

**ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов  
медицинской помощи и медицинских технологий» ФМБА России и ФГУ  
«Всероссийский научно-исследовательский и испытательный институт  
медицинской техники» Минздрава России**

На правах рукописи

04201457318

**Сафронов Сергей Николаевич**

**Сравнительная оценка трансторакальной и чреспищеводной  
эхокардиографии при изучении функций коронарных артерий  
у больных ишемической болезнью сердца**

14.01.13

Лучевая диагностика, лучевая терапия  
диссертация на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:  
Доктор медицинских наук  
Вартанян К.Ф.

Москва-2013

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение.....</b>	<b>5</b>
<b>Глава 1. Обзор литературы. Эхокардиография в диагностике ишемической болезни сердца (обзор литературы).....</b>	<b>15</b>
1.1. Состояние проблемы, история развития эхокардиографии.....	15
1.2. Современные проблемы ишемической болезни сердца.....	25
1.3. Эхокардиография - современный метод диагностики ИБС.....	32
1.4. Анализ и интерпретация результатов эхокардиографии.....	34
1.5. Методы выявления и оценки жизнеспособности миокарда.....	40
1.6. Сравнительный анализ клинической значимости различных видов эхокардиографии в диагностике ИБС.....	42
<b>Глава 2. Материал и методы исследования.....</b>	<b>51</b>
2.1. Контингент больных, характеристика клинического материала.....	51
2.2. Методы исследования.....	56
2.3. Комплексная чреспищеводная и трансторакальная эхокардиография.....	67
2.4. Статистический метод исследования.....	76
<b>Глава 3. Результаты собственных исследований .....</b>	<b>76</b>
3.1. Клиническая характеристика обследованных больных с ИБС.....	76
3.2. Данные трансторакальной эхокардиографии в раннем послеоперационном периоде у больных ИБС.....	81
3.3. Метод стресс-эхокардиографии при диагностике ИБС.....	88
3.4. Связь данных, полученных при проведении исследований, с характером поражения коронарных артерий.....	97
3.5. Интраоперационные ЧПЭхоКГ показатели левого желудочка у больных ИБС.....	103
3.6. Оценка интраоперационных скоростных параметров и структуры кровотока в полости левого желудочка у больных ИБС.....	113
<b>Глава 4. Обсуждение результатов исследования и заключение.....</b>	<b>119</b>
<b>Выводы.....</b>	<b>142</b>

<b>Практические рекомендации.....</b>	<b>143</b>
<b>Список использованной литературы.....</b>	<b>144</b>

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АВК	атриовентрикулярный канал
АД	артериальное давление
АК	аортальный клапан
ВОЛЖ	выводной отдел левого желудочка
ВЭМ	велозергометрия
ДМЖП	дефект межжелудочковой перегородки
ДМПП	дефект межпредсердной перегородки
ДПГ	доплеркардиография
ИБС	ишемическая болезнь сердца
ИС	индекс сферичности
КДИ	конечно диастолический индекс
КДО	конечно-диастолический объем
КСИ	конечно-систолический индекс
КСО	конечно-систолический объем
ЛЖ	левый желудочек
ЛП	левое предсердие
МЖП	межжелудочковая перегородка
МК	митральный клапан
МО	минутный объем
МРТ	магнитно-резонансная томография
ПЖ	правый желудочек
ПП	правое предсердие
СС	синусовый ритм
ССС	сердечно-сосудистая система
ТДЭхоКГ	трехмерная динамическая эхокардиография
ТТЭхоКГ	трансторакальная эхокардиография
УО	ударный объем
ФВ	фракция выброса
ФК	фиброзное кольцо
ЧПЭхоКГ	чреспищеводная эхокардиография
ЧСС	частота сердечных сокращений
ЦДК	цветное доплеровское картирование
ЭКГ	электрокардиограмма
ЭхоКГ	эхокардиография
2D	двухмерная эхокардиография
3D	трехмерная эхокардиография



## **ВВЕДЕНИЕ**

### **Актуальность проблемы**

К концу XX и началу XXI столетия проблема профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний является одной из самых актуальных задач современного здравоохранения большинства развитых стран мира, включая и Россию, так как до 40% всех летальных случаев приходится на эту патологию. По данным ряда исследователей более чем в 90% случаев смерть от сердечно-сосудистых заболеваний обусловлена ишемической болезнью сердца (ИБС) и мозговым инсультом. В то же время эксперты ВОЗ обращают внимание на «омоложение» ИБС и увеличение частоты инфарктов миокарда среди мужской популяции населения в возрасте 35-45 лет (Оганов Р.Г., 1994; Беленков Ю.Н. и др., 1999; Оганов Р.Г., Масленникова Г.Я., 2000).

В этой связи на современном этапе развития медицинской науки вопросы, связанные с профилактикой и лечением сердечно-сосудистых заболеваний, разработкой новейших эффективных методов своевременной и четкой диагностики ИБС, имеют приоритетное значение, весьма актуальны и являются важной медико-социальной проблемой. На сегодняшний день ведется активный поиск более перспективных методов диагностики постинфарктной дисфункции миокарда и коронарных сосудов при ИБС. Применяется достаточное количество методов, большинство из которых требуют дорогостоящей аппаратуры (магнитно-резонансная томография, позитронно-эмиссионная томография, сцинтиграфические методы и пр.).

Достижения ультразвуковой техники произвели переворот в диагностике заболеваний внутренних органов и открыли широкие перспективы в распознавании заболеваний, ранее недоступных для инвазивных методов исследования. Развитие новых методов визуализации в медицине, направленных на получение изображений, наиболее приближенных к реальному объекту, явились стимулом для разработки и внедрения в медицинскую практику рентгенологических, компьютерной и магнитно-

резонансной томографии, эхокардиографии и других современных методов исследования. Новая технология - эхокардиография (ЭхоКГ) является перспективным методом изучения сократительной функции миокарда. Метод позволяет количественно оценивать амплитуду и скорость движения различных сегментов миокарда и сердечных структур. Недавние научные исследования, основанные на сопоставлении данных ЭхоКГ с гистологическими исследованиями миокарда, свидетельствуют, что миокардиальные скорости отражают структурные изменения в миокарде и коронарных сосудах (выраженность фиброза, плотность стенок сосудов, степень кальциноза и пр.). Метод ЭхоКГ оказался простым, безвредным и высокоинформативным в диагностике различных заболеваний сердца и коронарных сосудов. Более сложной является интерпретация полученных изображений на экране, что зависит от техники и квалификации врача. За несколько десятилетий своего существования ультразвуковая визуализация сердца прошла путь от изображения в одномерной М-модальной развёртке до трёхмерной реконструкции изображения в картезианской системе координат (Бокерия Л. А., 2002; Shan K. et al., 2000г).

Уже ставшее рутинным эхокардиографическое исследование позволило создать так называемую эхокардиографическую анатомию сердца, что позволяет расширить диапазон визуализации, оценить пространственное расположение, конфигурацию, объем и особенности строения различных структур сердца и сосудов. Применение в кардиохирургической клинике метода ЭхоКГ представляет большой интерес, так как дает возможность изучить анатомические особенности клапанной патологии, септальных дефектов, особенности отхождения магистральных сосудов, что определяет, в свою очередь, выбор врачебной тактики лечения как консервативной, так, в особенности, и хирургической.

Стремительный прогресс кардиологии, появление новых технологий и внедрение в кардиохирургическую практику более информативных методов

диагностики побудили к появлению трансторакальной эхокардиографии (ТТЭхоКГ), что позволило значительно четче визуализировать гемодинамику при ишемической болезни сердца (ИБС). Одним из основных преимуществ ТТЭхоКГ является, по-видимому, возможность более детального изучения характера поражения сосудистого аппарата сердца, определение степени стеноза и кальциноза сосудов, определение деструктивных изменений со стороны клапанов и других отклонений от нормы со стороны различных элементов сердца. Кроме того, важным обстоятельством является оценка функционально-анатомического состояния коронарных сосудов и клапанного аппарата сердца после проведенных хирургических реконструктивных вмешательств (Бокерия Л.А., Голухова Е.З. и соавт., 2005, 2008; Menzel T. et al., 1997; Levine R.A. et al., 1999; Nanda N.C. et al., 2001; Pandian K.G. et al., 2002; Cheng T.O. et al., 2004; Roelandt J. et al., 2004; Ge S. et al., 2007). Накоплен сравнительно большой опыт клинического использования ТТЭхоКГ, изучены возможности и ограничения метода, разработаны диагностические алгоритмы для различных видов патологий со стороны сердечно-сосудистой системы, что позволят в определенной степени оптимизировать качество диагностических решений. Определение внутрисердечных объемов у больных с асимметричным, ремоделированным ЛЖ является одной из самых перспективных областей применения ТТЭхоКГ. Оценка возможностей метода в вычислении объемов у больных с различными вариантами ремоделирования ЛЖ, сравнительная оценка результатов этого метода с традиционными ультразвуковыми методиками и магнитно-резонансной томографией (МРТ) определяет информативность и спектр клинического использования ТТЭхоКГ.

Однако в ряде случаев возникают объективные ограничения использования метода ТТЭхоКГ, в частности, при наличии акустических препятствий на пути ультразвукового луча, локализованных вне сердца – легкие, ребра, подкожная жировая клетчатка, мышечная прослойка. Кроме того, применение датчиков с частотой 2,4-3,5 МГц, ограничивающих разрешающую

способность ультразвуковой диагностики, побудили к поиску новых возможностей для ЭхоКГ. Разработка метода чреспищеводной эхокардиографии (ЧПЭхоКГ), предложенного Peter Hanrat в 1987г., является разновидностью стандартного эхокардиографического исследования сердца с применением специального эндоскопического датчика, который вводится в пищевод пациента. Отсутствие на пути ультразвукового датчика помех от подкожного жирового слоя, ребер, лёгочной ткани позволяет получать в 100% случаев высококачественные изображения сердца, внутрисердечных структур. Ограничение возможности визуализации для диагностики тромбоза полостей сердца, оценки функции правых отделов сердца при использовании ТТЭхоКГ диктует применение ЧПЭхоКГ, которое имеет большое значение для расчета показателей центральной гемодинамики.

Использование ЧПЭхоКГ мониторинга является обязательным при проведении ряда операций в коронарной хирургии и входит в систему обеспечения интраоперационной безопасности (Khandheria B. K. 1990).

Огромную роль играет ЧПЭхоКГ в оценке количества и определении адекватности сформированных трансмиокардиальных каналов при операциях лазерной реваскуляризации миокарда. Велика роль ЧПЭхоКГ в раннем послеоперационном периоде для мониторинга параметров гемодинамики, выявления ранних послеоперационных осложнений со стороны сердца, включая оценку функций сосудов и клапанов, дисфункцию шунтов и других образований (Бураковский В. И., 1989; Петровский Б. В., 1996; Шевченко Ю. Л., 1998; Бокерия Л. А., Бузиашвили Ю. И. 1999, 2004).

Развитие и широкое внедрение в клиническую практику неинвазивного и безопасного метода доплерэхокардиографии в последние годы резко повысило интерес к изучению различных патологических состояний со стороны сердца, сосудов и внутрисердечной гемодинамики при ИБС (Hoffman A. et al., 1992; Smith G. et al, 1997; Chambers J. et al., 1999).

Однако в раннем послеоперационном периоде, когда больные находятся на искусственной вентиляции легких, диагностика возможных осложнений со

стороны сердца и сосудов при помощи ТТЭхоКГ представляет определённые трудности из-за нечёткой визуализации. И поэтому в определённых случаях специалисты прибегают к использованию ЧПЭхоКГ, которая является частично инвазивной процедурой и требует определённых навыков и умений. Метод ЧПЭхоКГ предоставил новые возможности в визуализации сердца и коронарных сосудов, благодаря отсутствию промежуточных структур и использованию датчиков высокой частоты (5-7 МГц), что позволило получить отличное изображение структур сердца, коронарных сосудов и паракардиальных пространств, труднодоступных для метода ТТЭхоКГ. При изучении дисфункции миокарда и коронарных сосудов, связанной с ишемией/реперфузией при ИБС, представляется перспективной сравнительная оценка методов ТТЭхоКГ и ЧПЭхоКГ, что потенциально приведет к выявлению более чувствительных и прогностически оптимальных параметров в оценке патологических проявлений у больных ИБС. Результаты сообщений различных авторов по поводу обсуждаемой проблемы достаточно противоречивы, неясно, какие из описанных методов являются наиболее оптимальными и более перспективными при определенных диагностических ситуациях, развивающихся при синдроме ишемии/реперфузии у больных ИБС. В частности, необходим поиск наиболее современных и перспективных методов диагностики постишемической дисфункции коронарных сосудов и миокарда с достижением четкой визуализации патологически измененных элементов сердца и сосудов. Именно подобные ситуации побудили нас к проведению настоящих исследований, направленных на выявление показаний к проведению ТТЭхоКГ по отношению к ЧПЭхоКГ и их сравнительной эффективности в определенных диагностических ситуациях у больных с ИБС.

Исходя из вышеизложенного, **целью** настоящего исследования явилось: выбор оптимальной методики, отражающей состояние внутрисердечной гемодинамики и функций коронарных сосудов у больных ИБС при трансторакальной и чреспищеводной эхокардиографии с оценкой наиболее информативных показателей используемых методик в сравнительном плане.

В соответствии с поставленной целью нами были определены следующие *задачи исследования*:

1. Разработать диагностическую методику оптимальной визуализации при оценке реперфузионных повреждений миокарда и коронарных сосудов у больных ИБС до и после кардиохирургических операций с использованием ТТЭхоКГ и ЧПЭхоКГ.
2. Исследовать состояние коронарных сосудов, глобальной и локальной сократимости миокарда у больных ИБС как в покое, так и при нагрузке с использованием добутамина и велоэргометра по результатам эхокардиографии и цветного доплеровского картирования.
3. Определить визуализированные, расчетные и индексированные показатели по результатам трансторакальной и чреспищеводной ЭхоКГ с сравнительным сопоставлением полученных данных.
4. Оценить ограничения и преимущества ТТЭхоКГ и ЧПЭхоКГ методов в оценке степени обструкции коронарных сосудов и гемодинамических нарушений у больных ИБС.
5. Провести сравнительный анализ и оценить основные диагностические преимущества применения ЧПЭхоКГ в условиях плохой трансторакальной визуализации коронарных артерий у больных ИБС.

### **Научная новизна**

Впервые на большом клиническом и эхокардиографическом материале проведена корреляционная связь между инвазивным определением состояния коронарных сосудов и исследованием с помощью неинвазивных методов диагностики - ТТЭхоКГ и ЧПЭхоКГ.

Разработана оригинальная методика по получению четкой визуализации при исследовании глобальной и локальной сократимости миокарда, состояния коронарных сосудов у больных ИБС как в покое, так и при использовании соответствующих нагрузочных проб в виде добутамина и велоэргометра по результатам эхокардиографии и цветного доплеровского картирования. Впервые при комплексной интраоперационной ЧПЭхоКГ изучены

закономерности скоростных параметров кровотока в полости ЛЖ у больных ИБС до и после операции по АКШ и геометрической реконструкции ЛЖ. Определены визуализированные, расчетные и индексированные показатели по результатам ТТЭхоКГ и ЧПЭхоКГ с сравнительным сопоставлением полученных данных.

Проведена оценка в отношении ограничений и преимуществ по проведению диагностических мероприятий с использованием методов ТТЭхоКГ и ЧПЭхоКГ в случаях определенных клинических ситуаций при оценке степени обструкции коронарных сосудов и гемодинамических нарушений у больных ИБС. Определены основные диагностические преимущества применения ЧПЭхоКГ в условиях плохой трансторакальной визуализации коронарных артерий у больных ИБС. Среди пациентов кардиохирургического профиля обоснована и определена ведущая роль ЧПЭхоКГ в ведении больных в раннем послеоперационном периоде при операциях по коррекции обструкций коронарных сосудов.

### **Практическая значимость работы**

Проведенные исследования позволяют расширить существующие представления о роли ЧПЭхоКГ в диагностических мероприятиях по визуализации патологически измененных элементов в условиях плохой трансторакальной визуализации коронарных артерий у больных ИБС. В работе показано преимущество ЧПЭхоКГ перед трансторакальным исследованием для обследования больных в ряде случаев, в частности, когда больные находятся на искусственной вентиляции лёгких в условиях отделения реанимации и интенсивной терапии. Применение ЧПЭхоКГ с оценкой данных доплеровского потока позволит установить четкую диагностическую картину и избежать инвазивного мониторинга коронарных артерий и других областей сердца у больных ИБС. Это позволит избежать развития возможных осложнений, связанных с инвазивными методами исследования.

Результаты исследования позволяют чётко определить показания для проведения ЧПЭхоКГ, получить необходимую информацию для оптимизации дальнейшего ведения больных в раннем послеоперационном периоде после операций на сердце и сосудах а также выявить показания и противопоказания к проведению кардиохирургических вмешательств у больных, страдающих ИБС.

#### **Положения, выносимые на защиту**

1. При современном уровне развития эхокардиографии становится возможным и необходимым использование ультразвуковых методов исследования для оценки состояния больных ИБС в плане выбора тактики лечения с возможным хирургическим вмешательством с целью коррекции патологически измененных коронарных сосудов.
2. Метод ЧПЭхоКГ является высокоинформативным и относительно неинвазивным методом исследования внутрисердечной гемодинамики и состояния коронарных сосудов у больных ИБС.
3. Чреспищеводная эхокардиография в условиях плохой трансторакальной визуализации даёт возможность более полной оценки внутрисердечной гемодинамики у пациентов, подвергшихся оперативному вмешательству по поводу коррекции коронарных сосудов в раннем послеоперационном периоде.
4. Результаты ЧПЭхоКГ могут служить показанием или противопоказанием при выборе метода и тактики лечебно-профилактических мероприятий у больных ИБС, в том числе и в случае проведения кардиохирургических оперативных вмешательств на коронарных сосудах. Кроме того, данные эхокардиографии позволяют корректировать проведение инотропной, вазоактивной и вolemической терапии, а также могут быть использованы при проведении намечающихся повторных оперативных вмешательств

#### **Внедрение результатов исследования в практику**



Результаты диссертационной работы внедрены в работу диагностического центра ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» ФМБА России, а также на кафедре радиологии ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования» Минздравсоцразвития России при чтении лекций и ведения семинарских занятий с курсантами-слушателями на сертификационных циклах и занятиях по программе последипломного образования.

### **Личный вклад автора**

Автором диссертационного исследования лично проведено эхокардиографическое обследование у 102-х больных, страдавших ИБС, на фоне поражений коронарных сосудов и клапанных пороков врожденного и приобретенного характера. Было проведено всего 147 исследований с применением ТТЭхоКГ и ЧПЭхоКГ. Подбор и анализ тематической литературы, организация обследуемых групп пациентов, а также проведение сравнительного анализа результатов исследования со статистической обработкой полученного материала достоверны, проведены лично автором. Научные положения, выводы и практические рекомендации вытекают из основных положений диссертации, базируются на результатах собственных исследований автора.

### **Апробация материалов диссертации и публикации**

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на научно-практических конференциях ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» ФМБА России, на заседаниях кафедры радиологии ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования» Минздравсоцразвития России. Диссертация апробирована на заседании ученого совета ОАО «Научно-производственное объединение Экран».

По теме диссертации опубликовано 5 печатных работ, в том числе 3 статьи в рецензируемых медицинских журналах, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России.

### **Объем и структура диссертации**

Диссертация изложена на 159 страницах компьютерного текста, состоит из 4-х глав, введения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы, включающего 166 наименования, в том числе 31 отечественных и 130 зарубежных научных источников. Работа иллюстрирована 27 таблицами и 10 рисунками.

## **ГЛАВА 1. ЭХОКАРДИОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

### **1.1. Состояние проблемы, история развития эхокардиографии**

Применение ультразвука для исследования в кардиологической практике начинается с 1953 года (Edler J., Hertz C., 1964), а сам термин «Эхокардиография» впервые был введён в литературу в 1964г. Американским институтом ультразвука. В настоящее время кардиологи и кардиохирурги всех стран для определения тактики ведения пациентов всё чаще основываются на результатах неинвазивных методов диагностики, одним из которых является эхокардиография (Hertz C. H., 1972; Gorcsan J. et al., 1991; Gutgessel H.P. et al., 1985; Krabill K.A. et al., 1987; Huhta J.C et al., 1987; Burns P.N., 1987; Starling M.R., Crawford M.H. et al., 1982).

К настоящему времени эхокардиография (ЭхоКГ) превратилась в комплекс наиболее информативных неинвазивных методов исследования, отвечающих требованиям хирургии сердца и сосудов, обеспечивающих оценку функциональной эффективности коронарных сосудов, клапанных аппаратов сердца, а также в случае хирургических вмешательств (Gorcsan J. et al., 1991; Иваницкий А.В., Константинов В.М. и соавт., 2001; Сокольская Н.О., 2003; Shiller N.B. et al., 1987).

В основе нарушений физиологических функций у больных с ишемической болезнью сердца (ИБС) отмечаются расстройства гемодинамики, обусловленные структурными изменениями сосудов сердца. Для отчётливого представления кардиохирургом этих структурных изменений на помощь приходят методы ультразвуковой визуализации сердца. Современное эхокардиографическое обследование включает многие десятки параметров-показателей, характеризующих состояние сердечно-сосудистой

системы (Feigenbaum H., Stone J. M. et al, 1970, 1992; Gramiak R., Waag R., Simon W., 1973; Seward J. B., Tajik A.L. et al., 1975; Hatle L., Angelsen B., 1984; Hamer H. P. et al, 1988).

