на то, что ближайшие результаты АКШ значительно улучшились за последние 50 лет, технические аспекты этой операции практически не изменились. Традиционное АКШ имеет потенциальную опасность развития ряда осложнений, связанных со срединной стернотомией, проведением ИК и манипуляциями на восходящей аорте. В 0,5–6,8 % случаев развивается гнойный стерномедиастинит, летальность при возникновении

которого может достигать 50 %. Данное осложнение ведет к повторным вмешательствам, что увеличивает продолжительность нахождения в стационаре и стоимость лечения [42, 45, 98, 151, 168, 177–179, 226, 238, 267, 327, 391, 407]. Другое неблагоприятное последствие медиастинита – снижение выживаемости в отдаленный период наблюдения [178, 181, 326, 328]. Факторами риска этого послеоперационного осложнения являются ожирение, сахарный диабет, ХОБЛ, остеопороз грудины, почечная недостаточность, иммуносупрессивная терапия, облучение послеоперационной зоны, бимаммарное шунтирование при коронарной реваскуляризации и неадекватная хирургическая техника [7, 98, 176, 177, 222, 256, 416, 420].

По сходным причинам и с одинаковыми факторами риска у 0,5–8,0 % пациентов может развиваться диастаз грудины со значимым ухудшением качества жизни, снижением физической активности и проблемами с возвратом к труду [32, 34, 72, 100, 115, 240, 254, 385, 386, 422].

ЭКК вследствие гипоперфузии, микроэмболизации, системного иммуновоспалительного ответа, перекисного окисления липидов, гемолиза, гемоглобинемии, ДВС-синдрома и вазоконстрикции потенциально может вызывать синдром полиорганной недостаточности, встречающийся в 3–5 % случаев. Это одно из наиболее грозных осложнений операций в условиях ИК, летальность при котором превышает 50 % и не имеет заметной тенденции к снижению. Наиболее часто отмечаются сердечная недостаточность, респираторный дистресс-синдром, печеночно-почечная недостаточность, реактивный панкреатит, синдром кишечной недостаточности, а также нарушения в системе гемостаза и иммунитета [43, 53, 85, 103, 108, 109, 128, 192, 230, 275, 381].

Острое повреждение почек развивается в среднем у 30 % пациентов при операциях с ИК. При этом почечно-заместительная терапия применяется, по разным данным, у 2–5 % всех оперированных пациентов и ассоциируется с 50 %-ной летальностью. В патогенезе острого повреждения почек при операциях с ИК имеют значение гемодинамические, воспалительные и нефротоксические факторы [33, 36, 38, 47, 76, 87, 102, 174, 198, 206, 207,

209, 236, 250, 294, 325, 352, 418]. Доказано значимое повышение риска повреждения почек при увеличении длительности ИК [152, 250, 364].

ЭКК может повлиять на развитие острого респираторного дистресс-синдрома (ОРДС) [109]. ОРДС после операций на сердце с ИК – редкое (менее 2 % случаев), но сопряженное с высокой летальностью (от 33 до 70 %) осложнение [3, 31, 51, 77, 104, 266, 335, 425].

В результате ишемических/реперфузионных повреждений возможно развитие синдрома низкого сердечного выброса, летальность при котором может превышать 20 %. Факторами, играющими роль в развитии данного патологического состояния, являются предоперационная дисфункция миокарда, характер и степень адекватности защиты миокарда, системный воспалительный ответ [52, 78, 170, 265, 317, 330, 331, 333].

ИК ведет к увеличению частоты развития посткардиотомного синдрома (ПКТС). Частота встречаемости ПКТС, по различным данным, колеблется от 10 до 40 %. Сопровождающая его плевральная эффузия удлиняет лечение, приводит к повторным госпитализациям, а перикардиальная эффузия может в 0,8–8,5 % вызывать жизнеугрожающую тампонаду сердца [9, 40, 121, 122, 139, 153, 180, 188, 221, 225, 291, 363, 369, 396].

Как ЭКК, так и манипуляции на восходящей аорте являются потенциальными факторами риска развития неврологических осложнений после традиционной реваскуляризации миокарда. При этом неврологический дефицит в результате инсульта наблюдается в 1–6 % случаев. Современная литература свидетельствует о том, что наряду с грубыми расстройствами частота стойких нарушений высших функций ЦНС – память, внимание, мыслительная и познавательная способность, по данным ряда авторов, остается высокой и составляет от 5 до 80 %. Это приводит к снижению «качества жизни» пациента и его социальной адаптации в послеоперационный период [10, 15, 17, 41, 44, 79, 105, 106, 116–118, 229, 259, 270, 289, 316, 320, 332, 357, 359, 397, 417].