Методы ЭхоКГ широко используются для морфометрии сердца, исследования центральной гемодинамики, функции желудочков, состояния клапанных структур, оценки патогенетического варианта правого предсердия (ППС), перфузии миокарда, оценки тяжести сердечной недостаточности (Feigenbaum H. et al, 1972,1993; Alverson D.C, Eldridge M. et al., 1982; Slager C.J. et al, 1988; Simonson J.S., Shiller N.B., 1989; Shapiro S.M. et al, 1991; Бокерия Л.А., Бузиашвили Ю.И. 1999; Assmann P.E., Зиц С. В., 2001; Сокольская Н.О., 2002).

Количество эхокардиографических методик стремительно растёт, и за последнее десятилетие одномерная, двухмерная, контрастная, доплеровская эхокардиография пополнились трёхмерной, внутрисосудистой, тканевой, чреспищеводной, внутрисердечной и стресс-эхокардиографией (Schluter M., Hanrath P., 1963; Feigenbaum H. et al,1972; Бокерия Л.А., Бузиашвили Ю.И. 1999; Машина Т.В., Голухова Е.З., 2001; Иваницкий А.В., 1998; Соловьёв А.В., 2002.). Прогресс эхокардиографии в большой степени связан с развитием компьютерных технологий, и в настоящее время многие специалисты перешли от аналоговых машин к цифровым. Эхокардиография как метод диагностики представляет собой ряд томографических срезов сердца, изменяющихся в реальном масштабе времени. Основой эхокардиографии является ультразвук. Принцип метода основан на свойстве ультразвука отражаться на границе двух сред с неодинаковой акустической плотностью, или ультразвуковым сопротивлением. Чем больше разность ультразвукового сопротивления на границе сред, тем сильнее степень отражения, которая зависит также от угла падения луча на поверхность раздела сред. Чем выше частота ультразвука, т.е., чем короче длина волны, тем выше разрешающая способность используемого аппарата; при частоте

2,25 МГц разрешающая способность соответствует примерно 1 мм. По определению, ультразвук - это звук, имеющий частоту свыше 20000 колебаний в секунду, то есть выше слышимого диапазона. Главные преимущества ультразвука как диагностического инструмента следующие: 1) ультразвук может быть направлен в виде луча; 2) ультразвук подчиняется законам отражения и преломления; 3) ультразвук отражается объектами небольшого размера. Основным недостатком является то, что ультразвук не распространяется в газообразной среде. Количество отражённого ультразвука зависит от различий акустических характеристик. Поэтому, когда луч проходит сквозь ткань, содержащую газ и твёрдые тела, то почти весь ультразвук отражается, а его проникающая способность оказывается незначительной. Такие плотные структуры, как кость, кальций или металл, также будут отражать почти всю энергию (Зарецкий В.В., Н.М. Мухарлямов, 1993; Feigenbaum H. et al, 1972).

Главным элементом ультразвукового прибора является преобразователь (датчик), который с помощью пьезоэлектрического кристалла преобразует электрический сигнал в звук высокой частоты (0,5-15 МГц). Этот же кристалл используется для приема отраженных звуковых волн и их преобразования в электрические сигналы. Во время исследования пациент лежит на спине или на левом боку. Датчик располагают над сердцем в различных позициях, обеспечивающих доступ к исследованию разных отделов сердца по его длинной и короткой осям. Основные доступы достигаются, главным образом, с помощью 4-х позиций размещения датчика, в 3 или 4 межреберных промежутках (*парастернальный доступ*); в яремной ямке (*супрастернальный доступ*), у нижнего края реберной дуги в области мечевидного отростка грудины (*субкостальный доступ*); в области верхушечного толчка (*верхушечный доступ*). Из всех этих позиций проводится секторальное сканирование сердца в плоскости, которая максимально позволяет визуализировать зоны интереса. В основном это три плоскости:

плоскость длинной оси (сагиттальная плоскость); плоскость короткой оси (горизонтальная); плоскость, проходящая через 4 камеры сердца (параллельная дорсальной и проходящая на уровне длинника сердца). Исторически первым режимом эхографического сканирования сердца был А-режим (amplitude - амплитуда). А-метод предполагает регистрацию отраженных эхосигналов на экране осциллоскопа в виде пиков кривой (эхография). В А-режиме эхо-сигналы регистрируются в виде пиков, амплитуда которых пропорциональна интенсивности сигнала, а расстояние между пиками соответствует расстоянию между отражающими объектами и датчиком в масштабе прибора. Данный режим в настоящее время не применяется для исследования сердца.

*Одномерная эхокардиография* основана на фиксации отражённых ультразвуковых колебаний, посланных датчиком в тело человека.

Возвращающиеся в датчик отраженные импульсы превращаются в электрические, усиливаются и через специальные устройства отображаются на экране. Отражённые сигналы воспроизводятся в виде кривых движения структур сердца. Одномерная эхокардиография получила название М-ЭхоКГ (т - motion - движение) - развертка сердечной деятельности во времени. В М-режиме изображаются движущиеся структуры, находящиеся на одной линии ультразвукового луча, при этом движение точек разворачивается во времени (по горизонтали) и сопоставимо с временными интервалами синхронно регистрируемой ЭКГ, а по вертикали регистрируется истинный переднезадний размер структур сердца, который легко определить благодаря изображению на эхокардиограмме масштаба линейных измерений в виде пунктирных делений по вертикали (как бы образующих вертикальные линейки) с известным расстоянием между делениями в мм.

М-ЭхоКГ позволяет оценить состояние левых отделов сердца - расширение полостей, толщину миокарда, зоны асинергии, параметры

гемодинамики, массу миокарда. (Feigenbaum H., et al.1972; Шиллер Н. Б., Осипов М. А., 1993).

Из расчетных показателей, характеризующих сократительную функцию левого желудочка (ЛЖ) сердца, основными являются систолическое уменьшение короткой оси ЛЖ (определяется как процентное отношение разницы диастолического и систолического размеров желудочка к диастолическому размеру), которое в норме колеблется от 34 до 44%, и скорость циркулярного укорочения волокон миокарда. Последняя определяется, как отношение разницы диастолического и систолического размеров ЛЖ к произведению диастолического размера и времени изгнания крови из желудочка (Мухарлямов Н.М., Беленков Ю.Н.1981; Струтынский А.В. 2001; Бокерия Л.А., Голухова Е.З., Иваницкий А.В., 2002; Feigenbaum H. et al,1972).

В последнее время из-за своих ограниченных возможностей, и развития более информативных методик М-ЭхоКГ является вспомогательной к основному - двумерному исследованию (Feigenbaum H. et al,1993).

*Двухмерная эхокардиография* стала основой ультразвуковой диагностики в кардиологии со времени своего внедрения в современную практику, благодаря возможности получить истинную картину пространственного соотношения сердечных структур. Двухмерная ЭхоКГ дает сканограмму движущегося сердца в реальном масштабе времени, при этом изображение срезов на разных уровнях сердца идентично анатомическим срезам. Для получения двумерного изображения сердца в реальном времени производится сканирование в секторе 60-90°. В режиме двухмерного изображения на экране получается сечение сердца, состоящее из множества точек, соответствующих В-модальным эхокардиограммам (В - brightness - яркость) при различных направлениях луча (Шиллер Н. Б., Осипов М. А., 1993). При этом каждая точка соответствует принятому датчиком отраженному эхосигналу, а ее место определяется глубиной

расположения отражающей сигнал структуры. В современных приборах, устроенных по принципу «серой шкалы», яркость каждой точки изображения зависит от интенсивности отраженного сигнала, т.е. от акустического сопротивления тканей этого участка. Ультразвуковые волны легко распространяются в упругих средах и отражаются на границе различных слоев в зависимости от изменения акустического сопротивления среды. Чем больше акустическое сопротивление исследуемой ткани, тем интенсивнее она отражает ультразвуковые сигналы, тем светлее исследуемый участок выглядит на сканограмме. Отражение участком ткани ультразвуковых сигналов сильнее, чем в норме, определяют терминами «повышенная эхогенность», или «усиленная эхоструктура». Наибольшей эхогенностью обладают кальцинаты в проекции клапанов, протезы клапанов. Их акустическое сопротивление может быть настолько велико, что они совершенно не пропускают ультразвуковые сигналы, полностью отражая их.

Знание проекций позволяет получить эхокардиограммы высокого качества, однако требуется индивидуальный подход при исследовании каждого пациента (Фейгенбаум Х., 1999).

Качественный анализ двухмерной ЭхоКГ включает измерение размеров полостей сердца и магистральных сосудов, диаметров атриовентрикулярных и полулунных клапанов, объёмов желудочков, оценку сократительной функции желудочков. Измерения проводятся по тому же принципу, который используется в М-ЭхоКГ. Общепризнанным для оценки общей систолической функции желудочков сердца является показатель фракции выброса (Беленков Ю.Н., Шевченко О.П., Атьков О.Ю., 1980; Spirito P., Magon B.J., 1988; Nishimura R.A., Housmans P.R., 1989; Shapiro S.M, Bersohn M.M., 1991; Мясник Б.Н., Илюхин В.В., Андреев Ю.П. 1991). Фракция выброса - это интегральный показатель, определяющий взаимозависимость величин систолического напряжения и ударного объема, в пределах действия механизма Франка-Старлинга. Фракция выброса представляет собой



выбрасываемую в систолу долю (процент) крови, заполняющей левый желудочек в диастолу (диастолического объёма ЛЖ). Фракция выброса вычисляется как ударный объём сердца, делённый на диастолический объём (Фейгенбаум Х., 1999).

Современные эхокардиографы снабжены компьютерными программами для оценки насосной и сократительной способности миокарда, внутрисердечной гемодинамики (Oppizzi M, 1995; Nader D.N., 2000; Miyatake K., 1995).

*Допплер-эхокардиография* используется в практической деятельности кардиологов благодаря открытию физика Христиана Иоганна Допплера, который в 1842г. установил следующую константу: «Если источник звука неподвижен, то длина волны и частота звука, исходящего от этого источника, являются постоянными величинами». Впоследствии в практике ультразвуковой диагностики стал использоваться термин «доплеровская эхокардиография» или эффект Допплера (Hatlé P., Angelsen B.A., 1985; Nanda N.C, 1985; Nishimura R. A., Tajik A., 1986).

Эффект Допплера, лежащий в основе доплер-эхокардиографии, состоит в том, что частота ультразвукового сигнала при отражении его от лоцируемого объекта изменяется пропорционально скорости движения объекта (эритроцитов) вдоль оси распространения сигнала. При приближении объекта в сторону датчика частота отраженного сигнала увеличивается, при удалении объекта от датчика - уменьшается. Скорость движения объекта (V) при известной генерируемой частоте ультразвука (F) и сдвиге частоты в отраженном сигнале (f) может быть определена из уравнения Допплера, связывающего эти величины:

$F=2fxVxcosQ:C$  где C - скорость распространения ультразвука в среде (в мягких тканях человека она в среднем равна 1550 м/с), Q - угол между ультразвуковым лучом и направлением движения объекта. Допплер-эхокардиография позволяет оценить направление и скорость потока крови в

полостях сердца и главных артериях, а по изменениям этих параметров по времени определить физическую характеристику потока (ламинарный или турбулентный). Существует два режима доплер-эхокардиографии - *непрерывный* и так называемый *импульсный*, предполагающий фокусирование ультразвукового луча, что позволяет исследовать поток крови в ограниченной области, например вблизи митрального клапана. Допплер-эхокардиограммы регистрируются в форме спектрограммы - изменения спектра частот эхосигналов от исследуемого потока и течение сердечного цикла, либо в цветном изображении направления потока на двухмерной эхокардиограмме благодаря цветовому кодированию сигнала (Алехин М.Н., Седов В.П. 1997.; Овчинников А.Г. Агеев Ф.Т. Мареев В.Ю. 2000; Miyatake K, Okamoto M, Kinoshita N, et. al, 1984; Stork T.V., Muller R.M., Piske GJ. et al. 1989; Cartier R., Dias O. S., Pellerin M., 1996).

Применение метода Допплера существенно дополняет информацию, полученную при одно- и двухмерном ЭхоКГ исследовании:

Выявляет регургитантные потоки.

Выявляет и количественно оценивает шунтовые потоки.

Выявляет и количественно оценивает величину препятствия току крови (градиент обструкции), а также объёмную скорость кровотока.

Позволяет более точно оценить систолическую и диастолическую функции камер сердца.

Уточняет топографию порока, в том числе пороков, не визуализируемых с помощью двухмерного ЭхоКГ исследования.

*Тканевой Допплер*: его эффект построен на том, что доплеровские сигналы от стенок желудочков отличаются от сигналов кровотока по двум параметрам: скорость и амплитуда. Тканевой доплер анализирует низкочастотный сигнал, прошедший фильтр, отсекающий высокочастотный спектр. Таким образом, ТДЭ является модификацией традиционной Цветной Допплеровской технологии, избирательно анализирующей сигналы,

исходящие от тканей ( $<10$  см/с и низкочастотные), которые затем проходят автокорреляцию и скоростные преобразователи.

Тканевой доплер применяют для диагностики нарушений локальной сократимости стенок желудочков, локальных нарушений диастолической функции ЛЖ, для диагностики исчезновения трансмурального градиента скоростей (Мартынов А. И., Остроумова О. Д., Стенура О. Б., 1996; Арипов М. А. 2000; Bach D., Donovan C., Armstrong W. 1995; Гиляревский С.Р., 1999; Miyatake K, Okamoto M, Kinoshita N. et. al, 1984).

*Чреспищеводная эхокардиография* значительно отличается от трансторакального исследования. Впервые в 1976 году чреспищеводный датчик для исследования сердца применили Frazin и соавторы, которые используя датчик на гибком шнуре с наконечником (oil bag), исследовали сердце в М-режиме. Nisanaga исследовал сердце с помощью ротирующего кабеля и двухмерной ЭхоКГ. Позже Matsumoto измерил фракцию выброса ЛЖ и впервые применил стресс-тест при ЧПЭхоКГ, а также использовал ЧПЭхоКГ для исследования сердца у больных в отделении анестезиологии. Эффект Доплера при ЧПЭхоКГ впервые использовали Said и Gosling. Они измерили скорость кровотока в аорте и трансаортальный градиент. В 1982 году Peter Hanrat и соавторы использовали гастроскоп с датчиком на конце без наконечника, состоявшего из 32 элементов, с высокой чувствительностью передачи данных, при этом получили до 90% спектрального изображения сердца. В 1985 году Ficher E., Goldmen V. и Hweng J. независимо друг от друга сообщили о первой визуализации движения крови в ЛП и выявлении эффекта спонтанного контрастирования. Одновременно изучались физические основы данного феномена. Впервые была детально описана морфология ушка ЛП, тромбы в полости ушка, описан пролапс митрального клапана, изучена сократимость стенок ЛЖ. Также с помощью эффекта Доплера была изучена митральная регургитация.

Далее технологии проведения ЧПЭхоКГ развивались весьма интенсивно. Разрабатывались новые датчики, стала возможной запись изображения, расширились возможности для диагностики. В 1987 году Peter Hanrat предложил использование чреспищеводного датчика для двухмерной визуализации. С переходом от моноплановых датчиков к мультиплановым возможности метода в диагностике заболеваний сердца значительно возросли (Бокерия Л. А., Бузиашвили Ю. И, 1999; Bruijn N. P., Clements F. M. 1987).

В последние годы были четко сформулированы преимущества ЧПЭхоКГ перед ТТЭхоКГ: 1) Нет анатомических барьеров; 2) Можно использовать датчик с более высокой частотой; 3) Полное совпадение направления датчика и потоков в полостях сердца; 4) Возможность получить более информативные срезы. Впервые была детально описана анатомия аорты, а также картина при её расслоении (Бокерия Л. А., Бузиашвили Ю. И, 1999; Bruijn N. P., 1987; Gail E., Peterson P., Sharon C., 2003).

*Трёхмерная эхокардиография* - это восстановление на экране объемного (трёхмерного) строения сердца. Большинство применяемых в настоящее время программ трехмерной эхокардиографии базируется на идее компьютерной обработки и реконструкции двухмерных изображений. Во многих случаях идеальное изображение сердца в разных плоскостях возможно получить только с помощью ЧПЭхоКГ. Существенное значение этот метод приобретает в оценке реконструктивных операций на митральном и трикуспидальном клапане, а также в оценке поражения аортального клапана и состояния устьев коронарных артерий. Кроме того, трёхмерная эхокардиография является незаменимой при определении сегментарной сократимости миокарда. (Бокерия Л. А., Машина Т. В., Голухова Е. З., 2002; Gunasegaran K. 2000; Van Camp G. 2000).

Таким образом, использование различных модификаций и вариантов метода ЭхоКГ в кардиологической практике при строго индивидуальном

подходе у больных с ИБС может исключить дополнительный риск инвазивных внутрисердечных методов исследования, а также может служить хорошим подспорьем при показаниях или противопоказаниях к тем или иным хирургическим вмешательствам на сердце и коронарных сосудах.

## **1.2. Современные проблемы ишемической болезни сердца**

К концу XX и началу XXI столетия сердечно-сосудистые заболевания остаются основной причиной смерти населения большинства развитых стран Европы, включая и Россию, составляя до 40% всех случаев смертей. Более чем в 90% случаев смерть от сердечно-сосудистых заболеваний обусловлена ишемической болезнью сердца (ИБС) и мозговым инсультом. При этом эксперты ВОЗ обращают внимание на омоложение ИБС и увеличение частоты инфарктов миокарда среди мужчин в возрасте 40-45 лет. Доля сердечно-сосудистых заболеваний в структуре смертности населения России за последние 30 лет практически не изменилась, составляя в различные периоды свыше 50% всех случаев смерти (Демографический ежегодник России: статистический сборник. Госкомстат России.-2008). В то же время информированность населения о наличии у них сердечно-сосудистой патологии оставляет желать лучшего, так как каждый второй человек не знает о своем заболевании. Поэтому ранняя диагностика ИБС становится одной из важнейших задач для современного здравоохранения и, в особенности, для врачей-кардиологов, что позволит своевременно выявлять заболевание и прогнозировать вероятность развития его осложнений (Беленков Ю.Н. и др., 1999; Оганов Р.Г., Масленникова Г.Я., 2000; Сидоренко Б.А. и др., 2004).

В связи с описанием в 1987г. R.W.Nesto, G.J. Kowalchuck классического ишемического каскада, при котором нарушения локальной сократимости предшествуют клиническим проявлениям и электрокардиографическим изменениям, в последние годы появилось множество работ по использованию нагрузочной ЭхоКГ в диагностике ИБС. При стресс-эхокардиографии

ультразвуковым методом регистрируются изменения кинетики, которые возникают при спровоцированной ишемии миокарда (Armstrong W.F., 1992; Feigenbaum H., 1991; Picano E., 1992). Описаны различные варианты стресс-тестов, используемых при проведении пробы (Jaarsma W. et al., 1986; Picano E. et al., 1987; Feigenbaum H., 1992). Различными авторами показана возможность использования стресс-эхокардиографии у различных групп пациентов (Sawada S. G. et al., 1989; Жаров Е.И., Сидоренко В.Б., Мартынов А.И., 1990; Сидоренко Б.А. и др., 1994)

Проведенный рядом авторов анализ использования различных стресс агентов показал преимущества фармакологической пробы с добутамином перед другими методиками нагрузочной ЭхоКГ в диагностике ИБС (Sawada S.G. et al., 1991; Marcovitz P.A., Armstrong W.F., 1992).

Однако до последнего времени четко не определены возможности метода для некоторых категорий пациентов. Не проводилась одновременная оценка клинических электрокардиографических, эхокардиографических изменений в покое и при нагрузке в зависимости от локализации поражения коронарного русла. В последнее время у больных с ИБС выделяют различные морфологические состояния кардиомиоцитов в зависимости от перспективы восстановления их функции, разделяя ишемизированный миокард на жизнеспособный и нежизнеспособный (Rahimtoola S.H., 1995; Shivalkar B. et al., 1996)

Повседневная медицинская практика уже сегодня требует объективных подходов к определению жизнеспособности миокарда у разных категорий больных ИБС (Шумаков В.И. и др., 1999). Выявление такого миокарда у больных с дисфункцией левого желудочка чрезвычайно важно с клинических позиций, поскольку позволяет предположить эффективность и целесообразность проведения реваскуляризации миокарда и оценить прогноз у таких больных (Сидоренко Б.А. и др., 1997; Ferrari M. et al., 1999). Особенно важна такая оценка для больных ИБС с высокой степенью риска

послеоперационных осложнений. Стресс-эхокардиография с высокой долей чувствительности и специфичности позволяет ответить на эти вопросы. Однако до настоящего времени не уточнены возможности этой методики при решении вопроса о показаниях и прогнозе оперативного лечения ИБС.

Особенно важна такая оценка для больных ИБС с высокой степенью риска послеоперационных осложнений. Эхокардиография с высокой долей чувствительности и специфичности позволяет ответить на эти вопросы. Однако до настоящего времени окончательно не уточнены возможности этой методики при решении вопроса о показаниях и прогнозе оперативного лечения при ИБС.

В лечении ишемической болезни сердца в настоящее время используются как консервативные методики, так и оперативное лечение, позволяющее восстановить кровоток в пораженных артериях (Ferrari R. et al., 1994; Vanoverschelde J.L.J., et al., 1999). Использование хирургической реваскуляризации зачастую ограничено социально-экономическими показаниями. Поэтому появление методики, позволяющей ответить на вопрос заработает ли после операции дисфункциональный до этого миокард, очень важно как для врача, так и для пациента (Pagano D., et al., 1998). Кроме того, стресс-эхокардиография с добутамином позволяет выявить группу больных с нежизнеспособным миокардом, оперативное лечение у которых неэффективно. На сегодняшний день имеются достаточно разноречивые данные о том, как скоро восстанавливает свои функции «спящий» миокард после проведения реваскуляризации (Шумаков В.И. и др., 1999; Саидова М.А., Беленков Ю.Н., Акчурина Р.С., 1999; Алехин М.Н. и др., 2000; Седов В.П. и др., 2000).