ИК в наибольшей степени определяет состояние системы свертывания крови и, следовательно, величину периоперационной

кровопотери и потребность в гемотрансфузии [50]. Обширная хирургическая травма, длительный контакт крови с чужеродной поверхностью контура ИК, высокие дозы гепарина, гипотермия, высокая частота использования чужеродной крови и ее компонентов – возможные триггеры коагулопатии, ведущей к избыточной кровопотере. Гемодилюция вследствие первичного заполнения контура ИК, активация системной иммуновоспалительной реакции, перекисное окисление липидов, дисфункция тромбоцитов по причине ИК, гепаринизации, гипотермии и неадекватного назначения протамина ведут к уменьшению количества ФСК, тромбоцитов, фибриногена, снижению синтеза тромбина и тем самым усугубляют риск возникновения кровотечения [86, 94, 107, 185, 194, 253, 271, 319, 350, 351, 355, 380, 402, 421].

Также после традиционного АКШ имеются определенные ограничения в реабилитации пациентов, нередко встречаются низкий уровень качества жизни и сомнительный косметический эффект [135, 136, 171, 191, 205, 242, 268, 282, 292, 293, 338, 401]. Пациент боится «больших» открытых операций и зачастую отдает предпочтение ЧКВ, несмотря на неполную реваскуляризацию и даже более высокий риск такого вмешательства.

С целью дальнейшей оптимизации непосредственных и отдаленных результатов хирургической реваскуляризации миокарда некоторые ее аспекты должны быть улучшены, особенно в эпоху роста и порой злоупотребления ЧКВ. В настоящее время предложено достаточно много продвинутых методик хирургической реваскуляризации миокарда. К ним относятся коронарное шунтирование на работающем сердце, техника «без затрагивания аорты» («aortic no touch technique»), артериальная реваскуляризация миокарда, МИРМ, гибридные вмешательства и др.

Тем не менее результаты освоения этих технологий не одинаково удовлетворительные, поэтому абсолютное большинство операций КШ на современном этапе выполняются с ИК, кардиоплегией, аутовенозными графтами и через тотальную срединную стернотомию [321].

1.1. История, современные тенденции развития и результаты миниинвазивной реваскуляризации миокарда

На веб-сайте STS (Society Thoracic Surgeons) термин «миниинвазивная хирургия сердца» употребляется для описания многообразных подходов, которые уменьшают хирургическую травму и ускоряют выздоровление. Эти технологии включают «keyhole» surgery, или хирургию «замочной скважины», кардиохирургические методики без использования ЭКК и др. МИРМ – исключительная хирургическая процедура, которая включает «keyhole» доступы и избегает ИК.

История миниинвазивного хирургического лечения ИБС стартовала с середины XX в. Во время проведения экспериментов на собаках были предприняты попытки создания анастомозов между внутренними грудными и венечными артериями. Пионерами в этой области выступили В. П. Демихов (1952) и G. Murray (1953). В. П. Демихов выполнил первое успешное шунтирование коронарной артерии в эксперименте. 2 мая 1960 г. R. Goetz выполнил первый успешный механический маммарокоронарный анастомоз между правой внутренней грудной артерией и правой коронарной артерией на бьющемся сердце у 38-летнего пациента. Это был первый опыт маммарокоронарного анастомоза, выполненного у человека [232]. В феврале 1964 г. В. И. Колесов провел первый шовный маммарокоронарный анастомоз у человека: 44-летнему пациенту была шунтирована ВТК с помощью левой ВГА без ИК. Впоследствии им же была разработана техника механического шва для наложения анастомозов (1967 г.), В. И. Колесов также выполнил маммарокоронарный анастомоз при ОИМ (1968 г.) и нестабильной стенокардии (1968 г.). В 1969 г. В. И. Колесов успешно выполнил первое бимаммарное шунтирование. Позднее он продемонстрировал 70 %-ную проходимость артериальных шунтов через 5–17 лет. Уже первые экспериментальные работы В. П. Демихова (1952) и G. Murray (1953), а также первые операции по реваскуляризации миокарда, проведенные В. И. Колесовым (1964), R. Goetz (1961), K. Absolon

(1956), H. Garret, (1964), выполнялись на бьющемся сердце из миниторакотомии [18, 19, 189, 232, 247, 309, 392].

В последующем, несмотря на интенсивное развитие операций реваскуляризации миокарда в условиях ИК [37], ряд исследователей продолжали выполнять операции на РС. J. Ankeney в 1972 г. описал 143 больных, оперированных без ИК. В 1975 г. W. Trapp и R. Bisarya доложили результаты о 63 операциях, выполненных на РС [82, 410]. Переломным моментом в плане пересмотра отношения к операциям без ИК, по-видимому, стал период конца 80-х и начала 90-х годов XX в., когда сначала F. Benetti [89, 90, 156] и E. Buffolo [155], а затем и другие ученые [147, 184, 252] представили свой опыт по коронарной хирургии на бьющемся сердце с отличными результатами. Как полагает E. Jansen и соавт., в этот период основной причиной выполнения операций на бьющемся сердце было желание хирургов уменьшить инвазивность вмешательств и снизить риск операции для предотвращения побочных осложнений, связанных с ИК. Прорыв в разработке технологий локальных стабилизаторов сердца в корне изменил ситуацию. Стало возможным аккуратное наложение анастомозов и выполнение безопасных операций на бьющемся сердце [143].

Суммарный анализ устаревших данных свидетельствует о безопасности, эффективности и экономичности подобных операций. Одним из достоинств вмешательств на бьющемся сердце явилась возможность выполнения операций у пожилых пациентов, а также пациентов с тяжелой сопутствующей патологией, повышающей риск операции с ИК – выраженной дисфункцией левого желудочка, кальцинозом восходящей аорты, окклюзионно-стенотическим поражением сонных артерий и сосудов других бассейнов, почечной или дыхательной недостаточностью [1, 59, 60, 164, 167, 283, 285, 315]. В нашей стране рождение коронарной хирургии на бьющемся сердце связано с именем академика НАН Беларуси Ю. П. Островского, который внедрил это направление в повседневную практику кардиохирургов Республики Беларусь [46, 55].

Иными словами, коронарная хирургия, зародившаяся во многом благодаря стараниям наших соотечественников В. П. Демихова и В. И. Колесова как хирургия на РС, впоследствии получила свое распространение в виде АКШ в условиях ИК. Дальнейшая эволюция метода привела к возрождению операций на бьющемся сердце.

Одним из недостатков АКШ остается инвазивность, даже без использования ИК. Уровень качества жизни в 30-дневный срок после вмешательства и удовлетворенность лечением в течение 6 месяцев после выписки из стационара значительно выше при применении ЧКВ по сравнению с традиционным АКШ [337]. Более того, АКШ порой рассматривается как вмешательство, когда «грудную клетку разрезают напополам», что с точки зрения пациента имеет устрашающие перспективы послеоперационной боли и длительной реабилитации. Как результат, пациенты часто предпочитают ЧКВ коронарному шунтированию наподобие «временной скидки», т. е. придают чрезмерное значение краткосрочным результатам, несмотря на то, что КШ в данной ситуации будет иметь преимущества по отдаленной выживаемости и качеству жизни [125, 146, 161, 321, 337].

Активная популяризация метода прямого МКШ (minimally invasive direct coronary artery bypass grafting – MIDCABG) отмечена в 90-е годы XX в. Данные операции в основном включали в себя реваскуляризацию 1–2 коронарных артерий передней поверхности сердца. В этот период ряд авторов представили хорошие результаты по миниинвазивным коронарным вмешательствам в количественно разных выборках пациентов [91–93, 140, 257, 278, 382, 389].

Миниинвазивные хирургические технологии представляют собой привлекательную альтернативу. Прямое МКШ не требует стернотомии и, следовательно, является для пациентов более приемлемым вариантом, чем традиционное КШ [278]. Разрез при миниторакотомии меньше, риск глубокой раневой инфекции и потенциальные проблемы с заживлением грудины отсутствуют. И хотя MIDCABG ассоциируется с некоторым увеличением болевого синдрома в послеоперационный период из-за разведения

ребер, время пребывания в стационаре значительно сокращается, а качество жизни в ранний послеоперационный период выше по сравнению с таковым после традиционного АКШ [5, 135, 269, 324]. D. Holzhey и соавт. недавно доложили отдаленные результаты одноцентрового исследования с включением 1768 пациентов: 5- и 10-летняя выживаемость составила 88,3 и 76,6 %, а частота случаев свободы от основных неблагоприятных сердечных и мозговых событий – 85,3 и 70,9 % соответственно [356]. Применение MIDCABG ограничено, поскольку шунтируются коронарные артерии только передней поверхности сердца, чаще всего при проксимальном поражении ПМЖВ.

В настоящее время имеются сообщения о МИРМ при множественном поражении коронарных артерий. С появлением интереса к минимально инвазивным операциям разработан целый ряд соответствующих хирургических методов реваскуляризации миокарда [4, 5]. Операции МИРМ можно разделить на следующие группы в зависимости от числа и характера оперируемых коронарных артерий, видов хирургического доступа, применения ИК, использования торакоскопической техники и телеманипуляционных систем.

1. КШРС из левосторонней миниторакотомии с реваскуляризацией бассейна ПМЖВ (операция MIDCABG).

2. Многососудистое КШ из нескольких минидоступов (миниторакотомия, минилапаротомия).

3. Многососудистое КШ через левостороннюю миниторакотомию без ИК или с ИК (MICS CABG – minimally invasive cardiac surgery coronary artery bypass grafting).

4. МИРМ из частичной стернотомии без ИК.

5. МИРМ через левостороннюю миниторакотомию с port-access ИК и кардиоплегией (МИРМ с port-access канюляцией).