Таким образом, вопросы о показаниях к выполнению стресс-эхокардиографии и оценке ее диагностической эффективности, требуют своего дальнейшего изучения. Не определена, в частности, тактика выбора метода эхокардиографии в комплексе клинико-функциональных

исследований для выявления и оценки степени поражения коронарных артерий при ИБС.

Приоритетной задачей современной восстановительной медицины является разработка и применение инновационных технологий, направленных на динамическую оценку и адекватную коррекцию функциональных резервов организма у лиц с патологическими нарушениями и болезнями различных органов и систем, в особенности у больных, страдающих ИБС. Проблема своевременной диагностики и лечения больных с различной патологией со стороны сердечно-сосудистой системы все еще остается актуальной, несмотря на регулярное появление все новых и новых диагностических и высокотехнологичных методов и средств, направленных на усовершенствование и оптимизацию диагностических манипуляций. Результатом научно-технического прогресса является разработка новых высокоинформативных методов исследования, направленных на дальнейшее совершенствование диагностики и лечения различных заболеваний. Внедрение в медицинскую практику рентгенологических методов исследования способствовало решению ряда диагностических задач, однако, влияние на организм ионизирующего излучения, низкая разрешающая способность, наличие противопоказаний и осложнений снизили ожидаемый диагностический эффект этого метода.

Дальнейшие исследования и внедрение радиоизотопной техники, волоконной оптики также не способствовали детальной визуализации внутренних органов и систем, в особенности патологий со стороны сосудов. Поэтому современная медицина предъявляет повышенные требования к качеству диагностики тех или иных заболеваний, что может быть залогом успешного и целенаправленного лечения. Многим врачам хорошо известно крылатое изречение отца медицины Гиппократ: «Кто хорошо диагностирует, тот хорошо лечит», что является направляющим стимулом для врачей всех специальностей, которые заинтересованы в



разработке и создании новых, более усовершенствованных информативных, методов диагностики и лечения самых различных заболеваний, в особенности при патологических состояниях со стороны сердечно-сосудистой системы (Бокерия Л. А., Бузиашвили Ю. И. 2009; Бобровницкий И.П., 2010).

Известно, что диагностика ИБС и коронарной гемодинамики являются прерогативой инвазивных методов исследования, в частности рентгеноконтрастной коронарной ангиографии, которая по-прежнему считается «Золотым стандартом» при исследовании сосудов сердца. Однако в последние два десятилетия в связи с появлением новых ультразвуковых технологий существенно отодвинулись методы ангиографических исследований. Достижения ультразвуковой техники произвели переворот в диагностике заболеваний внутренних органов и открыли широкие перспективы в распознавании заболеваний, недоступных для инвазивных методов исследования. Так, в современных крупных кардиологических центрах во время васкулярных операций все чаще применяются селективные и суперселективные интракоронарные ультразвуковые исследования с использованием высокочастотных датчиков и доплеровских флоуметров. Эти методы позволяют устранить ряд диагностических недостатков прямого инвазивного метода и помогают не только уточнить степень исходного морфофункционального поражения коронарного русла, но и осуществить эффективный динамический контроль эндоваскулярными манипуляциями (Врублевский А.В., Бощенко А.А., 2001; Черкавская О.В., Атьков О.Ю., Савченко А.П., 2001; Vimbaum Y., Luo H., Siegel R., 1998).

Наряду с этим необходимо отметить, что сочетание ангиографического и ультразвукового методов исследования является крайне дорогостоящей и по времени продолжительной инвазивной процедурой, требующей сосредоточения комплекса сложной диагностической аппаратуры и

бригады квалифицированных специалистов. Проведение подобных высокоинформативных диагностических процедур все еще, к сожалению, остается прерогативой только крупных кардиодиагностических подразделений. В то же время перед практическим кардиологом ежедневно встает проблема быстрого и сравнительно недорогого и неинвазивного исследования коронарных стенозов и окклюзий с возможностью определения коронарного резерва и последующей оценки эффективности реваскуляризационных процедур. Между тем, неинвазивная визуализация коронарных артерий и детекция коронарного кровотока любым из существующих в настоящее время методов является чрезвычайно трудной методической задачей вследствие особенностей топографии коронарных артерий, их малого диаметра и гиперкинезии, обусловлено постоянным сокращением сердечных камер. Частично преодолеть эти трудности способствуют новейшие ультразвуковые технологии последних десятилетий, а именно мультиплановая чреспищеводная и высокочастотная трансторакальная эхокардиография, применение которых позволяет визуализировать большую часть магистрального коронарного русла с возможностью регистрации доплеровского спектра коронарного кровотока. При этом весьма важно, что возможно четко определить коронарный резерв, т.е. степень увеличения объемной скорости коронарного кровотока при неизменном перфузионном давлении и максимальном расширении коронарных сосудов. В клинической практике возможность изучения коронарного резерва дает ультразвуковое доплеровское исследование коронарного кровотока, которое, как правило, осуществляется с помощью специального датчика с использованием ЧПЭхоКГ. Данный метод позволяет получить качественное изображение коронарных артерий и направить ультразвуковой луч параллельно коронарному кровотоку. Тем самым создаются предпосылки для точного измерения диаметра

коронарных артерий и скорости кровотока в них, что позволяет рассчитать объем крови, поступающей к миокарду в единицу времени. Изменение этого объема под влиянием тех или иных факторов может быть использовано в качестве меры коронарного резерва (Мазур В.В., 2005; Врублевский А.В., Бощенко А.А., 2007).

### **1.3. Эхокардиография - современный метод диагностики ИБС**

Как уже отмечалось выше, метод ЭхоКГ основан на регистрации локальных нарушений определенных участков миокарда и обструкции коронарных сосудов с помощью двух- и трехмерной эхокардиографии с целью выявления приходящей ишемии миокарда. Будучи по своей сути томографическим методом, полипозиционное эхокардиографическое исследование позволяет оценивать каждый сегмент миокарда в масштабе реального времени с превосходным пространственным разрешением (24, 29).

В основе нагрузочных эхокардиографических проб лежит факт, установленный еще в 1935г. R. Tennant и C. Wiggers в экспериментах на открытом сердце: при пережатии коронарной артерии и уменьшении коронарного кровотока более чем на 50% отмечается нарушение локальной сократимости миокарда в зоне кровоснабжения этой коронарной артерией. Затем связь преходящих нарушений локальной сократимости была подтверждена различными методами как в экспериментальных, так и в клинических исследованиях. Внедрение эхокардиографического метода исследования в реальном масштабе времени дало возможность регистрировать нарушения локальной сократимости миокарда, возникающие при коронарной недостаточности (67,79, 86).

Развитие новых методов визуализации в медицине направлено на то, чтобы получить изображение, наиболее приближенное к реальному объекту. Это относится и к ультразвуковым методам исследования, и к рентгенологическим, к компьютерной и магнитно-резонансной томографии. Уже ставшее рутинным эхокардиографическое исследование позволило создать так называемую

эхокардиографическую анатомию сердца. Однако то двухмерное изображение, к которому мы так привыкли сегодня, в значительной степени ограничивает реальное зрительное восприятие объекта, так как мы оперируем только с набором ряда плоскостных проекций. Трехмерная реконструкция ультразвукового изображения сердца позволяет расширить диапазон визуализации, оценить пространственное расположение, конфигурацию, объем и особенности строения различных сердечных структур. Применение трехмерной эхокардиографии в кардиохирургической клинике представляет большой интерес, так как дает возможность изучить анатомические особенности клапанной патологии, септальных дефектов, особенности отхождения магистральных сосудов, что определяет, в свою очередь, выбор хирургической тактики лечения.

Одним из основных преимуществ трехмерной ЭхоКГ является, по-видимому, возможность более детального изучения характера поражения клапанного аппарата: 1) определение степени стеноза и кальциноза клапана, 2) определение степени пролабирования и несмыкания клапанных створок, 3) диагностика деструктивных изменений клапана, перфорации створок, отрыва хорд, 4) определение изменений подклапанного аппарата на разных уровнях, 5) оценка анатомии клапана после реконструктивных вмешательств на нем (Л.А. Бокерия, Е.З. Голухова и соавт., 1999, 2000; Levine R.A. et al., 1989; Nanda N.C. et al., 1992; Pandian K.G. et al., 1994; Cheng T.O. et al., 1994; Roelandt J. et al., 1994; Kupferwasser I. et al., 1996; Wang X.F. et al., 1996; Menzel T. et al., 1997; Ge S. et al., 1997, 1998; Dall'Agata A. et al., 1998). Накоплен сравнительно большой опыт клинического использования метода, однако, в ряде случаев его диагностическая ценность пока остается в какой то степени весьма спорной. Изучение возможностей и ограничений метода трехмерной ЭхоКГ, разработка диагностических алгоритмов для различных видов клапанной патологии позволяют оптимизировать качество проводимых диагностических решений.

Все большее значение придается применению трехмерной ЭхоКГ в оценке общей систолической функции левого желудочка (ЛЖ). Преимущество метода заключается в возможности определения внутрисердечных объемов, не прибегая к использованию геометрических допущений, которые неизбежны в традиционных методиках и обладают значительной погрешностью (King D.L. et al., 1994; Roeloandt J.R. et al., 1994; Sapin P. Met al., 1996; Gopal A.S. et al., 1997; Munt B.I. et al., 1998; Mele D. et al., 1998; Ota T. et al., 1999).

Определение внутрисердечных объемов у больных с асимметричным, ремоделированным ЛЖ является одной из самых перспективных областей применения трехмерной ЭхоКГ. Оценка возможностей метода в вычислении объемов у больных с различными вариантами ремоделирования ЛЖ, сравнительная оценка результатов этого метода с традиционными ультразвуковыми методиками и магнитно-резонансной томографией (МРТ) позволяют определить информативность и спектр клинического использования трехмерной ЭхоКГ.

Использование компьютерной цифровой технологии обработки ультразвукового видеоизображения сердца значительно сокращает время исследования и дает возможность на одном экране получить два и более изображения. Это позволяет одновременно просматривать результаты ЭхоКГ до пробы, на высоте нагрузки и сразу после завершения. При ишемии миокарда отмечается временная последовательность развития ее маркеров (так называемый ишемический каскад). В этом ряду нарушения локальной сократимости миокарда предшествуют ишемическим изменениям ЭКГ, изменениям глобальной сократимости левого желудочка, стенокардии и, следовательно, могут быть более чувствительным маркером ишемии в сравнении с перечисленными. Стресс- ЭхоКГ пробы позволяют уточнить непосредственно локализацию, степень и распространенность зон ишемии миокарда и функцию сократимости левого желудочка (ЛЖ). Анализ

локальной сократимости основывался на условном разделении ЛЖ на 16 сегментов (24, 59, 107, 134).

При определении локализации коронарного атеросклероза каждый сегмент относят к зоне кровоснабжения одного из трех коронарных сосудов следующим образом. Для поражения передней межжелудочковой артерии считаются специфичными нарушения сократимости во всех отделах передних, переднеперегородочных, в среднем - заднеперегородочного и в верхушечном - перегородочного сегментов. Для правой коронарной артерии - во всех отделах задних и в базальном отделе заднеперегородочного сегментов. Для огибающей артерии - во всех отделах переднебоковых и заднебоковых сегментов. В связи с вариабельностью кровоснабжения верхушки сердца нарушения сократимости в верхушечных сегментах относят к той же зоне васкуляризации, что и в соседних, более базально расположенных сегментах с нарушенной сократимостью. Изолированное поражение верхушки считают специфичным для передней межжелудочковой артерии. Различные авторы подчеркивают такие достоинства метода, как широкий спектр возможностей в изучении работы сердца, физиологичность - воспроизводится реальная ситуация, приводящая к ишемии у пациента, неинвазивность, возможность проведения многократных исследований, безопасность метода (56, 105, 126, 134, 156).

ЭхоКГ пробы, по данным литературы, позволяют не только выявить ИБС, но и оценить точную локализацию, степень и распространение зон ишемии и сократимост ЛЖ, что обуславливает преимущество метода перед другими нагрузочными ЭКГ-пробами (59, 96, 98, 105, 134, 137).

Необходимо подчеркнуть, что многие авторы отмечают высокую чувствительность и специфичность метода эхокардиографии как при однососудистом, так и при многососудистом поражении коронарных артерий. Большое значение имеют также неинвазивность, доступность, возможность проведения многократных исследований и относительно невысокая стоимость исследования (36, 41, 56, 59, 95, 137).

#### **1.4. Анализ и интерпретация результатов эхокардиографии**

Выявление нарушений локальной сократимости миокарда является одной из самых сложных задач, требующих определенного опыта специалиста по эхокардиографическим исследованиям в кардиологических центрах. Результаты исследования можно анализировать с различной степенью детализации, от простой качественной оценки нарушений локальной сократимости миокарда до применения сложных схем количественного анализа. Качественными критериями считают изменение систолического утолщения миокарда и нарушение локальной сократимости миокарда в виде дискинезии в сегментах, соответствующих стенозированным коронарным артериям. Ишемический вариант ответа миокарда на исследование следует предположить у пациента, у которого в исходном состоянии не регистрировались зоны нарушенной сократимости, а на пике нагрузки они появились. Наиболее вероятно, что имеется гемодинамически значимое стенозирование коронарной артерии и преходящая ишемия. Такая картина, как правило, наблюдается у пациентов с ИБС без предшествующих инфарктов миокарда. Количественная оценка выраженности нарушений локальной сократимости миокарда возможна при помощи индекса нарушения локальной сократимости (ИНЛС). При балльной оценке сократимости каждого из визуализируемых сегментов, ИНЛС равен отношению суммы баллов к количеству оцениваемых сегментов. Рассчитывая этот индекс в покое и во время нагрузки, можно судить о динамике сократимости левого желудочка (2, 24, 55, 110, 114, 115).

При ЭхоКГ исследованиях оценивают следующие показатели:

1. Нарушение локальной сократимости. В В-режиме исследуют изменения движения стенки ЛЖ в систолу. Систолическая экскурсия различных участков стенок ЛЖ и степень систолического утолщения миокарда оценивается в М-режиме. Выявленные изменения локальной

сократимости миокарда являются диагностически значимыми, если они охватывают не менее двух смежных сегментов.

2.Изменение глобальной сократимости миокарда ЛЖ. При стресс-ЭхоКГ фракция выброса (ФВ) не связана с прогнозом, однако, снижение ФВ при нагрузке может быть дополнительным маркером ишемии миокарда и повышает чувствительность пробы. Так при двух- и трехсосудистом поражении при нагрузке отмечается снижение ударного объема и достоверное уменьшение ФВ (61, 104,117).

3. Диастолическую функцию ЛЖ (по трансмитральному кровотоку в диастолу в режиме импульсного доплера) (4, 5, 13, 82, 106).

4. Дисфункцию папиллярных мышц и митральную регургитацию - в режиме цветного доплеровского картирования ( 45, 76, 99, 115).

5. Изменение кровотока в аорте в режиме постоянно-волнового доплера (17, 43, 81, 90, 103, 128).

В настоящее время наиболее достоверным критерием ишемии считают нарушение локальной сократимости участков ЛЖ, количественным отражением которой являются систолическая экскурсия и систолическое утолщение. Теоретически, последний более чувствительный маркер ишемии, чем систолическая экскурсия. Утолщение стенки есть всегда активный процесс, в то время как движение ее может пассивно передаваться от нормально сокращающихся участков. В практике целесообразно оценивать как движение, так и степень систолического утолщения каждого сегмента в исходном состоянии и во время нагрузки. Расчет объемов ЛЖ и фракции выброса может быть рекомендован у больных с подозрением на ИБС, но у которых не выявляются нарушения локальной сократимости, а так же всем пациентам с сердечной недостаточностью. Допплер-ЭхоКГ признаки изменения систолической или диастолической функции ЛЖ, появление или увеличение степени митральной недостаточности при цветном доплеровском картировании скорее отражают выраженность нарушений локальной



сократимости или заинтересованность папиллярных мышц, но они не являются маркерами собственно ишемии миокарда. Качество интерпретации зависит от подготовки специалиста, а диагностическая точность варьирует от 62% до 85%. Необходимо подчеркнуть особую актуальность специальной подготовки специалиста перед самостоятельным проведением стресс-ЭхоКГ, что в значительной мере препятствует широкому распространению как методу, обладающему большим и пока недостаточно изученным диагностическим потенциалом. (24, 78, 100, 114).

В настоящее время показана возможность применения самых разных провоцирующих факторов при проведении нагрузочной ЭхоКГ: 1) физическая нагрузка (активная нагрузка) - тредмил, ВЭМ, статическая нагрузка; 2) электростимуляция сердца (пассивная нагрузка) - ЧПЭС (чреспищеводная электростимуляция предсердий), программирование параметров ПЭКС (постоянный электрокардиостимулятор); 3) фарм. пробы - с добутамином, дипиридамолом, аденозином. Сложности визуализации при пробах с активной физической нагрузкой обусловили ограниченное распространение этих методик, поскольку активные движения грудной клетки, учащенное дыхание пациента во время пробы препятствуют своевременному и достоверному ЭхоКГ выявлению нарушений локальной сократимости, свидетельствующих об ишемии миокарда (61, 83, 112, 113, 130, 134).

От 20 до 40% пациентов с подозреваемой или существующей ИБС не в состоянии адекватно выполнить или достигнуть критериев прекращения пробы с физической нагрузкой из-за сопутствующих неврологических, ортопедических заболеваний или поражения периферических сосудов. Альтернативой эхокардиографии с физическими нагрузками являются пробы с ЧПЭС предсердий и фарм. препаратами. Кратковременность индуцируемой при ЧПЭС ишемии позволяет использовать этот метод для диагностики ИБС даже у больных с подозрением на нестабильную стенокардию.

Зяблов А.Б., Тривоженко Ю.И. (1997) констатируют тот факт, что при проведении стресс-ЭхоКГ с ЧПЭС не отмечены какие-то побочные эффекты и ее проведение возможно в амбулаторных условиях. Как известно, ЧПЭС увеличивает потребление кислорода миокардом практически исключительно за счет увеличения частоты сердечных сокращений (ЧСС). Поскольку артериальное давление при этой пробе увеличивается незначительно, то и двойное произведение, а, следовательно, и потребление кислорода миокардом увеличивается не так выражено, как при пробе с физической нагрузкой. Кроме того, при предсердной стимуляции, вследствие укорочения диастолы, существенно уменьшается конечно-диастолический объем левого желудочка по сравнению с пробой с физической нагрузкой. Конечная диастолическая толщина миокарда возрастает по мере нарастания частоты стимуляции, а процент систолического утолщения уменьшается. Таким образом, уменьшение процента систолического утолщения миокарда на пике нагрузки является нормальным ответом при стимуляции и не должно расцениваться в качестве маркера ишемии. Движение межжелудочковой перегородки изменяется до парадоксального при наведении частоты стимуляции даже у абсолютно здоровых людей. Все вышеперечисленное приводит к ограниченному использованию ЭхоКГ с ЧПЭС. Применяемые для ЭхоКГ фарм. препараты по своему основному механизму действия приводят или к снижению доставки кислорода к миокарду (дипиридамо́л, аденозин) или к увеличению потребности миокарда в кислороде (добутамин, арбутамин). Несмотря на явные преимущества и достоинства метод ЭхоКГ имеет ряд ограничений, на что указывают исследования различных авторов(24, 25, 74, 97, 115).

Как любой инструментальный метод, ЭхоКГ имеет противопоказания к применению у некоторых групп больных. К ним относятся следующие: нестабильная стенокардия, недостаточность кровообращения III - IV ФК по NYHA, постоянная форма фибрилляции предсердий. Кроме того,

исследование ЭхоКГ не проводится пациентам, постоянно принимающим лекарственные препараты, влияющие на функциональные и электрофизиологические свойства миокарда, без своевременной их отмены (11, 45, 88, 111).

Наиболее широкое применение на сегодняшний день нашли фарм. пробы с дипиридамолом и добутамином, к которым нередко добавляют атропин для увеличения ЧСС. Являясь мощным вазодилататором, дипиридамолом влияет, прежде всего, на непораженные атеросклерозом коронарные артерии, что приводит к перераспределению кровотока в пользу неишемизированных зон миокарда. Д.М. Аронов и В.П. Лупанов (1996) отмечают умеренно выраженный положительный инотропный эффект дипиридамола. Это позволило считать, что в патогенезе развивающейся под воздействием дипиридамола ишемических изменений повышается потребность миокарда в кислороде. Препараты, приводящие к снижению доставки кислорода к миокарду, являются наиболее эффективной альтернативой пробам с физической нагрузкой при их использовании для исследования перфузии миокарда. Однако они менее эффективны в комбинации с электрокардиографией и эхокардиографией (14, 29, 77).

Добутамин представляет собой симпатомиметический амин, реализующий свой эффект через стимуляцию бета-1, бета-2 и альфа-1 рецепторов. Добутамин в небольших дозах, являясь относительно селективным в отношении бета-1 рецепторов, увеличивает сократимость миокарда при непрерывной инфузии и приводит к увеличению сердечного выброса, главным образом, через увеличение ударного объема. В дозах, превышающих 20 мкг/кг/мин, частота сердечных сокращений может увеличиваться и приводить к снижению общего периферического сопротивления за счет вторичного рефлекторного снижения симпатического тонуса. Полупериод жизни добутамина составляет только 2 минуты и поэтому для поддержания эффекта препарата необходима его постоянная инфузия. Увеличивая сократимость и частоту сердечных

сокращений при высоких дозах, добутамин приводит к увеличению потребления кислорода. При условии несоответствия доставки кислорода и его потребления, эхокардиографическое исследование позволяет непосредственно визуализировать нарушения локальной сократимости миокарда у пациентов ИБС (24, 77, 91, 115, 120, 136, 138).