6. МИРМ через левостороннюю миниторакотомию с центральным ИК и кардиоплегией (Дрезденская техника МИРМ).

7. МИРМ из мини-доступа с торакоскопической мобилизацией внутренних грудных артерий без ИК или с ИК – операции эндоМИРМ (операции ENDOCAB – endoscopic coronary artery bypass grafting).

8. Мобилизация ВГА и шунтирование коронарных артерий с помощью телеманипуляционных систем (хирургических роботов) из портов без ИК или с ИК – роботизированные операции КШ (операции TECAB – Totally Endoscopic Coronary Artery Bypass Grafting).

Ряд авторов сообщают о возможности МИРМ при множественном поражении коронарных артерий с одномоментным использованием двух и более ограниченных доступов – право- или левосторонней миниторакотомии и верхней срединной лапаротомии с резекцией мечевидного отростка [279]. Указанные доступы определяются топографо-анатомическими взаимоотношениями целевых коронарных сосудов и необходимыми для их шунтирования артериальными графтами – правая или левая ВГА, правая желудочно-сальниковая артерия. Недостатками такой техники являются: использование двух доступов с увеличением площади операционной травмы и длительности вмешательства, ухудшение косметического эффекта, определенное нарушение целостности костного каркаса. V. Subramanian предложил использовать трансабдоминальный доступ для множественного коронарного шунтирования [388]. При этом использование специальных ретракторов позволяет получить адекватный подход к обеим ВГА, к задней стенке и к нижним отделам передней стенки сердца. Указанный способ, не требующий использования дорогостоящих инструментов и видеоторакоскопии, показал удовлетворительный косметический эффект, однако из-за технических трудностей по шунтированию системы ОВ ЛКА и топографо-анатомических характеристик не нашел широкого применения.

В 2009 г. J. McGinn и соавт. представлены двухцентровые результаты выполнения у 450 пациентов МИКШ (MICS CABG – minimally invasive cardiac surgery coronary artery bypass grafting) – при многососудистом поражении через левостороннюю миниторакотомию с использованием миниинвазивных систем стабилизации и позиционирования [281]. Преимуществами данного метода стали возможность полной реваскуляризации миокарда путем аорто- и маммарокоронарного шунтирования на рабо-

тающем сердце, сравнимой со стандартной из полной срединной стернотомией, отсутствие необходимости использования дорогостоящего оборудования, хороший косметический эффект, короткий срок пребывания пациентов в реанимации и в стационаре. Недостатки данного типа вмешательств следующие: технические сложности при формировании проксимальных анастомозов с восходящей аортой из-за особенностей топографо-анатомических характеристик доступа, возможность материальной эмболии артерий головного мозга при манипуляциях на восходящей аорте и гемодинамических нарушений при доступе к последней во время сдавления выносящего тракта правого желудочка. При формировании проксимальных анастомозов с восходящей аортой также имеется потенциальная проблема гемодинамической травматизации аутовенозных коронарных шунтов. Частота использования ИК составила 7,6 %, конверсий к стернотомии – 3,8, развития инсульта – 0,4, дыхательной недостаточности – 5,8 %.

В соответствии с выводами недавно опубликованных исследований непосредственные результаты МИКШ имеют преимущества перед традиционным КШ по показателям послеоперационной кровопотери, частоте развития раневой инфекции, длительности послеоперационного пребывания пациента в стационаре [258, 281, 288].

В современной литературе имеются единичные сообщения об отдаленных результатах многососудистого МИКШ. E. Barsoum и соавт. выявлено, что за 5-летний период наблюдения в группе пациентов в возрасте 75 лет и старше после МИКШ показатель общей смертности был достоверно ниже показателей группы пациентов после КШ из стернотомии (19,7 и 47,7 % соответственно) [262]. M. Ruel и соавт. выявил 92 %-ную общую состоятельность кондуитов и 100 %-ную – для левой ВГА через 6 месяцев после множественного МИКШ [354].

Что касается сравнительных исследований результатов множественного МИКШ, таковые в медицинской литературе практически отсутствуют. H. Lapierre и соавт. [280] было установлено, что двухсосудистое МИКШ является таким же безопасным

и эффективным вмешательством на госпитальном этапе, как КШРС, и приводит к более быстрому выздоровлению.

Одним из перспективных направлений развития миниинвазивной коронарной хирургии является многососудистая реваскуляризация миокарда через торакопорты. Это может быть осуществлено полностью эндоскопически (операции TECAB) при помощи телеманипуляционных систем [187], путем комбинации торакоскопической мобилизации ВГА и открытого наложения коронарных анастомозов через миниторакотомию (операции ENDOCAB) с робот-ассистенцией или без нее [12, 21, 23, 28, 39, 162, 274, 360, 412, 415, 419], а также с использованием гибридной технологии с выполнением эндоМКШ ПМЖВ и ЧКВ в других коронарных бассейнах [214]. Такие вмешательства проводятся у подобранных пациентов в единичных специализированных центрах. Операция коронарного шунтирования в таком варианте характеризуется малыми размерами операционного поля, но занимает больше времени, более затратна, чем стандартная операция и требует продолжительной «кривой обучения». Также необходимо отметить, что у широкого круга пациентов с многососудистым поражением коронарных артерий эти вмешательства не позволяют рутинно избежать стернотомии с адекватным позиционированием хирургического поля. Последние исследования показали сходные с традиционным АКШ госпитальные результаты с летальностью 1–2 % и 5-летней выживаемостью на уровне 85–95 % [187, 214, 362]. В 2016 г. J. Bonatti и соавт. представлен метаанализ отдаленных результатов TECAB из 11 центров. При этом 5-летняя выживаемость была более 90 %, свобода от ОНСМС – 75 %. Между тремя и пятью годами отдаленного периода наблюдения проходимость кондуитов составила более 90 %, а рецидив стенокардии отмечался у 15–26 % пациентов, что было сопоставимо с традиционной реваскуляризацией [264].

При множественном поражении коронарных артерий возможно успешное проведение гибридных процедур. При этом миниинвазивно выполняется МКШ ПМЖВ и ЧКВ бассейнов ОВ ЛКА и ПКА. Эти вмешательства, при сохранении принципа минимальной инвазивности, являются гарантом длительной реваску-

ляризации важнейшего коронарного бассейна – ПМЖВ, а коронарное шунтирование сохраняет свою нишу в лечении пациентов с ИБС.

Исходя из вышеизложенного, в настоящее время предложен ряд хирургических альтернатив традиционному коронарному шунтированию с искусственным кровообращением. Все они направлены на оптимизацию результатов лечения пациентов с ИБС. Преимущества и недостатки различных методов реваскуляризации миокарда представлены в приложении 1. При этом одни стратегии применяются чаще, например, КШРС из стернотомического доступа, другие методики по тем или иным причинам используются реже (MIDCABG, TECABG). Помимо применения хирургии работающего сердца и миниинвазивных подходов для оптимизации непосредственных и отдаленных результатов в коронарной хирургии также обсуждается использование полной артериальной реваскуляризации, техники КШ без затрагивания аорты, гибридных технологий с командным подходом («heart team»), эндоскопического забора кондуитов, интраоперационного ультразвукового сканирования аорты и изучения кровотока по шунтам, а также вторичные меры профилактики со строгим режимом медикаментозного сопровождения.

1.2. Гибридная реваскуляризация миокарда

Стратегия хирургической реваскуляризации миокарда при многососудистом поражении коронарных артерий имеет свои преимущества и недостатки. У КШИК или КШРС лучшие отдаленные результаты, которые в первую очередь ассоциируются с высоким уровнем состоятельности графта «левая ВГА – ПМЖВ ЛКА» [197, 321]. В то же время КШ – достаточно агрессивная хирургическая процедура с повышенным риском развития инсульта в послеоперационный период [137, 197, 383, 387], а аутовенозные кондуиты имеют сравнительно низкую долгосрочную состоятельность [73, 346]. В противовес, ЧКВ – менее инвазивная процедура со сравнительно удовлетворительным уровнем состоятельности реконструкций, в первую очередь при

использовании покрытых (DES) стентов [248, 370]. Тем не менее эти преимущества определяются за счет повышения риска повторной реваскуляризации миокарда [321].

Все вышесказанное явилось базой, на которой основана стратегия гибридного коронарного вмешательства. В 1996 г. G. Angelini и соавт. впервые представлены результаты первых ГРМ, сочетающих миниинвазивное маммарокоронарное шунтирование ПМЖВ на РС и ЧКВ в других коронарных бассейнах [231]. С этого периода ряд авторов также доложили о своем опыте подобных вмешательств с хорошими результатами [14, 211, 213, 220, 287, 371, 378]. При этом выделение ВГА и МКШ может быть выполнено под прямым зрительным контролем через миниторакотомию, а также полностью эндоскопически или с робот-ассистенцией.

Внедрение гибридных процедур поставило вопрос: имеют ли они преимущество перед КШ и множественным ЧКВ при многососудистом поражении коронарных артерий? ГРМ в серии сравнительных исследований показала свою безопасность и эффективность с низким уровнем летальности (0–2 %) и осложнений, более короткими периодом нахождения пациентов в отделении реанимации и длительностью госпитализации. Дополнительные преимущества данной методики – улучшенный косметический эффект и быстрый возврат к трудовой деятельности [211, 231, 371].