К противопоказаниям для проведения ЭхоКГ добутамином относятся: низкое качество получаемого ЭхоКГ изображения, стеноз ствола ЛКА более 50%, недавно перенесенный инфаркт миокарда (менее 3 дней), нестабильная стенокардия, желудочковая аритмия, фибрилляция предсердий; тяжелая гипокалиемия с исходным сужением выносящего тракта ЛЖ. Все это позволяет говорить о том, что назначение неинвазивного и доступного ЭхоКГ с фарм. пробами - пациентам с подозрением на ИБС предоставляет возможность более дифференцированно отбирать больных, нуждающихся в проведении коронарографии. Это позволит избежать проведения необоснованных исследований и связанных с ними неоправданных материальных затрат и возможных осложнений (57, 76, 89, 111, 120, 143).

### **1.5. Методы выявления и оценки жизнеспособности миокарда**

Суждения об ишемии миокарда как об исключительно остром состоянии в последние десятилетия дополнены представлениями о хронически ишемизированном миокарде с разными перспективами восстановления его функции. Термин «миокардиальная жизнеспособность» был введен для характеристики потенциально обратимой дисфункции миокарда, исчезающей при реперфузии или после успешной реваскуляризации (21, 48, 94, 141, 145).

Как известно, в настоящее время в генезе дисфункции миокарда при ИБС выделяют необратимые (некроз, фиброз, ремоделирование как следствие перенесенного инфаркта) и обратимые компоненты. Последние представлены особыми статусом кардиомиоцитов, общим свойством которых является сохранение жизнеспособности клеток, несмотря на нарушение функции.

Это привело к дроблению понятия «жизнеспособный» миокард на «спящий» и «оглушенный» миокард (14, 48, 63, 123).

Под гибернирующим или «спящим» миокардом понимают состояние дисфункции миокарда ЛЖ в покое, вызванное его длительной гипоперфузией, частично или полностью исчезающее после улучшения коронарного кровоснабжения и/или снижения потребности миокарда в кислороде. Участки гибернации миокарда могут быть обнаружены у 20-30% больных стабильной стенокардией, не имеющих явных признаков ишемии миокарда. Диагностика имеет большое значение, так как ситуации, при которых развиваются эти состояния, хорошо поддаются медикаментозному или хирургическому лечению, и раннее выявление участков «уснувшего» миокарда позволяет получить дополнительный клинический эффект (46, 70, 116, 123, 124).

Клиническое значение спящего миокарда и необходимость его активного лечения определяются следующими факторами:

- высокая частота спящего миокарда при всех формах ИБС (53, 62, 64, 144);
- отрицательное влияние на прогноз больных с дисфункцией ЛЖ (64, 75);
- нестабильность гибернации, т.к. при гипоперфузии возможно усугубление ишемии, развитие процессов апоптоза и необратимых изменений вплоть до некроза (52, 78, 123, 124, 142);
- локальная дисфункция, обусловленная спящим миокардом, может играть важную роль в нарушении геометрии сокращения желудочков (54);
- обратимость дисфункции, обусловленной гибернацией, при восстановлении кровотока в миокарде и/или снижении его потребности в кислороде (108, 123).

Таким образом, определение жизнеспособности миокарда особенно важно у больных с ишемической кардиомиопатией, высоким риском развития острого инфаркта миокарда, проведении тромболитической терапии, а также у потенциальных кандидатов на пересадку сердца. Существует ряд методов

исследования, позволяющих оценивать жизнеспособность миокарда (60, 63, 139).

Спящий миокард характеризуется несколькими признаками: целостностью клеточных мембран, сохранением метаболизма глюкозы и инотропным резервом. Эти характеристики формируют основу различных методов исследования, применяемых в оценке жизнеспособности. Для выявления положительного инотропного резерва жизнеспособного миокарда используются различные фармакологические пробы: с добутамином, дипиридамолом, эноксимоном. В ряде случаев, крайне редко, применяются пробы с небольшой физической нагрузкой. В практике наибольшее распространение получила проба с добутамином.

Увеличение систолического утолщения сегментов с исходно нарушенной сократимостью в ответ на введение низких доз добутамина с последующим ухудшением сократимости в тех же сегментах на фоне введения высоких доз препарата называется «двухфазной» реакцией. Выявление сегментов с подобной реакцией нередко указывает на гибернированный миокард и свидетельствует о наибольшей вероятности функционального восстановления данных сегментов после их реваскуляризации. Только «двухфазная» реакция в ответ на введение добутамина обладает наибольшей предсказательной значимостью в выявлении жизнеспособного миокарда. Восстановление исходно нарушенной сократимости миокарда можно считать маркером его жизнеспособности при любой скорости введения добутамина. Однако достаточное количество жизнеспособного миокарда для восстановления своей функции после реваскуляризации содержат только те сегменты, которые увеличивают сократимость в ответ на введение добутамина в малых дозах (32, 39, 136, 146).

Являясь популярным методом диагностики «спящего» миокарда ЭхоКГ с добутамином позволяет выявить «спящий» миокард с 83% специфичностью и

81% чувствительностью до реваскуляризации. Ограничениями метода, по мнению W. Armstrong (1996) следует считать:

1. Ложный эффект жизнеспособности миокарда, когда добутамин повышает кинетику нормального миокарда, а тот в свою очередь увлекает за собой нежизнеспособный, имитируя усиление его функции.
2. Гипокинезия ЛЖ может быть результатом субэндокардиального инфаркта и сформировавшийся субэндокардиальный фиброз не ответит на пробу с добутамином, но прилежащий нормальный интра- и эпикард увеличит кинетику, которая затем интерпретируется как улучшение функции миокарда в ответ на добутамин. Это не всегда позволяет заключить, что регионы, гипокинетичные в покое, «заработают» после реваскуляризации.

Оценка участков гибернации миокарда является в настоящее время важным аспектом диагностики больных ИБС, позволяя более точно предсказать риск и пользу вмешательств, направленных на восстановление коронарного кровотока (21, 77, 129).

Результаты исследования показали, что количество жизнеспособного миокарда, выявляемого как при ЭхоКГ с добутамином, так и по данным функционального восстановления после реваскуляризации, не связано с выраженностью стенозирования коронарных артерий, снабжающих кровью дисфункциональный миокард. Таким образом, только ангиографических данных недостаточно для того, чтобы выявить сегменты, сократимость которых потенциально способна восстановиться. При жизнеспособном миокарде становятся оправданными мероприятия по его реваскуляризации и, напротив, при отсутствии данных о жизнеспособности показана консервативная терапия или, в крайнем случае, трансплантация сердца. Выявление участков гибернации и оценка степени поражения миокарда позволяют определить риск и эффективность реваскуляризации. В первую очередь обследование с целью выявления участков гибернации миокарда показано больным, перенесшим инфаркт миокарда (42, 79, 92).

Практическому врачу необходимо знать улучшится ли функция миокарда после проведения реваскуляризации и как скоро ожидать эту позитивную реакцию, т.е. «проснется» ли «спящий» миокард после того, как кровь начнет поступать в сосуд. В случае гибернирующего миокарда улучшение функции отмечается сразу после реваскуляризации, а в случае оглушенного миокарда - только через несколько дней (24, 119).

Подобную точку не поддерживает ряд других авторов (42, 56), заявляя о том, что при раннем исследовании миокардиальной сократимости (от 6 до 12 нед. после операции) не всегда выявляется ее улучшение, возможно из-за сохраняющейся послеоперационной резидуальной «оглушенности». Оценка сократимости предпочтительна спустя 4-6 месяцев после операции (6, 55).

Другие авторы утверждают, что независимо от патогенетических механизмов гибернации, после восстановления коронарного кровотока участки «уснувшего» миокарда «просыпаются», как правило, быстро, но иногда для этого требуется несколько месяцев. Особое значение ЭхоКГ придается в динамическом наблюдении за больными, перенесшими ангиопластику или аортокоронарное шунтирование (АКШ). Показаны возможности метода в экспресс оценке результатов ангиопластики уже через 1-2 суток после операции (34, 92, 102).

Выявление рестенозов коронарных артерий - актуальная задача современной кардиологии (16). Проведение повторных или многократных коронарографий может оказаться сложной и далеко не всегда реально выполнимой задачей. Чувствительность электрокардиографических проб недостаточно высока, особенно у пациентов с инфарктом в анамнезе и соответствующими изменениями на ЭКГ. Данные многих авторов свидетельствуют о том, что ЭхоКГ с оценкой коронарного резерва в динамике у больных после хирургической реваскуляризации можно рекомендовать в качестве метода выбора (50, 58, 66, 79, 88, 102, 133). Однако в литературе не проанализированы клинические результаты применения этих рекомендаций.



## **1.6. Сравнительный анализ клинической значимости различных видов эхокардиографии в диагностике ИБС**

Большое внимание исследователи уделяют изучению возможностей применения различных видов ЭхоКГ при диагностике ИБС у различных групп пациентов. Показано применение эхокардиографии у пациентов с исходно измененной ЭКГ, при невозможности проведения велоэргометрии или при подозрении на ложноотрицательный результат других нагрузочных проб (35, 74).

Дополнительную информацию можно также получить у больных с верифицированной ИБС. Оценка значимости коронарного стеноза, выявляемая методом коронарной ангиографии, является важной практической задачей, особенно в случаях умеренного стенотического поражения коронарных артерий (84). Традиционный подход в оценке функционально значимого поражения, как 50% уменьшение диаметра просвета коронарной артерии, является недостаточно надежным критерием в оценке функциональной значимости поражения, так как реальная перфузия миокарда может частично определяться коллатеральным кровотоком, протяженностью стеноза коронарной артерии и другими факторами (46, 63, 77, 127, 148, 149).

Многими авторами показана высокая корреляция результатов ЭхоКГ и коронарографии. Однако исследователи подчеркивают, что, в отличие от коронарографии, ЭхоКГ позволяет оценить реальную функциональную значимость стенозов коронарных артерий, поэтому вопрос верификации результата стресс-ЭхоКГ по данным коронарографии не всегда оправдан и требует дальнейшего изучения (33, 110, 137, 140).

Необходимо подчеркнуть значимость метода в диагностике безболевой ишемии при высоком пороге болевой чувствительности, так как группа пациентов с эпизодами безболевой ишемии составляет группу повышенного риска развития инфаркта миокарда и внезапной смерти. Применение

нагрузочной ЭхоКГ дает возможность оценить степень функциональной выраженности органических нарушений, связанных с локальным коронарным стенозом. Однако вопросы клинической оценки результатов ЭхоКГ в подобных случаях в современной литературе освещен не в достаточной степени. Депрессия сегмента ST является основным маркером ишемии миокарда при пробах с физической нагрузкой, но ее значение во время пробы с добутамином не столь велико. Элевация сегмента ST у пациентов без инфаркта миокарда свидетельствует о выраженном поражении коронарного русла. Если элевация появляется на малых дозах добутина у пациентов, перенесших крупноочаговые инфаркты миокарда, то это высокоспецифичный маркер жизнеспособности миокарда (10, 15, 26, 28, 30, 33, 48, 57, 93, 127).

Чувствительность пробы с физической нагрузкой с ЭКГ контролем составляет 50-80% , специфичность - 80-95%. Наибольшая чувствительность определяется при многососудистом поражении. При использовании сцинтиграфии с таллием чувствительность составляет 65-90%, специфичность 90-95%. Этот метод наиболее чувствителен у пациентов с однососудистым поражением. Эхокардиография позволяет выявлять с одинаковой степенью чувствительности одно- и многососудистые поражения. Чувствительность и специфичность составляют 65-90% и 90-95%, соответственно (120, 146).

Любые используемые в кардиологии методы визуализации с диагностической точки зрения более эффективны и более чувствительны (на 15-20%) в выявлении ишемии, чем проба, в основе которой лежит регистрация ЭКГ (76, 101).

Анализ литературы позволяет сделать заключение об эффективности стресс-эхокардиографии в диагностике ИБС. Однако до настоящего времени не потеряло своей актуальности изучение корреляции между характером поражения венечных артерий и изменением кинетики сегментов левого

желудочка. Оценка жизнеспособности миокарда левого желудочка и выявление гибернированного миокарда является одним из перспективных направлений в современной кардиологии, а так же в развитии метода стресс-эхокардиографии. Выявление «спящего» миокарда позволяет провести реваскуляризацию и тем самым восстановить функцию миокарда левого желудочка, но вопрос как скоро произойдет это восстановление остается спорным и по настоящее время.

В последние годы во многих кардиологических центрах успешно применяются самые современные методы исследования коронарной недостаточности при ИБС у пациентов различных возрастных групп. Среди этих методов особой популярностью пользуются трансторакальный (ТТЭхоКГ) и чреспищеводный (ЧПЭхоКГ) методы эхокардиографии с целью визуализации коронарных артерий у больных ИБС. Широкое использование в кардиологической практике метода ТТЭхоКГ с целью диагностики заболеваний сердца и сосудов продолжается довольно успешно более 40 лет. Метод ТТЭхоКГ оказался высокоинформативным, неинвазивным, простым и безвредным в диагностике различных патологических состояний у больных ИБС. Более сложной является интерпретация полученных изображений на экране, что зависит от техники и квалификации врача. За несколько десятилетий своего существования ультразвуковая визуализация внутрисердечной гемодинамики и коронарных сосудов прошла путь от изображения в одномерной М-модальной развёртке до трёхмерной реконструкции изображения в картезианской системе координат (Бокерия Л. А., 2002 г.).

Однако стремительный прогресс разработок в области кардиологии, в частности, в области кардиохирургии, появление новых возможностей для радикального хирургического лечения сердечно-сосудистых заболеваний ставят перед исследователями новые диагностические задачи. По сообщениям многих исследователей метод ТТЭхоКГ имеет определенные объективные ограничения в виде наличия акустических препятствий на пути ультразвукового луча,

локализованных вне сердца (ребра, легкие, мышцы, подкожная жировая клетчатка). Кроме того, использование у пациентов датчиков с частотой 2,4-3,5 МГц, ограничивающие разрешающую способность метода, явились основанием для поиска дополнительных возможностей оптимизации метода ЭхоКГ.

Эти поиски привели к появлению нового метода ЧПЭхоКГ, который позволил более детально изучить патологически измененные коронарные сосуды сердца, оказавшиеся в «ближнем поле» визуализации, а отсутствие промежуточных структур позволило использовать датчики более высокой частоты – 5-7 МГц. Это дало возможность получить отличное изображение структур сердца, магистральных сосудов и паракардиального пространства, труднодоступных для метода ТТЭхоКГ. При сравнительной оценке этих двух наиболее эффективных и современных методов с учетом их преимуществ и недостатков многие исследователи исходят из индивидуальных показателей для конкретного пациента, в зависимости от состояния и степени поражения сердечно-сосудистой системы. Считается, что, если метод ТТЭхоКГ является неинвазивным и абсолютно безопасным, то ЧПЭхоКГ многие исследователи относят к полуинвазивным методам, при которых существуют определенные риски развития осложнений со стороны слизистых верхних отделов пищевода и кожных покровов. Однако по данным исследователей из НЦХ РАМН и других крупных кардиологических центров при правильном и квалифицированном применении метода ЧПЭхоКГ никаких осложнений не может возникнуть, а стало быть считать метод инвазивным или полуинвазивным не приходится (23, 34, 67, 88).

Наряду с этим, следует отметить, что в ряде случаев применение ЧПЭхоКГ метода противопоказано, в частности, при дивертикуле, склеродермии и лейомиоме пищевода, а также в случае наличия грибкового поражения пищевода. Следует также учесть возможность передачи через обработанный по всем правилам эндоскопический датчик возбудителя *Helicobacter pylori*, вызывающего предрасположенность к язвенной болезни. Поэтому считается, что в подобных случаях показано использование метода ТТЭхоКГ (31, 55, 77).

Тем не менее, абсолютными показаниями к выполнению метода ЧПЭхоКГ являются те случаи, когда разрешающая способность других методов, в частности, ТТЭхоКГ не позволяют выявить мелкие дополнительные эхосигналы, оценить скрытые эхоструктуры (коронарный синус, верхнюю полую вену, легочные вены, ушко левого и правого предсердий, все зоны межпредсердной перегородки, грудную аорту и паракардиальное пространство), а также при необходимости оценить состояние клапанов, их структуру и функцию (14, 42, 67, 112).

Многие кардиохирурги считают, что преимущества ЧПЭхоКГ в операционной трудно оспаривать, так как независимо от действий хирурга и анестезиолога позволяет длительно мониторировать гемодинамику, сократительную функцию сердца и, самое главное, немедленно оценить результаты оперативного вмешательства. По своей разрешающей способности метод ЧПЭхоКГ может быть сопоставим лишь с внутрисердечной (интракардиальной) ЭхоКГ, которая в некоторых случаях может быть более чувствительной, но при этом имеет существенные недостатки: инвазивность, осложнения в виде нарушений ритма сердца при контакте с его поверхностью датчика, ограничения по времени исследования, а также необходимость специального обучения оператора (21, 44, 67).

Огромную роль играет ЧПЭхоКГ в оценке количества и определении адекватности сформированных трансмиокардиальных каналов при операциях лазерной реваскуляризации миокарда. Велика роль ЧПЭхоКГ в раннем послеоперационном периоде для мониторинга параметров гемодинамики, выявления ранних послеоперационных осложнений со стороны сердца, включая оценку функции клапанов, дисфункцию шунтов. (Бокерия Л.А., Бузиашвили Ю.И., 1999).

Благоприятный исход, возможности его предвидения постоянно интересуют кардиохирурга, как и пациента, который доверился врачу (Бокерия Л.О., 2000; Бураковский В.И., 1989; Петровский Б.В., 1986; Шевченко Ю.Л., 1998).

Возможные осложнения после кардиохирургических вмешательств в раннем послеоперационном периоде хорошо изучены и классифицированы (Бураковский В. И., 1988; Константинов Б. А., 1981; Цховребов С. В., 1989; Бокерия Л. А., 2000, 2001; Бунятян А. А., 2000; Никитин Е. С., 1997; Лобачева Г. В., 2000; Ярустовский М. Б. и соавт., 2001).

Развитие и широкое внедрение в клиническую практику неинвазивных и безопасных методов доплерэхокардиографии в последние годы резко повысило интерес к изучению различных вариантов и методов диагностики внутрисердечной гемодинамики у больных ИБС (Hoffman A. et al., 1982; Smith G. et al, 1987; Chambers J. Et al., 1993).

Однако во многих случаях, в особенности когда больные с ИБС находятся на искусственной вентиляции легких, диагностика возможных осложнений со стороны сердца и сосудов при помощи ТТЭхоКГ представляет определённые трудности из-за нечёткой визуализации некоторых участков сердца и сосудов. И поэтому в определённых случаях специалисты прибегают к использованию ЧПЭхоКГ, которая является частично инвазивной процедурой и требует определённых навыков и умений со стороны врача. Именно такие ситуации явились основанием для проведения настоящих исследований, направленных на выявление преимуществ и недостатков этих двух эхокардиографических методов, по результатам наших наблюдений.

## **ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **2.1. Контингент больных, характеристика клинического материала**

Для решения поставленных задач нами проведено клинико-инструментальное исследование больных ишемической болезнью сердца (ИБС). Диагноз ИБС у всех обследованных нами пациентов был верифицирован при проведении коронарографии. Критерием отбора больных в наших исследованиях было наличие стенозирующего атеросклероза коронарных артерий различной степени выраженности. За период с сентября 2007 по январь 2012 года было проведено всего 147 исследований с трехмерной реконструкцией эхокардиографического изображения у 102-х больных, страдавших ИБС, на фоне поражений коронарных сосудов и клапанных пороков врожденного и приобретенного характера. Соотношение больных по полу было следующим: 74 лиц мужского пола (72,5%) и 28 лиц женского пола (27,5%). Изображение удовлетворительного качества было получено у 87-и пациентов (85,3%), среди которых мужчин было 63, а женщин - 24. У 15-и пациентов (14,7%) нам не удалось провести оценку анатомических структур из-за неудовлетворительного качества реконструированного изображения элементов сердца и коронарных сосудов. Среди них больных мужского пола было 11, а женского – 4. Возраст больных колебался в пределах от 17 до 79 лет. Средний возраст составил -  $47,1 \pm 1,7$  лет.

Всем больным проводился комплекс общеклинических исследований, включавший анамнез, осмотр, физикальное обследование, электрокардиографическое, фонокардиографическое, рентгенографическое исследование. Все больные обследованы в дооперационном и ближайшем послеоперационном периодах. Клиническая характеристика наблюдавшихся больных представлена в табл. 1.

Анализ таблицы 1 позволяет говорить, что в исследуемую группу были включены лица с типичными для ИБС проявлениями заболевания. У 75 (73,5%) человек в анамнезе были указания на перенесенные ранее инфаркты миокарда различной локализации и степени тяжести, причем 52 человека (69,3%) перенесли по 1 инфаркту миокарда, 18 человек (24,0%) имели в анамнезе по 2 перенесенных инфаркта миокарда и у 5 больных (6,7%) к моменту исследования в анамнезе отмечено 3 перенесенных инфаркта миокарда. У 27 больных (36,0%) инфаркта миокарда не было указано в анамнестических данных.

Таблица 1

Клиническая характеристика больных ИБС (№ = 102)

Признак по анамнестическим данным	Число б-х в абс. числах.	Число б-х в %
Инфаркт миокарда в анамнезе		
Всего	75	73,5
Один раз	52	69,3
Два раза	18	24,0
Три и более раза	5	6,7
Стабильная стенокардия в анамнезе		
Всего	94	92,2
1 Функциональный класс	24	25,5
2 Функциональный класс	57	60,7
3 Функциональный класс	13	13,8
Гипертоническая болезнь в анамнезе		
Всего	54	52,9
I степени	16	29,6
II степени	33	61,1
III степени	5	9,3



В то же время анамнестические данные свидетельствовали о наличии у обследованных нами больных довольно высокого процента стабильной стенокардии - в 94 случаях (92,2%). При этом у 24 человек (25,5 %) она была 1 функционального класса (ФК), у 57 человек (60,7%) - 2 ФК и у 13 человек (13,8%) - 3 ФК. Приступы стенокардии не регистрировались у 8 человек (7,8%).

При анализе длительности течения стенокардии было установлено, что у большинства исследуемых - 68 человек (66,7%) ее длительность составляла 1-2 года, при этом у 20 человек (29,4%) длительность составляла от двух до трех лет и у 6 человек (8,8%) стабильная стенокардия была отмечена более трех лет.

Среди обследованных больных у 54 человек (52,9%) в анамнезе имелись указания на наличие гипертонической болезни (ГБ) различных степеней выраженности и сроков давности. Так у 16 человек (29,6%) с ГБ I степени продолжительность была до 1 года, у 33 человек с ГБ II степени (61,1%) ее длительность составила 2-3 года и 5 человек с ГБ III степени (9,3%) страдали гипертонией более 3-4 лет.

Основной целью нашего исследования явилось сопоставление и сравнительная оценка данных двух основных видов эхокардиографии – трансторакальной (ТТЭхоКГ) и чреспищеводной (ЧПЭхоКГ) на фоне других современных методов диагностики ИБС с характером поражения коронарного русла. Такой подход подразумевает количественную оценку анализируемых параметров, в том числе и уже перечисленных нами.

Помимо указанных параметров нами также учитывались такие показатели, как длительность болевого синдрома, выраженное в минутах (в среднем длительность была высчитана и составила  $16,2 \pm 1,8$  минут, а давность стенокардии составила в среднем  $2,9 \pm 0,3$  года). Другие количественные показатели функционального класса (ФК)

недостаточности кровообращения, такие как индекс массы тела, выраженность болевого синдрома и др. нами учитывались по разработанной шкале оценки, основанная на врачебных заключениях о минимальной, средней и выраженной степенях отклонений от нормы. В такой шкале отсутствие болей кодировалось как 0, нерезкие боли - 1, выраженные боли - 2, нестерпимые боли - 3. Так, например, среднее арифметическое значение выраженности болей составило  $1,7 \pm 0,1$ , что свидетельствует о выраженных болях у большинства обследованных больных. В ряде других случаев качественные признаки удавалось оценивать бинарным кодом: нет признака - 0, есть - 1. Так типичная иррадиация болей в левое плечо, лопатку оценивалась как 1, а ее отсутствие - 0. Болевой синдром был представлен тупыми болями у 60 человек (58,8%), выраженными болями у 32 человек (31,4%), нестерпимыми болями у 6 человек (5,9%), у 4 человек (3,9%) боли отсутствовали.

Типичную иррадиацию болей отмечали 73 человека (71,6%), атипичную - 25 человек (24,5%), у 4-х человек (3,9%) иррадирующие боли не отмечались. Для купирования приступов стенокардии у 73 человек (71,6%) эффективным был нитроглицерин. У 13 человек (12,7%) возникла необходимость в применении наркотических анальгетиков. У 16 человек (15,7%) боли исчезали без применения лекарственных препаратов, самостоятельно. Рецидивы болевого синдрома у больных отмечались у 79 человек (77,5%).

Нарушения сердечного ритма отмечалось у 42 человек (41,2%). В основном эти нарушения были представлены желудочковыми экстрасистолами: у 26 человек (61,9%) одиночными, у 14 человек (33,3%) групповыми, у 2 больных (4,8%) был зарегистрирован приступ пароксизмальной желудочковой тахикардии. Среднее значение индекса массы тела для исследуемой группы составило  $27,4 \pm 0,2$ . У 48 человек (47,1%) индекс массы тела был в пределах нормы, у 30 человек (29,4%)

имелся избыток веса до 10 кг, а индекс массы тела соответствовал значениям 25-30, у 24 человек (23,5%) избыток веса составлял от 10 до 20 и более кг, а индекс массы тела при этом колебался в пределах 30-40.

Для подтверждения диагноза ИБС всем пациентам была проведена рентгеноконтрастная коронарография, полученные данные изложены в табл.2. Представленные средние величины свидетельствуют о выраженном атеросклерозе магистральных артерий у больных основной группы. Кроме того, разработанная нами шкала оценки повреждений венечных артерий позволило стандартно оценить состояние коронарного русла у каждого больного, сопоставить эти данные и ввести их в базу данных компьютера.

Таблица 2.

Данные проведенной коронарографии у больных ИБС		
Определяемый признак	Средние значения	Стандартная ошибка среднего значения
Диффузное поражение коронарных артерий: 0-нет; 1 – есть	0,489	$\pm 0,026$
Изменение правой коронарной артерии: 0- нет; 1-стенозы до 50%; 2- стенозы 50-75%; 3- стенозы более 75%; 4- окклюзия	1,941	$\pm 0,204$
Изменение огибающей ветви левой коронарной артерии: 0- нет; 1- стенозы до 50%; 2- стенозы 50-75%; 3- стенозы более 75%; 4- окклюзия	2,029	$\pm 0,199$
Изменение передней нисходящей ветви левой коронарной артерии: 0- нет; 1- стенозы до 50%; 2- стенозы 50-75%; 3- стенозы более 75%; 4-окклюзия	1,794	$\pm 0,204$

Диффузное поражение коронарных артерий встречалось у 74 человек (72,5%), из них умеренные изменения встречались у 55 человек (74,3%), а выраженные - у 19 человек (25,7%).

Изменения со стороны правой коронарной артерии (ПКА) были выявлены у 69 человек (67,6%), стенозы просветов сосудов в пределах до 50% встречались у 16 человек (23,2%), стенозы в пределах от 50 до 75% просвета сосудов были отмечены у 18 человек (26,1%), стенозы более

75% - у 21 человека (30,4%), окклюзия была выявлена у 14 больных (20,3%). Поражение огибающей ветви левой коронарной артерии было отмечено у 33 человек (32,4%), при этом стенозы до 50% встречались у 12 человек (36,4%), стенозы 50-75% - у 6 человек (18,2%), стенозы более 75% - у 11 человек (33,3%), окклюзия была выявлена у 4 человек (12,1%). Передняя межжелудочковая ветвь левой коронарной артерии была вовлечена в патологический процесс у 65 человек (63,7%), стенозы до 50% встречались у 6 человек (9,2%), стенозы 50-75% - у 17 человек (26,2%), стенозы более 75% - у 31 человека (47,7%), окклюзия была выявлена у 11 человек (16,9%).

Таким образом, на основании коронарографии нами была выбрана относительно достаточно «строгая» группа больных ИБС с поражениями коронарных артерий. У части больных течение болезни осложнилось инфарктом миокарда у 75 больных, что составило более 75%. Гипертоническая болезнь была выявлена более, чем у половины находящихся под наблюдением больных - у 54 человек (52,9%).

## **2.2. Методы исследования.**

Больные обследовались по комплексной программе, включавшей помимо общеклинического обследования, рутинные лабораторные (общеклинические, биохимические, иммунологические) и инструментальные методы обследования, а также дополнительные специальные методы.

Общеклинические и биохимические лабораторные исследования проводились по стандартным методикам, принятым в современных клинических лабораториях.

Комплекс рутинных инструментальных методов обследования включал: электрокардиографию в покое, коронарографию, эхокардиографическое исследование в покое, велоэргометрию. Велоэргометрию проводили по

общепризнанному протоколу, утвержденному для кардиологических центров.

ЭКГ исследование проводили у всех больных при поступлении в стационар на аппарате «Sicard 440» в 12 стандартных отведениях и в 3 отведениях по Нэбу. У всех пациентов отмечались типичные изменения на ЭКГ: рубцовые изменения миокарда, ЭКГ признаки аневризмы левого желудочка.

Коронарография и зондирование полостей сердца было выполнено всем больным, включенным в исследование. Поражение основного ствола левой коронарной артерии (ЛКА) со стенозом более 60% отмечалось у 12 пациентов (11,8%). Поражение передней межжелудочковой ветви левой коронарной артерии (ПМЖВ ЛКА) было выявлено у всех больных, причем у 69 пациентов (67,6%) выявлена полная окклюзия ПМЖВ ЛКА с заполнением дистального русла через внутрисистемные (в 22 случаях) и межсистемные (у 47 пациентов) перетоки. Полная окклюзия правой коронарной артерии (ПКА) была определена у 19 больных (18,6%), а окклюзия огибающей ветви (ОВ) ЛКА было определено у 11 пациентов (10,8%).

Для оценки состояния центральной гемодинамики, состояния и функций клапанного аппарата сердца, а также исходной глобальной и локальной сократимости миокарда использовался метод эхокардиографии (ЭхоКГ), который проводился на эхокардиографах SIM - 7000 (ESAOTE BIOMEDICA), Acuson XP 128 и Acuson 512 "Sequoia". Кроме того, результаты ТТЭхоКГ в покое использовались при комплексной оценке стадии недостаточности кровообращения. Определялись следующие параметры: размеры полостей сердца и их объемы, толщина миокарда ЛЖ и правого желудочка (ПЖ), показатели сократительной способности миокарда (фракция выброса, фракция укорочения, скорость циркулярного укорочения волокон миокарда). Фракция выброса

рассчитывалась по формуле Teicholz и по формуле Simpson. Также оценивалось состояние и функция клапанного аппарата сердца, состояние крупных сосудов и перикарда.

Группа специальных методов обследования включала стресс эхокардиографию с добутамином, рентгеноконтрастную коронарографию, ультразвуковое исследование.

Ультразвуковое исследование проводилось с включением двухмерной эхокардиографии, доплерографии и цветного доплеровского картирования. Оно проводилось на аппаратах "Sonos 2000" и "Sonos 2500" фирмы "HEWLETT PACKARD". Использовались электронные секторальные датчики с частотой 2,25; 3,5; 5 МГц. Синхронно регистрировали ЭКГ. Полученное изображение записывали на видеомагнитофон с последующим по-кадровым просмотром и воспроизведением на специальную фотобумагу и получением полароидных фотоснимков.

Нагрузочная эхокардиография с добутамином выполнялась по следующему протоколу. Для исследования больных был составлен специальный протокол "Эхокардиографическое исследование больных с ИБС и диффузным поражением коронарных артерий". Протокол нагрузочной ЭхоКГ с добутамином заключался в следующем. Перед проведением стресс-эхокардиографии с добутамином за 24 часа до исследования отменяли бета-блокаторы, которые являются конкурентными антагонистами добутамина. Для диагностики ИБС исследование проводилось по стандартному протоколу. Скорость внутривенного введения добутамина увеличивалась с 5, 10, 20, 30 мкг/кг/мин до 40 мкг/кг/мин. Каждая из ступеней длилась 3 минуты. Максимальная доза составляла 40 мкг/кг/мин. Однако, если на этом этапе не удавалось достичь субмаксимальной частоты сердечных сокращений (ЧСС), и не были выявлены признаки ишемии, то введение добутамина продолжали (по 40 мкг/кг/мин), и на этом фоне, с интервалом в 1 минуту, вводили по 0.25 мг атропина (при этом максимальная суммарная доза

атропина составляет 1 мг) до достижения субмаксимальной ЧСС или же появления достоверных признаков ишемии (5 степень). Таким образом, максимальная продолжительность исследования составляла 19 минут, а суммарная максимальная доза введенного добутамина 475 мкг/кг/мин.

Во время проведения пробы проводилось мониторирование регионарной сократимости левого желудочка, ЧСС, АД, ЭКГ в 12 стандартных отведениях и одно отведение ЭКГ на экране осциллографа эхокардиографа.

Критериями прекращения пробы считали:

1. Появление признаков ишемии.

- Локальное нарушение кинетики миокарда ЛЖ (акинез, гипокинез, дискинез, аневризматическое выбухание стенки ЛЖ), отсутствующее до проведения теста.
- Ухудшение имевшихся до стресс-тестового исследования нарушений кинетики стенок миокарда ЛЖ.
- Ремоделирование ЛЖ (дилатация полостей, изменение формы ЛЖ, уменьшение скорости циркулярного укорочения волокон миокарда).
- Уменьшение скорости и фазовых характеристик потока крови в аорте и через митральный клапан при различных видах доплерографии.
- Отсутствие изменений в кинетике стенок ЛЖ, несмотря на стресс-тестовое воздействие (т.е. они остаются гипокинетичны, акинетичными и т.д.).
- Развитие типичного приступа стенокардии .
- Характерные ЭКГ изменения - горизонтальная или косонисходящая депрессия сегмента ST на 2 мм и более от изолинии или косовосходящая депрессия на 2 мм и более через 80 мс от точки j. Элевация сегмента ST на 1.5 мм и более.

2. Достижение субмаксимальной ЧСС (85% от максимальной ЧСС для данного возраста).

3. Выраженные побочные эффекты.

- Снижение систолического АД более чем на 20 мм рт.ст. от

исходного.

- Гипертензивная реакция - повышение АД выше 220/120 мм рт.ст.
- Сложные нарушения ритма. Частые желудочковые экстрасистолы (более 10 в минуту). Полиморфные желудочковые экстрасистолы. Желудочковая тахикардия (более 3 комплексов в цепи). Фибрилляция предсердий. Суправентрикулярная тахикардия.
- Тошнота, тремор, другие неприятные явления.

#### 4. Плохая переносимость теста пациентами.

Контроль за состоянием пациента (ЧСС, АД, ЭКГ, ЭхоКГ) в восстановительном периоде продолжался не менее 10 минут и прекращался только после полного восстановления исходных параметров ЧСС, АД, ЭКГ, ЭхоКГ и других показателей.

Проба считается положительной при появлении объективных признаков ишемии миокарда (ишемические изменения сегмента ST при ЭКГ контроле, либо появление новых нарушений локальной сократимости миокарда или усугубление уже имеющихся нарушений сократимости не менее чем в двух сегментах). Болевой синдром, не сопровождающийся объективными признаками ишемии миокарда, не может служить критерием положительной пробы.

При развитии побочных эффектов для быстрого их купирования внутривенно вводили метопролол сразу после прекращения инфузии. Для дифференциальной диагностики жизнеспособного и нежизнеспособного миокарда протокол не отличался от основного. Однако особое внимание уделялось изучению изменения кинетики на «малых» дозах добутамина, когда скорость инфузии добутамина составляла 5 и 10 мкг/кг/мин.

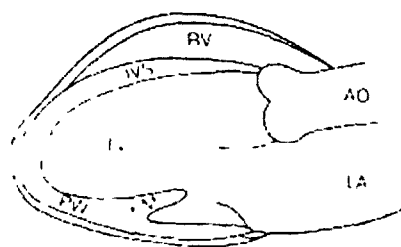
Критерием жизнеспособности считали улучшение регионарной сократимости на 1 и более баллов в двух соседних сегментах по сравнению с исходными данными, а при продолжении исследования с более высокой



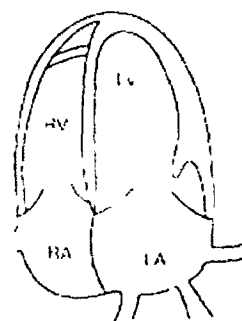
скоростью введения добутина 20-30-40 мкг/кг/мин в этих сегментах отмечалось ухудшение кинетики до исходного и/или более выраженного. Регистрировалась так называемая «двухфазная» реакция на введение добутина.

Визуализация сердца проводилась из парастерального доступа по длинной оси левого желудочка и по короткой оси ЛЖ на уровне папиллярных мышц, из апикального доступа в четырех- и двухкамерной позиции (рис.1). На оптическом диске одномоментно регистрировались все четыре позиции на каждом этапе пробы и в восстановительном периоде. В последующем, используя программное обеспечение аппарата, можно выводить одновременно на экран одну из позиций, но на различных ступенях исследования (в покое, на фоне нагрузки, на пике нагрузки и в периоде восстановления).

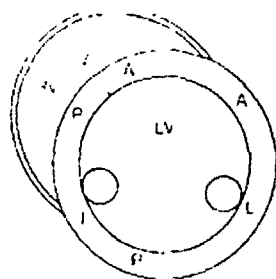
Рис. 1. Схематическое изображение эхокардиографических позиций для проведения стресс-эхокардиографии.



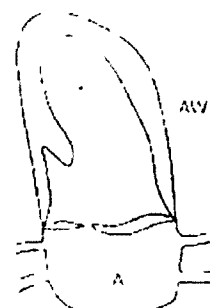
**Длинная ось левого желудочка,  
парастеральный доступ**



**Четырехкамерная позиция,  
апикальный доступ**



**Короткая ось левого желудочка  
на уровне папиллярных мышц,  
парастеральный доступ**



**Двухкамерная позиция,  
апикальный доступ**

Это позволяет оценить нарушение локальной сократимости стенок ЛЖ в различных сегментах и отделах. Анализ нарушений регионарной сократимости основывается на условном разделении ЛЖ на 16 сегментов. В ЛЖ выделяют три отдела в верхненижнем направлении: базальный - от основания левого желудочка до кончиков папиллярных мышц; средний - на уровне папиллярных мышц; верхушечный. По окружности базальный и медиальный отделы делятся на 6 сегментов каждый, верхушечный на 4 сегмента. В нашей работе использовалась схема типа «мишень», в которой интегрально представлены все сегменты и отделы ЛЖ, верхушка расположена в центре, базальный отдел снаружи. Кровоснабжение каждого из сегментов происходит из определенных ветвей коронарных артерий. В связи с этим схема «мишень» позволяет не только выявлять нарушения регионарной сократимости, но и достоверно предположить какая из коронарных артерий вовлечена в патологический процесс. Для удобства оценки степени выраженности нарушений локальной сократимости использовалась следующая схема (табл.3).

Таблица 3

**Степень нарушения локальной сократимости**

Движение стенки	Индексы нарушений сократимости	Систолическое движение эндокарда	Систолическое утолщение миокарда
Нормокинез	0	Нормальное, внутрь	Нормальное (не менее 30%)
Гипокинез незначительный и умеренный	1	Умеренно снижено, внутрь	Снижено, но не отсутствует
Гипокинез выраженный	2	Значительно снижено, внутрь	Значительное, но снижено,
Акинез	3	Отсутствует	Отсутствует
Дискинез	4	Отсутствует или выпячивание стенки наружу	Отсутствует или уменьшение

Для определения сердечных индексов мы использовали определение объёмов в В-режиме и определение объёмов с помощью доплерографии. Определялись такие показатели, как конечно-систолический объём (КСО), конечно-диастолический объём (КДО), ударный объём (УО), минутный объём (МО). В нашей работе мы использовали формулу Симпсона, как простую, так и модифицированную, в зависимости от степени легочной гипертензии. Как известно, при перегрузке правых отделов давлением и (или) объемом, что имеет место при легочной гипертензии, меняется геометрия ЛЖ. В связи с этим для более точных измерений у больных с ЛГ III степени (ЛГ >70%) мы использовали модифицированную формулу Симпсона.

Модифицированное уравнение Симпсона суммирует и усредняет измерения в различных позициях по короткой и длинной оси:

$$V=(A_1+A_2)xb+A_3xb/2+7L^3/6,$$

где  $b=L/3$ ,  $L$  - длина ЛЖ,  $A_j$  - площадь ЛЖ, измеренная по короткой оси на уровне концов створок митрального клапана,  $A_2$  - площадь ЛЖ, измеренная на уровне папиллярных мышц,  $A_3$  - площадь ЛЖ, измеренная в апикальной позиции, четырехкамерной проекции. Измерения проводились в систолическую и диастолическую фазу. Формула Симпсона (как простая, так и модифицированная) позволяет учесть геометрию желудочков и получить более точные результаты, чем другие формулы. Для вычисления объема правого желудочка мы использовали Single Plane Subtraction Method (D.Mongkolsmai et.al., 1989). Согласно этому методу сердце сравнивается с большим удлиненным эллипсом, в которую помещается меньший удлиненный эллипс (левый желудочек). Исследование проводили с апикального или субкостального доступов в четырехкамерной проекции, так, чтобы были включены вершины обоих желудочков в каждой проекции. Апикальная позиция с 4- камер

проводилась в положении больного на левом боку или на спине с наклоном датчика к правому плечу, чтобы получить максимальные размеры правого желудочка. Для получения 4-камерной проекции в субкостальной позиции больной лежал на спине, датчик располагался в эпигастрии, луч направлялся к левому плечу, чтобы получить максимальные размеры сердечных структур. Технически адекватными были определены эхокардиограммы с наличием, по крайней мере, 75% эндокарда и с ясно видимыми для рассмотрения верхушками обоих желудочков. Для вычислений выбирались самые большие размеры камер в конце диастолы и самые маленькие размеры в конце систолы в соответствии с движением атриовентрикулярных клапанов и ЭКГ. Обводились контуры обоих желудочков вместе с межжелудочковой перегородкой, определялся объём обоих желудочков. (Рис. 2.А). Затем обводился контур левого желудочка по свободной стенке к верхушке, пересекалась межжелудочковая перегородка и обводилась поверхность правого желудочка, прилежащая к МЖП, определялся объём левого желудочка вместе с МЖП (Рис. 2.В).