Так, в исследовании M. Halkos и соавт. показано, что в результате выполнения 300 гибридных процедур 30-дневная летальность, инсульт и нефатальный ОИМ произошли в 4 (1,3 %), 3 (1,0 %) и 4 (1,3 %) случаях соответственно. При этом длительность пребывания в отделении реанимации и длительность нахождения в стационаре была значительно меньше в группе ГРМ по сравнению с таковой в группе с традиционной реваскуляризацией миокарда, что привело к ускорению выздоровления и значительному снижению затрат на лечение [111]. Этот феномен объясняется двумя факторами. Во-первых, низкий уровень системного воспалительного ответа и частоты гемотрансфузий ассоциируется со снижением количества послеоперационных осложнений

при МИРМ по сравнению с их количеством при традиционной коронарной хирургии, что также может быть связано с результатами гибридной хирургии. Во-вторых, лучшая защита миокарда (что отражается в снижении регионарного уровня миоглобина и системного уровня тропонина I) может быть еще одним механизмом более быстрого выздоровления после ГРМ [378]. Ряд авторов отметили статистически значимое снижение потребности в гемотрансфузии при ГРМ, несмотря на использование аспирина и клопидогреля в периоперационный период, что также связывают с миниинвазивностью хирургического этапа вмешательства [113, 172, 377].

Можно предположить, что использование рентгенконтрастных препаратов при ГРМ может явиться предиктором повышения частоты почечной дисфункции в послеоперационный период по сравнению с таковой при традиционном АКШ. Однако в исследованиях достоверной разницы по данному показателю не выявлено, что, вероятно, связано с более стабильной гемодинамикой и функцией диуреза в группе пациентов с ГРМ [75, 172].

Имеется определенная гетерогенность результатов сравнительных исследований по некоторым показателям, например, длительность пребывания в отделении реанимации и длительность нахождения в стационаре. Эта разнородность может быть связана с опытом хирургической бригады и эффектом «кривой обучения», количеством пациентов, приходящихся на хирурга, различиями в периоперационном ведении и стандартами критериев выписки пациента из стационара.

Благодаря развитию робототехники появилась возможность проводить хирургическую реваскуляризацию миокарда тотально-эндоскопическим способом. В 2000 г. исследователи из Бельгии объявили результаты проведения первого робот-ассистированного гибридного вмешательства, представлявшего собой комбинацию формирования анастомоза между левой ВГА и ПМЖВ полностью эндоскопически при помощи робота (TECAB) на остановленном сердце и ЧКВ в бассейне ОВ ЛКА в несколько этапов [211]. В 2005 г. J. Bonatti и соавт. впервые одновременно выполнено TECAB на остановленном сердце со стентированием ПКА [361].

В настоящее время тотально эндоскопические робот-операции и робот-ассистированные операции МКШ через торакотомию в сочетании с ЧКВ находятся на стадии клинического эксперимента, но в будущем могут показать свою эффективность и безопасность [211, 220].

Несмотря на обнадеживающие результаты, ГРМ пока имеет ограниченное применение. Имеющиеся исследования из единичных центров включают небольшое количество пациентов, как правило, с низким уровнем сопутствующей патологии и сохранной функцией левого желудочка [113, 124, 126, 129, 208, 216, 217, 219, 273, 311, 366, 377, 378, 379]. Как показано в приложении 2, наибольшее количество гибридных процедур, выполненных в одном центре, как правило, не превышает 100–200 случаев со сроком наблюдения не более 7 лет. С 2003 по 2010 г. в США ГРМ подверглись всего 174 пациента [217]. В настоящее время результатов рандомизированных исследований по этому направлению также практически не получено. На основе ранних результатов продолжающегося проспективного рандомизированного контролируемого исследования по сравнению результатов ГРМ, КШ и ЧКВ при множественном коронарном поражении у подобранных пациентов определили отсутствие летальности, основных неблагоприятных сердечных и мозговых событий и неполной реваскуляризации на госпитальном этапе [208]. Также показана сопоставимая выживаемость и свобода от повторной реваскуляризации в изучаемых группах пациентов в течение 18 месяцев после вмешательства.

В литературе описаны единичные сообщения об отдаленных результатах ГРМ. F. Riess и соавт. показано, что состоятельность гибридных реконструкций практически одинакова в ранний послеоперационный период и через 6 месяцев после вмешательства [148]. S. Hu и соавт. доложено о более низкой частоте развития основных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий после ГРМ по сравнению с таковой после традиционного АКШ с ИК (1,0 % против 9,6 %) за средний период наблюдения 18 месяцев [379]. L. Shen и соавт. [311] также установил, что при высоком риске по EUROSCORE в 3-летний период наблюдения

в группе пациентов после ГРМ частота основных неблагоприятных сердечных и мозговых событий была статистически ниже по сравнению с таковой в группе пациентов после традиционного АКШ ($p = 0{,}030$). M. Halkos и соавт. показано, что в 5-летний период наблюдения выживаемость после ГРМ была сопоставима с выживаемостью после КШРС у пациентов с поражением ствола ЛКА (88,6 и 83,4 % соответственно; $p = 0{,}550$) и у пациентов с многососудистым поражением (86,8 и 84,3 % соответственно; $p = 0{,}610$) [216, 217]. Ряд авторов в своих исследованиях указали на более высокий уровень качества жизни и более быстрое восстановление функций после ГРМ по сравнению с таковыми после КШ из стернотомии [123, 126, 378]. V. Giambruno и соавт. опубликовал отдаленные результаты ГРМ у 209 пациентов (77,8±41,4 месяца), согласно которым выживаемость составила 95,7 %, свобода от стенокардии – 92,8 %, от повторной реваскуляризации – 90,9 % [218].