Объём правого желудочка равнялся разнице объёмов обеих желудочков и левого желудочка с МЖП, вычисленных по формуле эллипсов:  $V=0,85A^2/L$ . Методом доплерографии минутный объём кровотока (CO - cardiac output) вычислялся с использованием интеграла линейной скорости (VTI), площади поперечного сечения (CSA) и ЧСС (HR) по представленной формуле (Calafiore P. et al., 1990):  $CO=HR \times CSA \times VTI$ .

Для вычисления объёма аортального кровотока мы использовали апикальный доступ с визуализацией ВО ЛЖ и корня аорты, или пятикамерную проекцию, сворачивая угол между лучом ультразвука и потоком до минимума и получая, таким образом, максимально возможные высокие скорости.

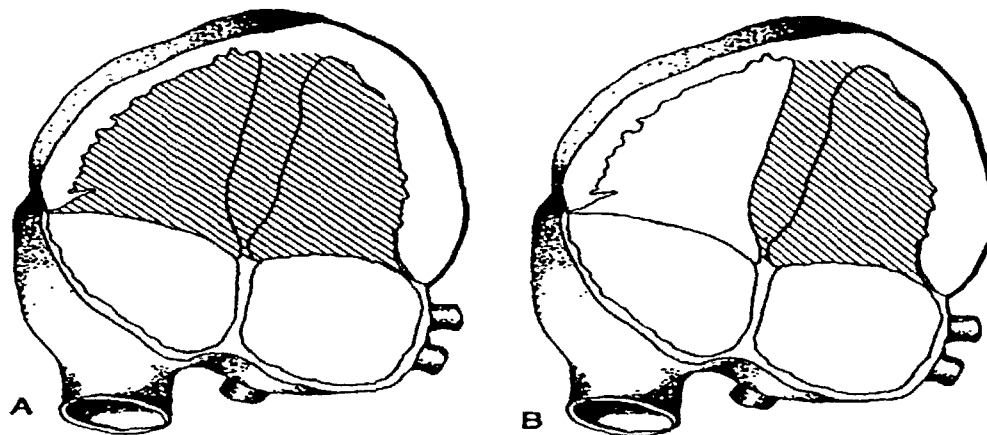


Рис. 2. А - апикальная четырехкамерная позиция. Обведены полости ЛЖ и ПЖ с МЖП для вычисления объема обоих желудочков.  
В - апикальная четырехкамерная позиция. Обведены ЛЖ с МЖП.

Определение скорости потока проводили импульсным доплером с высокой частотой повторения импульсов (PRF). Увеличение PRF повышает предел Найквиста и увеличивает возможность измерить доплеровские сдвиги высокой частоты. Импульсная доплерография позволяет отображать спектр кровотока в конкретном участке сердца.

Контрольный объем, размер которого увеличивали до 7-10 мм, располагали под контролем двухмерного изображения чуть дистальнее створок аортального клапана (Рис.2.). Базовую линию на спектрограмме смещали максимально вверх или вниз в зависимости от используемой позиции, чтобы спектр потока полностью располагался над или под ней. Выбирали шкалу с возможно наименьшим показателем скорости и скорость развертки 100 мм/сек.

Коронарная ангиография проводилась всем больным ИБС с миокардиальной и коронарной дисфункцией. Состояние миокарда и механизмы развития миокардиальной и коронарной дисфункции в раннем

послеоперационном периоде при различных методиках операций по аортокоронарному шунтированию (АКШ) могут претерпевать нарушения различной степени выраженности. Дело в том, что в процессе кардиохирургических операций, как правило, запускаются ряд повреждающих процессов: ишемия, реперфузия, воспалительная ответная реакция организма в результате нанесенной операционной травмы, а также оксидантный стресс. Эти процессы являются триггерами, запускающими процессы воспаления и апоптоза в тканях миокарда, что впоследствии способствуют развитию послеоперационной сократительной дисфункции миокарда и коронарных сосудов. Указанные процессы в комплексе существенно влияют на общее течение послеоперационного периода и окончательный исход проведенных реконструктивных кардиохирургических оперативных мероприятий (Zahler S. et al., 1999, Baufreton C. et al., 1999, Paparella D. et al., 2002).

Данное исследование было посвящено изучению механизмов развития миокардиальной дисфункции: ишемии, оксидантного стресса, миокардиального воспаления, апоптоза, то есть повреждений миокарда, развивающихся во время кардиохирургических операций, а также изучению сравнительных возможностей новых технологий в эхокардиографии – ТТЭхоКГ и ЧПЭхоКГ в диагностике реперфузионного повреждения миокарда и функциональной активности коронарных сосудов до и после проведенных операций.

Общеклиническое обследование включало следующие методы: электрокардиографию, коронарографию с вентрикулографией, комплексную интраоперационную чреспищеводную эхокардиографию. Также проводилось трансторакальное эхокардиографическое исследование на 2-е сутки после операции в отделении реанимации и интенсивной терапии.

### **2.3. Комплексная чреспищеводная и трансторакальная эхокардиография.**

Трансторакальная эхокардиография (ТТЭхоКГ) выполнялась на аппарате Sonos-5500 фирмы Hewlett Packard с применением мультимастотных датчиков (2-4 МГц, 4-8 МГц). Всем пациентам исследуемой популяции (n=60) было проведено двухмерное трансторакальное эхокардиографическое исследование с использованием стандартных проекций:

1. длинная и короткая оси парастернального доступа
2. четырехкамерная апикальная проекция
3. двухкамерная апикальная проекция
4. субкостальный доступ
5. супрастернальный доступ.

Одновременно с эхокардиографией проводилась доплеркардиография (ДПГ) с использованием непрерывноволнового, импульсноволнового режимов и цветного доплеровского картирования. Проводились планиметрические измерения (длина, площадь).

Оценка общей систолической функции левого желудочка (ЛЖ), вычисление конечно-диастолического объема (КДО), конечно-систолического объема (КСО), ударного объема (УО) и фракции выброса (ФВ) осуществлялась по методам Bullet, Simpson. В методике Bullet использована апикальная четырехкамерная проекция. Формула «площадь-длина» Bullet -  $U = 5/6 A \times L$  где A - планиметрически измеренная площадь (трассировкой эндокарда), L - длинная ось ЛЖ. В модифицированной методике Simpson применялись четырехкамерная апикальная проекция и короткая ось ЛЖ в парастернальной позиции на уровне митрального клапана (базальный сегмент) и на уровне папиллярных мышц.

Двухмерная мультиплановая чреспищеводная эхокардиография (ЧПЭхоКГ) проводилась у пациентов (n=42) с применением мультипланового трансэзофагеального датчика (3,7 и 5 МГц). Визуализацию осуществляли с использованием стандартной



четырехкамерной проекции, полученной из средне-пищеводного доступа.

Для осуществления ЧПЭхоКГ были использованы следующие позиции:

1. Поперечная короткая ось на уровне основания сердца.
2. Выносящий тракт левого желудочка по длинной оси.
3. Четырехкамерная позиция.
4. Трансгастральная короткая ось левого желудочка.
5. Нисходящий отдел и дуга аорты в поперечном сечении.

Применение мультипланового датчика позволило наряду со стандартными проекциями использовать промежуточные проекции с углом сканирования от 0 до 180 градусов.

Для проведения ТТЭхоКГ и ЧПЭхоКГ мы использовали компьютерную систему Tom Tec Imaging System с программным обеспечением "Echo-Scan TM Version 3.1" и ультразвуковую систему Sonos-5500 фирмы Hewlett Packard. Компьютерная программа Tom Tec, как и большинство применяемых в настоящее время программ трехмерной реконструкции, позволяет построить трехмерное изображение по оцифрованным данным двухмерного ультразвукового исследования. Для получения оптимальной визуализации всех элементов сердца и коронарных артерий мы использовали ТТЭхоКГ и ЧПЭхоКГ в сравнительном плане с целью выявления наиболее эффективного из них.

Процесс получения трехмерного ультразвукового изображения включает в себя несколько этапов:

1. Получение исходных данных - накопление множества последовательных двухмерных изображений.
2. Второй этап, т.н. постпроцессинг, состоит в том, что последовательные двухмерные изображения, сканированные в один и тот же период кардиоцикла, оцифровываются и соединяются в набор томографических срезов данной области сердца.
3. На третьем этапе из этих наборов реконструируются в трехмерной

Декартовой системе координат серошальные изображения  
(рис.3).

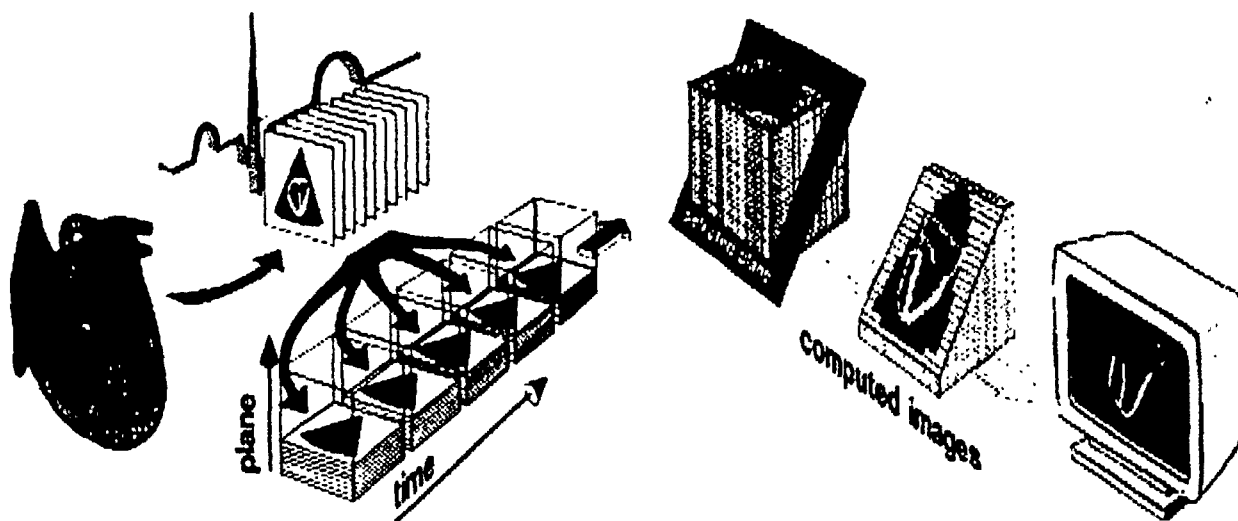


Рисунок 3. Принцип формирования 3-D изображения:

- 1 - сканирование кардиоцикла во всех позициях датчика
- 2-формирование базы данных двухмерных изображений
- 3-трехмерная реконструкция изображения

Разработанная фирмой Тот-Тес техника и использованная нами для получения ультразвуковых срезов включает три вида движения датчика: ротацию, параллельное и фенообразное движение (sweep) при трансторакальном доступе. При проведении трансэзофагеальных исследований используются только ротация с заданным шагом. Оптимальный шаг составляет 2-3 градуса, так как при этом накапливается достаточная для компьютерной обработки информация (90 и 60 срезов соответственно). В ручке омнипланового датчика находится моторчик, который вращает переключатель с заданным шагом до получения полного «обзора» - 180 градусов. Моторчик непосредственно контролируется компьютером. В результате собираются двухмерные изображения с равным углом сканирования (данная технология называется ротационным сканированием).

Весь кардиоцикл (R-R) сканируется в каждой позиции датчика. Этот процесс находится в определенных амплитудных рамках, т.е. не выходит за пределы выбранных колебаний продолжительности кардиоцикла и амплитуды дыхания, что позволяет минимизировать смещения сердца. Время накопления полученных данных зависит от частоты сердечного ритма и глубины дыхания. Обычно необходимо накопление 90-100 сердечных циклов, при этом всего получается более 1000 двухмерных изображений. Полученные данные поступают на магнитооптический диск, а затем переносятся для обработки в систему Tom Tec Echoview. При обработке этих данных формируются своего рода базы данных соответствующих двухмерных изображений. Затем «собираются» трехмерные срезы в разных плоскостях, после чего возможна уже реконструкция любых желаемых проекций в объеме.

Система Tom Tec позволяет изменить пространственную ориентацию (осям X,Y,Z в Декартовой системе координат соответствуют оси alpha, beta, gamma в режиме Anyplane), полученной трехмерной реконструкции выбранной анатомической структуры. Реконструированное изображение можно оценивать также в режиме Mainplane, т.е. рассматривать изображение анатомической структуры сердца, полученное по длинной оси в проекции короткой оси (в данном случае проекция короткой оси не сканируется, а является виртуальным изображением). Режим Paraplane дает возможность делать срезы анатомической структуры в параллельных плоскостях. Морфометрия (линейные размеры и измерение площади) различных внутрисердечных структур выполнялась на реконструированном изображении с поправкой на глубину сканирования.

Трехмерная реконструкция камер сердца позволяет получить не только объемное изображение, но и выполнить измерение внутрисердечных объемов с использованием методики, позволяющей избежать геометрические допущения, неизбежные при двухмерном эхокардиографическом исследовании. Технически методика измерения

конечно-диастолического (КДО) и конечно-систолического (КСО) объемов левого желудочка включает следующие этапы: 1. Выполняется измерение длинной оси ЛЖ в систолу и диастолу;

2. Устанавливается контрольный объем толщиной от 0,8 до 8,0 мм (мы использовали во всех исследованиях толщину контрольного объема - 4,9 мм) в базальном сегменте ЛЖ (на уровне функционального класса (ФК) митрального клапана (МК));

3. По короткой оси желудочка (поперечные срезы трехмерного изображения ЛЖ) трассируется контур эндокарда в систолу и диастолу. Автоматически вычисляется площадь и объем «томографического» среза ЛЖ с заданной толщиной и контрольный объем передвигается ниже (до верхушки сердца). Сумма контрольных объемов составляет КДО и КСО ЛЖ.

Разность последних представляет УО, отношение УО к КДО - ФВ/ЛЖ. Передвижение контрольного объема по срезам вдоль длинной оси желудочка осуществляется непосредственно компьютером. Таким образом, измерение объемов производится с учетом конкретной геометрии желудочка.

Протокол исследования предусматривал оценку параметров насосной и сократительной функции миокарда ЛЖ, а также оценку геометрии левого желудочка, степень редукции полости ЛЖ в результате реконструкции. Степень редукции левого желудочка рассчитывали по формуле:  $\text{КДО мл исходное} - \text{КДО мл после коррекции} \times 100 \% \text{ КДО мл исходное}$  (табл.4).

Для расчета общей насосной функции миокарда ЛЖ проводили обвод контура эндокарда левого желудочка в систолу и диастолу. Обвод проводился вручную с использованием автоматической возможности улучшения яркости, контрастности и резкости изображения. Папиллярные мышцы на изображении не учитывались. Начальной и конечной точкой обвода контура эндокарда было фиброзное кольцо митрального клапана.

КДО и КСО рассчитывали по формуле площадь-длина в модификации Simpson (метод дисков), фракцию выброса рассчитывали по формуле на каждом этапе протокола исследования:  $ФВ = \frac{КДО - КСО}{КДО}(\%)$ .

Таблица 4.

Стандартные показатели эхокардиограммы, включенные в анализ

№	Показатели ЭхоКГ	Визуализированные показатели	Расчетные показатели центральной гемодинамики	Индексированные показатели
1.	Конечно-диастолический объем левого желудочка (мл)	КДО ЛЖ		
2.	Конечно-систолический объем левого желудочка (мл)	КСО ЛЖ		
3.	Ударный объем левого желудочка (мл)		УО ЛЖ	
4.	Фракция выброса левого желудочка (%)		ФВ ЛЖ	
5.	Минутный объем кровообращения (мл/мин.)		МО	
6.	Конечно-диастолический индекс левого желудочка (мл/м <sup>2</sup> )			КДИ ЛЖ
7.	Конечно систолический индекс левого желудочка (мл/м <sup>2</sup> )			КСИ ЛЖ

Индексированные значения получали путем соотнесения абсолютных эхокардиографических показателей к площади поверхности тела больного. Так же в анализ была включена оценка движения эндовентрикулярной заплаты в полости ЛЖ. Визуализация проводилась в 2-D режиме реального времени из стандартной 4 -х камерной позиции. Эти же ЭХОКг параметры использовали и для обследования больных на 2-е сутки в отделении реанимации с помощью трансторакальной эхокардиографии с использованием датчика 3.5/2.7 МГц, S4. Визуализация проводилась в стандартной 4 -х камерной проекции из верхушечного доступа. В случаях неадекватного ультразвукового

«окна» и плохой визуализации полости ЛЖ использовался субкостальный доступ.

С помощью импульсного доплера и цветного доплеровского картирования (ЦДК) были изучены скоростные параметры и структура кровотока в полости ЛЖ. Исследование проводилось в стандартной четырехкамерной проекции полученной из средне-пищеводного доступа с использованием чреспищеводного датчика до и после операции. В первую очередь для оценки скоростных параметров кровотока необходимо было визуализировать и отдифференцировать внутрисердечные потоки крови в приточном и выводном отделах ЛЖ с помощью ЦДК. В режиме 9-цветного доплеровского картирования разными цветами обозначается противоположное по отношению к датчику направление кровотока. Кровоток в полости ЛЖ носит разнонаправленный характер: красный поток направлен к датчику, синий - от него. Такое окрашивание потока крови в ЛЖ можно оценивать как нормальную структуру кровотока (рис.4).

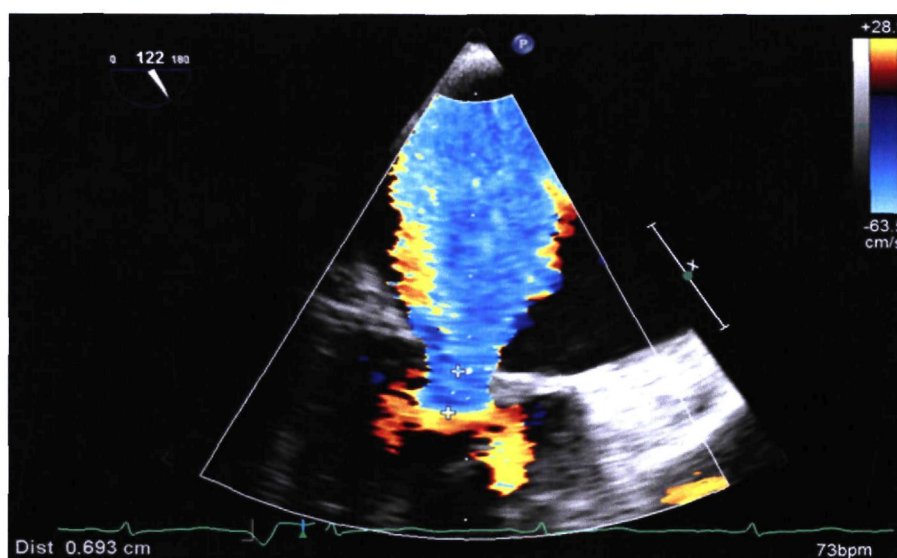


Рис.4. ЦДК при выраженной митральной регургитации в позиции длинной оси ЛЖ из средне-пищеводного доступа.

Для оценки пиковой скорости раннего диастолического наполнения ЛЖ, устанавливали контрольный объем импульсного доплера на трех уровнях приточного отдела ЛЖ (базальном, среднем, верхушечном). Базальный уровень - уровень в области митрального клапана (МК), средний уровень - уровень в области папиллярных мышц МК, верхушечный - уровень в области верхушки ЛЖ. Пиковую систолическую скорость кровотока выводного тракта ЛЖ оценивали и регистрировали так же на всех трех уровнях. Базальный уровень - уровень в области аортального клапана (АК), средний уровень - уровень в области папиллярных мышц, верхушечный - уровень в области верхушки ЛЖ ближе к межжелудочковой перегородке.

Стандартными методами ЭХОКГ оценки геометрии левого желудочка является измерение индексов сферичности и конусности. Индекс сферичности (ИС) определяется как отношение длины коротких осей, измеренных на 3-х уровнях, к длине продольной оси ЛЖ. Индекс конусности (ИК) - это отношение коротких осей друг к другу.

Измерения проводили используя 4-камерную проекцию полученную из средне-пищеводного доступа. Оценка геометрии ЛЖ с изучением индексов сферичности и конусности позволила описать характер ремоделирования ЛЖ у больных с аневризмой сердца до и сразу после хирургической коррекции. Нормальные показатели индексов сферичности и конусности представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Нормативные показатели индексов сферичности и конусности

Индекс сферичности		
Базальный уровень	Средний Уровень	Верхуш. уровень
0,46 ± 0,03	0,52 ± 0,02	0,31 ± 0,01
Индекс конусности		
Баз./Верх.	Баз./Средн.	Средний/Верх.
1,5 ± 0,05	0,79 ± 0,02	1,76 ± 0,04

Важная роль при оценке скорости сосудистого русла коронарных артерий отводится сосудистому сопротивлению. Для анализа данных после проведенной доплер-ЭхоКГ полостей сердца и сосудов вычислялись соответствующие величины с использованием формулы, предложенные Арегя (1940), основанные на законе Пуазейля.

#### **2.4. Статистический метод исследования.**

Полученные данные обработаны на компьютере с использованием пакета статистических программ. Сравнение средних показателей производили с помощью стандартных методов вариационной статистики медико-биологического профиля. Для выявления существенных различий между средними значениями различных совокупностей исходно сопоставляемых групп больных применяли критерий Стьюдента. Поправка Бонферрони к критерию Стьюдента применялась в случаях сравнения 2-х исследованных групп. Данные считались статистически достоверными при значении  $p < 0,05$ . Для изучения корреляционной связи между потоком в коронарных сосудах и давлением в левом предсердии данные были обработаны методом множественного пошагового линейного регрессионного анализа, который позволяет установить возможный эффект у больных в зависимости от возраста, ЧСС, АД и ЦВД. Дополнительно, путем применения t-распределительного теста Стьюдента было проведено сравнение периода времени кровотока для исключения влияния разницы между трансторакальным и трансэзофагальным давлением. Непосредственно корреляционный анализ был проведен по коэффициенту корреляции Пирсона. Направленность связей оценивалась по знаку коэффициентов корреляции, статистически значимыми считались коэффициенты с уровнем значимости  $p < 0,05$  по t-критерию. Все количественные данные представлены в виде  $M \pm t$  (средняя величина и стандартное отклонение). Для корреляционного анализа внутрижелудочковых и внутрисосудистых скоростей кровотока был использован метод парной ранговой корреляции Спирмена.



## **ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **3.1. Клиническая характеристика обследованных больных с ИБС.**

Хирургическое лечение ИБС остается одной из наиболее актуальных проблем современной сердечнососудистой хирургии, поскольку медико-социальное значение данной патологии весьма велико. По данным специальной комиссии Европейского кардиологического общества и по статистическим показателям заболеваемости и летальности, сердечно-сосудистые заболевания являются основной причиной смертности и инвалидизации населения большинства развитых стран, в том числе и России. К настоящему времени достигнут значительный прогресс в лечении этого грозного заболевания. В первую очередь это широкое распространение операций прямой реваскуляризации миокарда, аорто-коронарное шунтирование (АКШ), внедрение эндоваскулярных методов лечения ИБС: транслюминальной баллонной ангиопластики и стентирования сосудов сердца. Отмеченные методы наиболее эффективно используются у больных с острыми коронарными расстройствами и хронической ИБС. Несколько сложнее обстоит ситуация с хирургическим лечением больных ИБС, уже имевших серьезные осложнения в виде распространенного инфаркта миокарда в анамнезе или постинфарктную аневризму сердца. Среди различных форм ИБС постинфарктная аневризма левого желудочка занимает особое место. Это обусловлено высокой частотой развития этого осложнения и неблагоприятным прогнозом. Данная патология плохо поддается медикаментозной терапии и приводит к быстрой декомпенсации и развитию сердечной недостаточности. По данным разных авторов, постинфарктная аневризма ЛЖ развивается в 10-35% случаев после перенесенного трансмурального инфаркта миокарда (14, 15, 31, 44).

Формирование аневризмы ЛЖ значительно ухудшает прогноз заболевания. Пятилетняя выживаемость больных с постинфарктной аневризмой ЛЖ при естественном течении колеблется от 25 до 60 % (49, 82, 85).

Неблагоприятный прогноз естественного течения связан с процессами структурно -геометрического ремоделирования ЛЖ, которые нередко приводят к нарушению его насосной функции и снижению глобальной фракции выброса (ФВ) (4,5,9,10, 26, 44). Хирургическое лечение больных с постинфарктной аневризмой ЛЖ относится к наиболее сложным проблемам современной кардиохирургии и направлено на реваскуляризацию жизнеспособного миокарда и реконструкцию полости ЛЖ, в результате которой убираются рубцово-измененные ткани аневризмы и восстанавливается нормальная, конусная геометрия ЛЖ(13,23,54,60,66).

Указанные мероприятия наиболее эффективно используются благодаря внедрению в клиническую практику современных методов диагностики с применением различных вариантов по визуализации патологических элементов со стороны сосудов и пораженных участков миокарда. С момента первого описания стенокардии и инфаркта миокарда ведется активный поиск клинических и инструментальных методов с целью оптимизации диагностики различных проявлений ИБС. Невзирая на распространенность ИБС в популяции среди людей в возрасте от 40 до 60 лет, четкая диагностика заболевания нередко представляет определенные сложности в кардиологической практике. Следует отметить, что на сегодняшний день, безусловно, коронарография сосудов сердца все еще остается «золотым стандартом» при диагностике ИБС. По отношению к этому «золотому стандарту» многие исследователи сопоставляют и сравнивают полученные данные остальных диагностических методов исследования, включая и современные методы эхокардиографии (ЭхоКГ).

В наших исследованиях в соответствии с поставленными задачами было проведено 147 эхокардиографических исследований с трехмерной реконструкцией изображения у 102-х больных, страдавших ИБС, на фоне поражений коронарных сосудов и клапанных пороков врожденного и приобретенного характера. Из данных анамнеза было установлено, что у большинства больных нарушения со стороны сердечно-сосудистой системы по длительности заболевания колебались в пределах от 5 и более лет и в среднем составила  $9,4 \pm 1,5$  года. Все пациенты обратились в клинику за квалифицированной медицинской помощью по поводу недостаточности со стороны сердечно-сосудистой системы. Среди обследованных нами больных мужчин было 74, женщин – 28. Возраст больных колебался в пределах от 17 до 79 лет. Средний возраст составил -  $47,1 \pm 1,7$  лет. Всем больным проводился комплекс общеклинических исследований, включавший анамнез, осмотр, физикальное обследование, электрокардиографическое, фонокардиографическое, рентгенографическое исследование. Все больные были обследованы в дооперационном и ближайшем послеоперационном периоде.

При проведении осмотра (табл.6) среднее значение артериального систолического давления составило  $137,2 \pm 0,9$  мм рт.ст. (минимальные цифры 120 мм рт.ст., максимальные 185 мм рт.ст.). Показатели диастолического давления колебались в следующих пределах: минимальные 70 мм рт.ст., максимальные 110 мм рт.ст., среднее его значение составило  $84,3 \pm 0,9$  мм рт.ст. При аускультации у 78 человек (76,5%) выслушивались приглушенные тоны сердца, у 18 человек (17,6%) тоны сердца были обычные, а у 6 человек (5,9%) отмечалось ослабление первого тона. У 56 человек (54,9%) шум сердца при аускультации отсутствовал, у 48 человек (47,1%) регистрировался систолический шум над верхушкой. Частота сердечных сокращений по данным ЭКГ в среднем составила  $67,8 \pm 1,2$  уд.мин минимальные

значения составили 44 уд. мин, максимальные - 90 уд. мин. Ритм сердца был синусовым во всей группе исследуемых. У 36 человек (35,3%) регистрировались суправентрикулярные экстрасистолы, редкие экстрасистолы встречались у 26 человек (25,5%) одиночными, 22 человек (21,6%), частые - у 14 человек (13,7%), групповых экстрасистол зарегистрировано не было. У 42 человек (41,2%) были зафиксированы желудочковые экстрасистолы, среди них у 26 человек (61,9%) отмечались одиночные, у 14 человек (33,3%) – групповые.

Неполная блокада ножек пучка Гиса была выявлена у 62 больных (60,8%), полная блокада не зарегистрирована ни у одного из исследуемых больных. Инфаркт миокарда был отмечен всего у 66 больных (64,7%), среди них: инфаркт боковой стенки зарегистрирован у 26 человек (25,5%), инфаркт передней стенки - у 16 человек (15,7%), инфаркт задней стенки - у 9 человек (8,8%), инфаркт перегородки - у 15 человек (14,7%).

Таблица 6

#### Клинические проявления ИБС

Пп №№	Признак	Среднее значение
1.	Систолическое АД, мм рт. ст.	137,2±0,9
2.	Диастолическое АД, мм рт. ст	84,3 ±0,9
3.	Аускультация сердца: тоны приглушенные тоны обычные ослабленный первый тон	78 (76,5%) 18 (17,6%) 6 (5,9%)
4	Шум сердца: отсутствие шума систолический над верхушкой	48 (47,1%) 56 (54,9%)
5.	Частота сердечных сокращений по данным ЭКГ	67,8± 1,2

6.	Экстрасистолия:  суправентрикулярная желудочковая	36 (35,3%) 42 (41,2%)
7.	Блокады ножек пучка Гиса:	62 (60,8%)
8.	Инфаркт миокарда	66 (64,7%)

Для получения исходных данных в наших исследованиях мы использовали ТТЭхоКГ и ЧПЭхоКГ. В результате проведенных исследований нами были обоснованы и уточнены особенности применения каждого из них у конкретного больного при определенных клинических условиях и показаниях.

### **3.2. Данные трансторакальной эхокардиографии в раннем послеоперационном периоде у больных ИБС.**

Трансторакальная эхокардиография (ТТЭхоКГ) выполнялась на аппарате Sonos-5500 фирмы Hewlett Packard с применением мультимастотных датчиков (2-4 МГц, 4-8 МГц). Всем пациентам исследуемой популяции (n=60) было проведено двухмерное трансторакальное эхокардиографическое исследование с использованием стандартных проекций:

4. длинная и короткая оси парастерального доступа
5. четырехкамерная апикальная проекция
6. двухкамерная апикальная проекция
6. субкостальный доступ
7. супрастеральный доступ.

Одновременно с эхокардиографией проводилась доплеркардиография (ДКГ) с использованием непрерывноволнового, импульсноволнового режимов и цветного доплеровского картирования. Проводились планиметрические измерения (длина, площадь).

Оценка общей систолической функции левого желудочка (ЛЖ), вычисление конечно-диастолического объема (КДО), конечно-

систолического объема (КСО), ударного объема (УО) и фракции выброса (ФВ) осуществлялась по методам Bullet, Simpson. В методике Bullet использована апикальная четырехкамерная проекция. Формула «площадь-длина» Bullet  $-U=5/6A \times L$  где А - планиметрически измеренная площадь (трассировкой эндокарда), L - длинная ось ЛЖ. В модифицированной методике Simpson применялись четырехкамерная апикальная проекция и короткая ось ЛЖ в парастеральной позиции на уровне митрального клапана (базальный сегмент) и на уровне папиллярных мышц.

Были изучены ТТЭхоКГ показатели гемодинамики в раннем послеоперационном периоде при различных патологических состояниях у больных ИБС, на вторые сутки после операции в отделении реанимации и интенсивной терапии. Так, у больных на фоне сердечной недостаточности после проведенных операций по геометрической реконструкции ЛЖ в сочетании с реваскуляризацией миокарда изучали ряд функциональных показателей. Эти усредненные показатели в различные послеоперационные периоды представлены в таблице 7. Было установлено, что у больных на вторые сутки после проведенных оперативных вмешательств, находившихся в отделении реанимации и интенсивной терапии, отмечалось достоверное увеличение конечно-диастолического (КДО) и конечно-систолического объемов ЛЖ и их индексов по сравнению с интраоперационными и непосредственно послеоперационными показателями. Как видно из представленной таблицы 7, показатели КДО и КСО непосредственно после операции составляли  $188,8 \pm 3,3$  мл и  $101,6 \pm 2,3$  мл, а на 2-е сутки после операции эти показатели увеличивались до  $211,2 \pm 3,2$  мл и  $118,6 \pm 2,5$  соответственно. При исследовании аналогичных данных на 4-е сутки после операции было выявлено дальнейшее увеличение этих показателей до  $241 \pm 1,2$  и  $163,5 \pm 3,3$  соответственно.

Такие же увеличенные данные были получены и в отношении конечно-диастолического (КДИ) и конечно-систолического (КСИ) индексов, усредненные показатели которых непосредственно после операции в случае КДИ составили  $94,2 \pm 1,3$ , на 2-е сутки после операции эти показатели увеличивались до  $97,2 \pm 1,3$ , на 4-е сутки после операции составили  $120,3 \pm 2,1$ . В случае КСИ эти показатели составили:  $49,3 \pm 1,3$ ;  $58,2 \pm 1,1$ ;  $71,3 \pm 1,3$  соответственно.

Таблица 7

Усредненные ТТЭхоКГ показатели функции ЛЖ в динамике раннего послеоперационного периода у больных ИБС (п - 60)

Показатели	Сразу после операции	На 2-е сутки	На 4-е сутки
КДО мл	$188,8 \pm 3,3$	$211,2 \pm 3,2$	$241 \pm 1,2$
КСО мл	$101,6 \pm 2,3$	$118,6 \pm 2,5$	$163,5 \pm 3,3$
КДИ мл	$94,2 \pm 1,3$	$97,2 \pm 1,3$	$120,3 \pm 2,1$
КСИ мл	$49,3 \pm 1,3$	$58,2 \pm 1,1$	$71,3 \pm 1,3$
УО мл	$87,6 \pm 17,4$	$92,4 \pm 24,6$	$98 \pm 16,1$
УИ мл/м2	$44,7 \pm 9,4$	$47,8 \pm 9,7$	$49,2 \pm 3$
СИ л/мин/м2	$3,9 \pm 0,8$	$3,8 \pm 0,7$	$3,2 \pm 0,5$
МО л/мин	$7,8 \pm 1,6$	$7,4 \pm 2,1$	$6,9 \pm 1,6$
ФВ	$46,4 \pm 6,3$	$45,4 \pm 7,8$	$33,5 \pm 4,5$

Примечание:  $P < 0,05$

При анализе показателей ударного объема (УО), ударного индекса (УИ) и сердечного индекса (СИ) также были выявлены соответствующие изменения объемных характеристик функций ЛЖ в сторону увеличения. В то же время минутный объем (МО) и функция

выброса (ФВ) имели тенденцию к достоверному снижению. Следует отметить, что у больных с осложненным течением раннего послеоперационного периода на фоне сердечной недостаточности отмечалось снижения ФВ на фоне дилатации ЛЖ, в особенности это четко проявлялось на 4-е сутки после проведенной операции. При этом отмечено снижение фракции выброса с  $46,4 \pm 6,3$  до  $33,5 \pm 4,5$ . Таким образом, у больных с осложненным течением раннего послеоперационного периода на фоне сердечной недостаточности, проведенные хирургические операции по геометрической реконструкции ЛЖ в сочетании с реваскуляризацией миокарда не во всех случаях способствовали восстановлению структурно - геометрических и функциональных параметров миокарда ЛЖ. В первую очередь это обусловлено исходной тяжестью пациентов, процессами декомпенсации и дезадаптации структуры сердечной мышцы, которые были выявлены при анализе после проведения дополнительных исследований с помощью исходных интраоперационных ЧПЭхоКГ параметров, объективно характеризующих функциональное состояние миокарда ЛЖ.

В процессе проведения ТТЭхоКГ исследования накапливались исходные данные по каждому конкретному случаю, отбирались соответствующие изображения с равным углом сканирования. Оптимальным шагом при ротационном движении мультипланового датчика являлся шаг (или угол), равный 2-м градусам, при этом в базе исходных данных накапливается 90 томографических двухмерных ультразвуковых срезов. Применение этого режима сканирования у больных с брадикардией увеличивает время исследования, так как необходимо накопить определенное количество кардиоциклов



(как известно, весь кардиоцикл сканируется в каждой конкретной позиции датчика). В 54 исследованиях (90%) мы использовали угол ротации - 3 градуса (в таких случаях в базу данных попадает 60 томографических двухмерных срезов). В таких случаях это позволяло нам сократить время сканирования при сохраненном качестве визуализации изображения. В то же время использование угла ротации при этом более 3-х градусов оказывается нецелесообразным, так как снижается качество трехмерной реконструкции и, соответственно, самого процесса визуализации. На представленных ниже рисунках видны расширенные участки ЛЖ с сокращением функции выброса (рис.5) и асимметрично гипертрофированные участки в области верхушки ЛЖ по типу умеренной кардиомиопатии (рис.6).

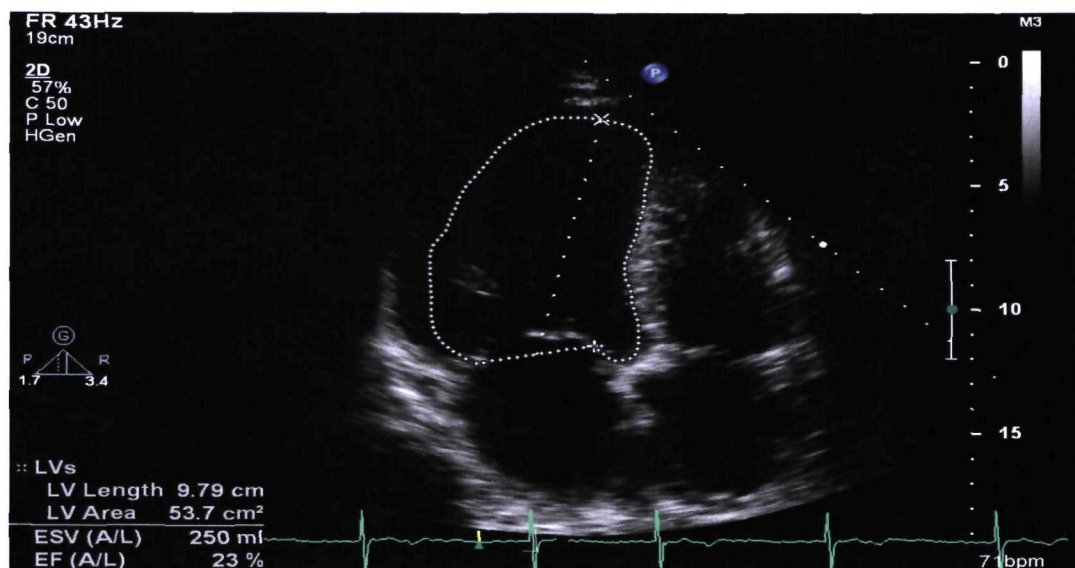


Рис.5. Расширение ЛЖ со снижением ФВ.

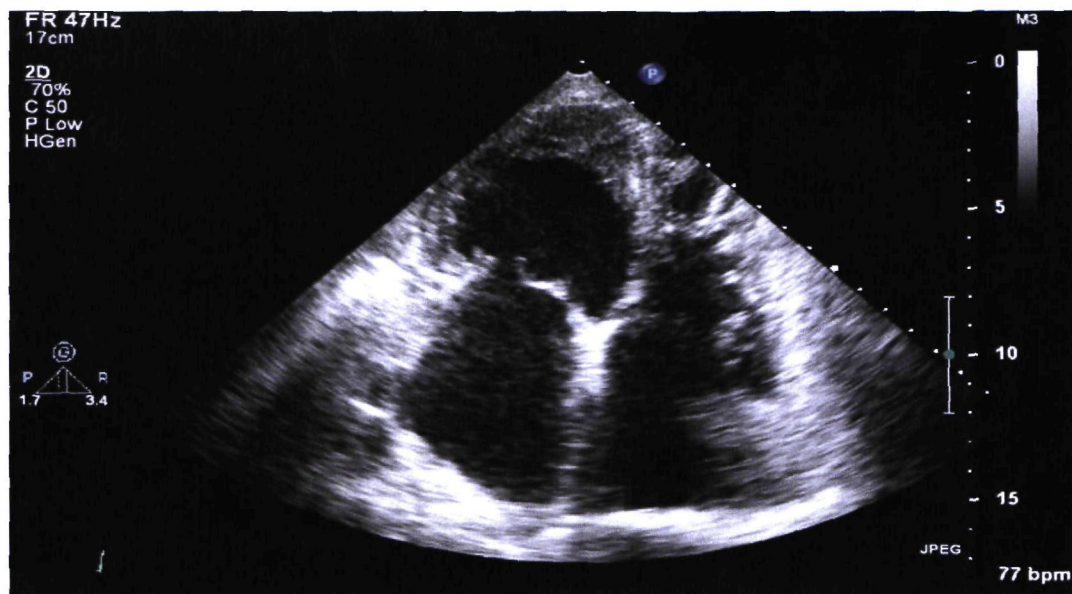


Рис. 6. Асимметричная гипертрофия верхушки ЛЖ.

Необходимо отметить, что одним из ограничений при трехмерной ТТЭхоКГ является нецелесообразность ее применения у больных с нарушениями сердечного ритма. Как уже отмечалось, для того, чтобы уменьшить влияние движений сердца на реконструкцию изображения, в компьютерной программе заложены определенные пределы колебаний значений R-R интервалов и амплитуды дыхания. Диапазон колебаний R-R интервалов, как правило, не должен превышать 150 мс, так как кардиоциклы, превышающие допустимые значения, не попадают в базу данных. Такое состояние способствует значительному увеличению времени исследования, что отрицательно сказывается на самочувствии больного.

Для оптимизации качества реконструированных изображений мы использовали программные обработки изображения в режимах Anyplane, Meinplane и Paraplane. Режим Anyplane позволяет изменять пространственную ориентацию реконструируемого изображения в системе координат а, р, у, что позволяет улучшить качество реконструкции. Это достигается благодаря тому, что

исследователь может развернуть изображение в любой из трех взаимоперпендикулярных плоскостей под таким углом, чтобы наиболее четко визуализировались все анатомические детали изучаемой структуры сердца. Режим Meinplane позволяет визуализировать изображение анатомической структуры, полученное по длинной оси, развернуть на 90 градусов и получить виртуальную короткую ось объекта. С помощью режима Paraplane можно производить различные срезы анатомической структуры в параллельных плоскостях.

При выполнении трехмерной реконструкции ТТЭхоКГ частой причиной неудовлетворительного качества изображения является шум. Отношение «сигнал/шум» имеет первостепенно важное значение для всех методов эхокардиографии при оптимизации визуализации изучаемого объекта (К.Хилл и соавт., 1989). Было установлено, что чем больше сигнал шумового эффекта, тем лучше качество изображения исследуемого объекта. Однако при сканировании в большом усилении (gain controls) шум увеличивается, что не всегда позволяет компьютеру четко разграничивать анатомические структуры. В то же время при меньшем усилении и ослаблении шумового эффекта существенно снижается разрешающая способность метода. Поэтому чаще всего приходится в каждом конкретном случае изыскивать необходимый компромисс между оптимизацией разрешающей способности метода и шумом. В ходе наших исследований мы получали изображение удовлетворительного качества при усилении (gain controls) не более 50. Более высокая разрешающая способность трансэзофа-геального доступа позволяет минимизировать усиление и уменьшить влияние шума.