J. Bonatti и соавт. в 2012 г. опубликованы 5-летние результаты робот-ассистированной ГРМ у 226 пациентов. Выживаемость в отдаленный период составила 92,9 %, свобода от основных неблагоприятных сердечных и мозговых событий – 75,2 %; 2,7 % кондуитов и 14,2 % ЧКВ-реконструкций нуждались в реоперации. Автор заключил, что госпитальные и среднесрочные отдаленные результаты соответствуют стандартам открытой коронарной хирургии, а частота повторной реваскуляризации допустима [214].

В 2015 г. P. Zhu и соавт. опубликованы результаты сравнительного метаанализа методов ГРМ и традиционного КШ, в который были включены данные по 6176 пациентам из 10 когортных исследований. Анализ показал, что летальность, частота ОНСМС, частота развития ОИМ, инсульта, впервые возникшей фибрилляции предсердий и почечной недостаточности были сопоставимы в группах ГРМ и традиционного КШ на госпитальном этапе и через год после вмешательства. В то же время метод ГРМ характеризовался достоверно меньшей частотой гемотрансфузий, а также более коротким периодом нахождения пациентов в отделении реанимации и длительностью госпитализации [215].

В 2016 г. J. Puskas и соавт. опубликованы результаты многоцентрового обсервационного исследования с включением 200 пациентов после ГРМ и 98 пациентов после многососудистого ЧКВ, согласно которым за 1-й год наблюдения достоверной разницы между рассматриваемыми группами пациентов по ОНСМС не выявлено [212].

R. Harskamp и соавт. на основании результатов метаанализа с включением 1190 пациентов сделал заключение, что ГРМ ассоциируется с меньшей частотой осложнений и сходной частотой ОНСМС на госпитальном этапе и в 1-й год после гибридного вмешательства, но в то же время и с большей потребностью в повторной реваскуляризации по сравнению с традиционным АКШ [70, 112].

Возможно, при дальнейшем изучении долгосрочных результатов в отношении неблагоприятных сердечно-сосудистых событий ГРМ покажет свои преимущества по сравнению со стандартной хирургической реваскуляризацией миокарда. Ряд причин говорят в пользу данной концепции. Во-первых, избежание пережатия аорты – одно из основных преимуществ гибридных процедур. Манипуляции на восходящей аорте (предиктор инсульта в послеоперационный период) необходимы при традиционном КШИК и, как правило, производятся также при выполнении КШРС [329]. Во-вторых, при ГРМ качество маммарокоронарного анастомоза с ПМЖВ сразу проверяется ангиографически, и при необходимости может быть одномоментно проведена хирургическая коррекция реконструкции [233–235]. В-третьих, миниинвазивная природа гибридного вмешательства играет важную роль в быстром выздоровлении пациента.

Если обобщить имеющиеся литературные данные, у подобранных пациентов гибридная коронарная хирургия показала свою безопасность и эффективность с сопоставимыми ранними и промежуточными отдаленными результатами по сравнению с традиционным АКШ и многососудистым ЧКВ. По имеющимся сведениям, гибридные вмешательства ассоциируются с меньшей частотой ряда периоперационных осложнений и скорейшей вы-

пиской из стационара. Но прежде чем экстраполировать эти результаты на широкий круг пациентов, необходимо решение ряда задач. Так, необходима сплоченная работа «сердечных бригад», включающих кардиохирурга, рентгенэндоваскулярного хирурга и кардиолога («heart team»). Желательно наличие достаточно дорогостоящих гибридных операционных, позволяющих выполнить «открытый» этап операции и ЧКВ. Причины низкой частоты выполнения гибридных процедур также включают ограничения миниинвазивной хирургии и более частые рестенозы после коронарного стентирования. Возможно, наиболее важным ограничением являются технические сложности выполнения подобных вмешательств и высокие требования к хирургу. Согласно результатам национального анкетирования 200 кардиологов и кардиохирургов из 100 топ-центров США, большинство из них считают ГРМ адекватной альтернативой традиционному АКШ у подобранных пациентов, а также то, что частота выполнения ГРМ значимо повысится в следующее десятилетие [70].

Объективными недостатками ГРМ на современном этапе являются:

значимая частота рестенозов после коронарного стентирования по сравнению с артериальной реваскуляризацией, что приводит к повторным операциям. По различным данным, в зависимости от характера и количества используемых стентов частота рестенозов в течение 6 месяцев после вмешательства колеблется от 2,3 до 23 % при среднем значении на уровне 11 % [148, 213, 371];

увеличение частоты повторной реваскуляризации после ГРМ [112, 114];

ограниченность использования ГРМ из-за бифуркационных, протяженных поражений и хронической тотальной окклюзии в системах ОВ ЛКА и ПКА;

повышенная стоимость ГРМ при множественном коронарном стентировании в системах ОВ ЛКА и ПКА, особенно при использовании покрытых стентов.

1.3. Коронарное шунтирование на работающем сердце

В 2001 г. около 25 % КШ в мире выполнялись на РС [308]. В настоящее время в США и Западной Европе частота выполнения КШРС составляет 20 %, в то время как в странах Азии большинство процедур по реваскуляризации миокарда производится на РС [74]. Теоретически КШРС может снизить частоту некоторых осложнений, особенно инсульта, а также летальность путем исключения ЭКК, с которым связаны формирование микроэмболов, повышение проницаемости гематоэнцефалического барьера и манипуляции на аорте при канюляции и пережатии [120]. Многочисленные исследования с поправкой на риск (risk-adjusted studies) установили, что КШРС является предпочтительным вмешательством касательно ряда первичных и вторичных конечных точек [68, 131]. Метаанализ уравненных по индексу соответствия исследований (propensity score-adjusted studies), включающих 120 тыс. пациентов, продемонстрировал преимущества КШРС по 11 конечным признакам, особенно по показателю летальности (OR = 0,69; 95 % CI: 0,60–0,75; p = 0,0001) и инсульту (OR = 0,42; 95 % CI: 0,33–0,54; p = 0,0001) [251]. Кроме того, один из последних сравнительных метаанализов 59 рандомизированных исследований по КШИК и КШРС (8961 пациент) продемонстрировал снижение риска инсульта на 30 % (95 % CI: 1–51 %) [308].

Тем не менее некоторые исследования выявили увеличение частоты случаев летальности и частоты повторной реваскуляризации миокарда в отдаленный период наблюдения [127, 358], что может быть связано со снижением состоятельности кондуитов после КШРС по сравнению с КШИК [299, 312]. Хотя одноцентровые проспективные исследования выявили идентичную удовлетворительную проходимость шунтов после обоих видов коронарного шунтирования [307], исследование ROOBY показало повышение частоты тромбоза графтов на 27 % (95 % CI: 9–48 %) через 1 год после вмешательства на РС; проходимость шунтов в группах КШИК и КШРС составила 87,8 и 82,6 % соответственно (p = 0,001) [314]. Эти результаты критиковались за недостаточный опыт хирургов, принимавших участие в исследовании

шунтирования на РС [336]. Однако другие исследования с высококвалифицированными хирургами, включая метаанализ, имели сходные результаты с исследованием ROOBY [166, 395]. КШРС также ассоциировалось с увеличением частоты неполной реваскуляризации, что может влиять на выживаемость в отдаленный период наблюдения [228]. Исследование CORONARY не выявило преимуществ КШРС перед КШИК у 4752 рандомизированных пациентов в 30-дневный период и в течение 1 года после вмешательства. В этом же исследовании не выявлено достоверной разницы между группами по частоте повторной реваскуляризации и нейрокогнитивным расстройствам [175, 302]. Еще одно рандомизированное исследование (GOPCABE) с включением 2539 пациентов в возрасте 75 лет и старше не выявило достоверных различий между группами КШРС и КШИК по неблагоприятным событиям на госпитальном этапе и через год после вмешательства. Однако в исследовании кальциноз восходящей аорты отмечен как наиболее частая причина конверсии с КШИК на КШРС без затрагивания аорты [305].

Имеются данные о преимуществах КШРС у пациентов с высоким хирургическим риском [295] и у пациентов со значимым атерокальцинозом аорты [298], хотя гипотеза о преимуществах применения КШРС у всех пациентов, возможно, излишне оптимистична [144].

В целом существует большое количество сравнительных исследований результатов КШ с ИК и на РС. Они включают как небольшие рандомизированные исследования, так и многоцентровые метаанализы по полноте реваскуляризации, неврологическим осложнениям, госпитальной летальности, проходимости шунтов, частоте повторных реваскуляризаций и выживаемости в отдаленный период. Однако оптимальная хирургическая стратегия все же остается спорной [158, 202, 272, 297, 304, 306, 308, 310, 368]. Несмотря на наличие противоречивых данных в литературе, перевес доказательств говорит о преимуществах КШРС, которое ассоциируется со статистически значимым снижением частоты случаев гемотрансфузии, впервые возникшей почечной недостаточности, инсульта, нейрокогнитивных отклонений, про-