К ограничениям метода трехмерной ТТЭхоКГ относится также трудность фиксации датчика. Для того чтобы получить адекватную трехмерную реконструкцию, изображение, полученное под углом сканирования 0 градусов должно полностью совпадать с изображением, полученным под углом сканирования 180 градусов. С этой целью мы старались в течение всего исследования не изменять или отклонять положения датчика. Датчик, как правило, фиксируется непосредственно вручную при неподвижно лежащем исследуемом пациенте. С учетом этих особенностей, далеко не всегда удается избежать нежелательного смещения датчика, что способствует возникновению различного рода помех и артефактов при визуализации изображения. Поэтому в этом отношении при трансторакальной эхокардиографии проблема четкой и оптимальной фиксации датчика все еще остается в определенной мере нерешенной. Кроме того, нужно отметить, что исследуемая область при выполнении трехмерной реконструкции имеет пространственные ограничения (данная программная версия позволяет реконструировать ограниченную анатомическую область), что является также недостатком ТТЭхоКГ метода. При попытке увеличения реконструируемой области до определенной степени величины, путем уменьшения глубины сканирования, отмечается снижение и ухудшение разрешающей способности метода.

Процесс получения трехмерного ультразвукового изображения включает в себя несколько последовательных этапов: получение исходных данных с накоплением множества последовательных двухмерных изображений. Далее следует так называемый постпроцессинг, состоящий в том, что последовательные двухмерные изображения, сканированные в один и тот же период кардиоцикла, оцифровываются и соединяются в набор

томографических срезов данной конкретной исследуемой области сердца. Наконец, на последнем третьем этапе из этих наборов реконструируются в трехмерной Декартовой системе координат серошкальные изображения. В использованной нами версии при ТТЭхоКГ процесс получения трехмерного ультразвукового изображения занимает в среднем от 15 до 20-25 минут с реализацией программы трехмерной реконструкции в реальном масштабе времени (Sheikh КН. et al., 1991, Ota T. et al., 1999, Balestrini L. et al., 2000). Тем не менее, нужно отметить некоторые ограничения в отношении данной версии, в частности, отсутствие программы реконструкции внутрисердечного кровотока и не всегда получаемые качественные результаты визуализации, в особенности у взрослых пациентов.

### 3.3. Метод стресс-эхокардиографии при диагностике ИБС.

Необходимо отметить, что результаты клинического осмотра не во всех случаях могут быть адекватными и не всегда могут вызвать настороженность у врача по поводу ИБС. Поэтому лишь комплекс провокационных и нагрузочных проб могут способствовать четкой диагностике этого грозного заболевания. В таблице 8 представлены результаты нагрузочных с использованием велоэргометрии (ВЭМ).

Таблица 8  
Данные по велоэргометрии

Исследованный признак	Среднее значение	Стандартная ошибка среднего
1. Стенокардия как критерий теста; 0-нет, 1-есть	0,344	+ 0,030
2. Депрессия сегмента ST как критерий теста; 0 - нет, 1-есть	0,277	± 0,026
3. Положение сегмента ST в отведении II на высоте пробы; (+) или (-) мм от изолинии	-0,059	± 0,058
4. Положение сегмента ST в отведении III на высоте пробы; (+) или (-) мм от изолинии	- 0,029	± 0,020
5. Положение сегмента ST в отведении aVF на высоте пробы; (+) или (-) мм от изолинии	-0,029	± 0,020

6. Положение сегмента ST в отведении V4 на высоте пробы; (+) или (-) мм от изолинии	0,235	$\pm 0,115$
7. Положение сегмента ST в отведении Уб на высоте пробы; (+) или (-) мм от изолинии	0,147	$\pm 0,106$
8. Артериальное давление систолическое (максимальное) на высоте нагрузки; мм рт. ст.	155,4	$\pm 3,6$
9. Артериальное давление диастолическое (максимальное) на высоте нагрузки; мм рт. ст.	86,3	$\pm 1,5$
10. Частота сердечных сокращений на высоте нагрузки	93,676	$\pm 4,695$
11. Мощность нагрузки в Вт	115,0	$\pm 5,395$

При проведении велоэргометрии (табл.8) у 28 человек (27,4%) проба была прекращена в связи с развитием типичного приступа стенокардии. Депрессия сегмента ST как критерий теста определялась у 38 человек (37,2%). Так в стандартном II отведении она была зарегистрирована у 7 человек, в III отведении - у 9 человек, в aVF отведении у 6 человек, в отведении  $V_2$  - у 2 человек, в отведении V4 - у 6 человек, в отведении  $V_6$  - у 8 человек. На высоте нагрузки систолическое артериальное давление в среднем составило  $155,4 \pm 3,6$  мм рт. ст. (минимальное значение ПО мм рт.ст., максимальное 230 мм рт.ст.), диастолическое артериальное давление -  $86,3 \pm 1,5$  мм рт.ст. (минимальное 70 мм рт.ст., максимальное - 115 мм рт.ст.). Частота сердечных сокращений в среднем на высоте нагрузки была равна  $93,7 \pm 4,695$  уд/мин (минимальная - 70 уд/мин, максимальная - 200 уд/мин).

Изменения, возникающие у больных с ИБС, чаще всего были выявлены уже при проведении ТТЭхоКГ в покое. Проводя это исследование, нами оценивались показатели систолической функции левого желудочка, фракция выброса, фракция укорочения, скорость циркулярного укорочения волокон миокарда. Анализировалась степень гипертрофии стенок миокарда ЛЖ, его масса. Размер левого предсердия косвенно указывал на изменения диастолической функции. За норму нами принимались значения, которые используются в лаборатории ЭхоКГ центра функциональной диагностики ГВКГ им. акад. Н.Н.Бурденко.

Таблица 9.

Результаты трансторакальной эхокардиографии в покое



Исследовательский признак	Среднее значение	Стандартная ошибка среднего
1. Конечно диастолический размер ЛЖ в см (6,0)	5,9	$\pm 0,056$
2. Размер левого предсердия в см (4,0)	3,6	$\pm 0,037$
3. Фракция выброса в % (52-75)	53,8	$\pm 1,210$
4. Фракция укорочения волокон миокарда в % (28-41)	28,6	$\pm 0,749$
5. Скорость циркулярного укорочения волокон миокарда в с <sup>-1</sup> (0,9-1,9)	1,121	$\pm 0,037$
6. Масса миокарда левого желудочка в г (130-150 г)	163,4	$\pm 6,208$
7. Гипертрофия миокарда ЛЖ; 0- нет, 1- есть	0,402	$\pm 0,058$
8. Дилатация ЛЖ; 0- нет, 1- есть	0,445	$\pm 0,061$
9. Симметричная гипертрофия ЛЖ; 0- нет, 1- есть	0,402	$\pm 0,058$
10. Гипертрофия ЛЖ у больных с ГБ; 0-нет, 1-есть	0,355	$\pm 0,051$

При проведении ЭхоКг в покое (табл.9) в исследуемой группе у 46 больных (45,1%) конечно диастолический размер левого желудочка (КДР ЛЖ) не превышал 6,0 см, в среднем он составил  $5,9 \pm 0,056$  см.. Размер левого предсердия (ЛП) у 56 человек (54,9%) был больше 3,0 см, но не превышал 4 см, среднее значение составило  $3,6 \pm 0,037$  мм. Фракция выброса у больных в среднем составила  $53,8 \pm 1,210$ . Фракция укорочения волокон миокарда в среднем составила  $28,6 \pm 0,749$ . Скорость циркулярного укорочения волокон миокарда у 38 человек (37,3%) была ниже  $0,9 \text{ с}^{-1}$  и среднее ее значение в группе составило  $1,1 \pm 0,037 \text{ с}^{-1}$ . Масса миокарда ЛЖ в среднем составила  $163,4 \pm 6,208$  г. При этом у 70 человек (68,6%) она была выше нормы. Признаки гипертрофии миокарда ЛЖ были выявлены у 36 человек (40,0%), гипертрофия была симметричной, незначительной степени, толщина миокарда не превышала 15 мм. Среди 54 человек, имеющих в анамнезе указания на гипертоническую болезнь (ГБ), гипертрофия миокарда ЛЖ встречалась у 39 человек (38,2%).

Таким образом, результаты клинико-инструментальных методов исследования показывают, что у пациентов, включенных в настоящее исследование, имела место средне-тяжелая клиническая картина коронарной болезни. Об этом свидетельствуют перенесенные инфаркты миокарда, наличие стенокардии напряжения различных функциональных

классов, нарушений сердечного ритма и проводимости. Однако клинические и электрокардиографические методы не всегда позволяют выявить скрытую коронарную недостаточность. Возможности диагностики этого грозного заболевания в значительной степени возрастают при использовании таких инструментальных методов исследования, как ТТЭхоКГ и ЭКГ при функциональных нагрузочных тестах. С этой целью нами проводилось эхокардиографическое исследование, как в покое, так и при использовании фармакологических провоцирующих стресс-агентов (добутамин) с оценкой состояния регионарной сократимости левого желудочка.

При ТТЭхоКГ в покое нарушений локальной сократимости миокарда было выявлено лишь у ограниченного количества больных, среди которых выявленные признаки нарушения регионарной кинетики были различной степени выраженности. Так, дискинез был выявлен у 4 человек, акинез - у 8, гипокинез у 19 человек.

При проведении стресс-эхокардиографии с добутином мы разделили исследование на 2 этапа. На первом этапе при использовании «малых» доз добутамина (5 - 10 мкг/кг/мин) мы выявляли гибернированный (жизнеспособный) миокард у лиц с нарушенной кинетикой в покое. Появление ухудшения кинетики на этом этапе свидетельствовало: 1) об отсутствии жизнеспособного миокарда в зонах с исходно нарушенной кинетикой, 2) а среди лиц с нормальной локальной сократимостью в покое о наличии у них ИБС. Из дальнейшего исследования (2-го этапа) эти пациенты исключались. На втором этапе добутамин вводился с более высокой скоростью в больших дозах - 20, 30 и 40 мкг/кг/мин с добавлением 1.0 мг атропина. Это позволило выявить признаки ИБС у лиц с неизменной регионарной сократимостью в покое, а также «двухфазный» ответ на введение добутамина у пациентов с нарушенной кинетикой в покое, подтверждая тем самым наличие гибернированного миокарда.



На первом этапе при использовании «малых» доз добутамина (табл. 10) у 60 больных (58,8%) регистрировалось увеличение систолического утолщения в сегментах как с нарушенной, так и с изначально сохраненной в покое кинетикой. Из этого количества больных у 14 (23,3%) отмечалось ухудшение кинетики, среди которых с нарушенной кинетикой в покое были выявлены 10 человек, что позволяет предположить отсутствие у них жизнеспособного (гибернированного) миокарда, следовательно, наличие у них ИБС. Всего у 5 больных добутамин не способствовал развитию изменений со стороны локальной сократимости миокарда. При анализе результатов этой серии исследования было установлено: наилучшие показатели при малых дозах добутамина были выявлены в случае гипокинеза и гипокинез-акинезе с улучшением нагрузочных показателей на 63,2% и 45,5% соответственно. Наихудшие показатели были установлены в отношении нормокинеза – улучшение всего на 10%, а без изменений в 70% случаев (табл.10).

Таблица 10

Состояние кинетики в покое и при нагрузке с использованием малых доз добутамина

Покой	Число больных	Кинетика (малые дозы)		
		ухудшение	улучшение	без изменений
Нормокинез	20	4	2	14
Гипокинез	19	5	12	2
Гипокинез-акинез	11	4	5	2
Акинез	6	1	4	1
Акинез-дискинез	3	-	2	1
Дискинез	1	-	1	-
Итого	60	14	26	20

Таблица 11

Состояние кинетики в покое и при нагрузке с использованием больших доз добутамина

Покой	Число больных	«Малые» дозы		
		ухудшение	улучшение	Без изменений
Нормокинез	20	17	1	2
Гипокинез	19	15	2	2
Гипокинез-акинез	11	9	-	2
Акинез	6	4	1	1
Акинез-дискинез	3	2	-	1
Дискинез	1	1	-	-
Итого	60	48	4	8

При возобновлении пробы с использованием добутамина в увеличенных больших дозах было выявлено существенное ухудшение регионарной сократимости миокарда. При этом в 85% случаев регистрировалось ухудшение нормокинеза, в 78,9% в случае гипокинеза и в 81,8% случаев при гипокинез-акинезе (табл.11).

Таким образом, на основании проведенных исследований было установлено, что при стресс-эхокардиографии с использованием метода ТТЭхоКГ в преобладающих случаях был выявлен гибернированный миокард у больных с ИБС. И только у 8 пациентов (13,3%) с исходно нарушенной локальной сократимостью миокарда в покое признаков жизнеспособного (гибернированного) миокарда не было выявлено. В целом же проведенная стресс-эхокардиография с добутамином подтвердила диагностическую картину наличия ИБС у 52 пациентов (86,7%).

Следует отметить, что при проведении стресс-эхокардиографии с большими дозами добутамина мы выявляли признаки ишемии миокарда. Принимая гиперкинетическую реакцию сегментов на введение фармакологического вещества добутамин как улучшение кинетики, полученные нами данные позволили проанализировать изменение локальной сократимости каждого из 16 сегментов при проведении стресс-эхокардиографии. Кроме того, мы попытались в нашем исследовании проанализировать чувствительность ТТЭхоКГ в выявлении поражений каждой из коронарных артерий в сравнительном

плане с имеющимися данными литературы. В частности, было установлено, что в 10 сегментах из 16 были зарегистрированы нарушения локальной сократимости после проведения пробы с добутамином, что свидетельствует о наличии у пациентов ИБС. Во всех сегментах, кровоснабжающихся из правой коронарной артерии (ПКА), отмечено ухудшение кинетики, в 4-х сегментах (50%) - из передней межжелудочковой ветви (ПМЖВ), в 2-х сегментах (50%) – из огибающей ветви (ОВ). Однако обращает на себя внимание, что в сегментах, кровоснабжение которых осуществляется из ПМЖВ, имеется четкая закономерность в отношении нарушении кинетики. Так например, 3 сегмента из 4-х соответствуют передне-перегородочной области, и их ассинергия была выявлена во всех трех отделах ЛЖ. Такая закономерность не была выявлена среди сегментов, кровоснабжающихся из ОВ.

Чтобы сравнить данные нарушения локальной сократимости сегментов левого желудочка с изменениями магистральных ветвей венечных артерий мы выделили из общего числа поражений коронарного русла данные окклюзирующего поражения и стенозов более 75%, т.е. те поражения, которые дают наиболее точный и устойчивый результат при проведении ТТЭхоКГ стресс эхокардиографии (таб. 12).

Таблица 12

Число больных с окклюзией коронарных артерий и стенозами более 75%

Степень стеноза	ПКА №=49(100%)	ПМЖВ №=52(100%)	ОВ №=54(100%)
Более 75%	19	28	18
Окклюзия	17	9	16
Итого	36 (73,5%)	37 (71,2%)	34 (62.9%)

Как видно из представленной таблицы, количество гемодинамически выраженных поражений коронарных артерий приблизительно одинаково и составляет для ПКА – 36, для ПМЖВ - 37, для ОВ - 34. Окклюзия ПКА и ОВ коронарной артерии встречаются

примерно в одинаковом числе случаев - 19 и 18 соответственно. В то же время аналогичное поражение передней межжелудочковой ветви левой коронарной артерии было выявлено только у 9 больных.

Изменения в ОВ носят более тяжелый характер, чем поражения ПМЖВ. Тем не менее, изменения локальной сократимости сегментов левого желудочка, кровоснабжающихся из передней межжелудочковой ветви, являются более информативными и имеют четкую закономерность. Таким образом, все изложенное позволяет предположить, что наибольшей чувствительностью стресс-эхокардиография с добутамином обладает при поражении ПКА, ПМЖВ, а наименьшей - при поражении ОВ. Такие данные, полученные в наших исследованиях корректируют с аналогичными сообщениями из данных литературы (74, 98, 134). Однако объяснить это только тем, что сегменты, кровоснабжающиеся из ОВ, наиболее труднодоступны для визуализации с последующей интерпретацией полученных результатов, с нашей точки зрения, не могут быть в достаточной мере приемлемыми и полностью достоверными.

Кроме того, нами была дана оценка чувствительности метода стресс-эхокардиографии при выявлении атеросклеротического поражения магистральных ветвей коронарных артерий. С этой целью мы провели сравнение метода стресс-эхокардиографии с другими методами в определении патологии венечных артерий. В конечном итоге нами был проведен сравнительный анализ неинвазивных функциональных методов диагностики ИБС с «золотым стандартом» - рентгеноконтрастной коронарографией.

По данным коронарографии мы разделили исследуемых на 2 группы. Данные коронарографии изложены в таблице 3. В первую вошли 55 человек с гемодинамически значимыми стенозами коронарных артерий и/или их окклюзией. Вторая группа состояла из 35 человек с гемодинамически незначимыми стенозами и/или

диффузным поражением венечных артерий. Мы сравнили чувствительность функциональных методов исследования у пациентов в зависимости от степени поражения коронарного русла. Полученные результаты этих исследований представлены в табл. 13.

Таблица

13 Информативность функциональных методов в диагностике ИБС

Метод функциональной диагностики	Количество совпадений данных коронарографии и функциональных методов исследования при ИБС	
	Кол-во больных ИБС с гемодинамически значимыми стенозами N = 45(100%)	Кол-во больных ИБС с гемодинамически незначимыми стенозами N = 32(100%)
ВЭМ	39 (86,6%)	4(12,5%)
ТТЭхоКГ покой	41 (91,1%)	7(21,9%)
Стресс-ЭхоКГ	45 (100%)	25(78,1%)

Анализ данных таблицы 13 свидетельствует о том, что чувствительность ВЭМ при гемодинамически значимых стенозах коронарных артерий высока и составляет 86,6%. При гемодинамически незначимых стенозах ее информативность падает до 12,5%.

Трансторакальная эхокардиография в покое оказывается более информативной чем ВЭМ и позволяет выявить признаки ИБС в группе с гемодинамически значимыми стенозами в 91,1% случаев. Следует отметить, что вклад ТТЭхоКГ в выявление заболевания среди больных с диффузным поражением и гемодинамически незначимыми стенозами составляет 21,9%.

Наряду с этим было показано, что у пациентов с гемодинамически выраженными стенозами чувствительность стресс-эхокардиографии составляла 100%, а среди гемодинамически незначимых поражений коронарного русла эти показатели составляли 78,1%.

Из вышеизложенного следует, что среди использованных в настоящем исследовании неинвазивных методов диагностики ИБС наибольшей чувствительностью обладает стресс-эхокардиография с добутамином. Причем высокая чувствительность метода отмечается как в случае гемодинамически значимых стенозах КА, так и при их диффузном и гемодинамически незначительном поражении.

#### **3.4. Связь данных, полученных при проведении исследований, с характером поражения коронарных артерий.**

Корреляционный анализ выполнен на всей основной группе исследуемых с использованием стандартных 126 признаков.

При проведении корреляционного анализа при данном числе наблюдений и признаков, статистически достоверными были следующие коэффициенты корреляции:

Коэффициент корреляции равный 0-0,29 - слабая связь Коэффициент корреляции равный 0,3-0,5 — средняя связь Коэффициент корреляции равный 0,5-0,69 - средняя, устойчивая связь Коэффициент корреляции равный 0,7-1,0 - сильная связь

Нами были выявлены отрицательные и положительные связи между поражением различных ветвей коронарных артерий и данными инструментального и клинического обследования.

Так при диффузном поражении коронарных артерий рис. 5 зафиксированы устойчивые положительные корреляционные связи с коэффициентом корреляции больше 0,5 с уровнем триглицеридов крови, сопутствующими заболеваниями сосудов, числом перенесенных инфарктов миокарда и инфарктом боковой стенки, в частности. Все остальные взаимодействия были средней силы, среди положительно направленных, следует отметить изменения огибающей ветви левой коронарной артерии, впервые возникшую стенокардию, индекс массы

тела, продолжительность гипертонической болезни (ГБ), недостаточность кровообращения и возраст.

Нарушения локальной сократимости в покое при диффузном поражении регистрируются в передних сегментах всех отделов ЛЖ (сегменты 2, 8, 13) и в передне-боковом сегменте базального отдела. При проведении стресс эхокардиографии нарушение сократимости выявляется в передне-боковых сегментах базального и медиального отделов, в задне-боковом сегменте базального отдела и перегородочном сегменте верхушечного отдела (сегменты 3, 9, 4 и 16 соответственно). Обращает на себя внимание, что диффузное поражение коронарных артерий сопровождается нарушением кинетики также и в виде асинхронии. Отрицательные связи с коэффициентом корреляции 0,3-0,5 установлены с изменениями сегментов ST в отведениях  $V_4$  и  $V_6$ , уровнями ЧСС, максимальными значениями систолического и диастолического давления на высоте пробы при проведении ВЭМ.

При изменениях в огибающей ветви ЛКА наиболее сильная положительная корреляционная связь с коэффициентом корреляции 0,93 выявлена при инфаркте задней стенки ЛЖ. При этом более устойчивые положительные связи (коэффициент корреляции  $> 0,5$ ) регистрируются с количеством перенесенных в прошлом инфарктов миокарда, экстрасистолией, сопутствующими заболеваниями сосудов, весом и возрастом больного (рис.7).

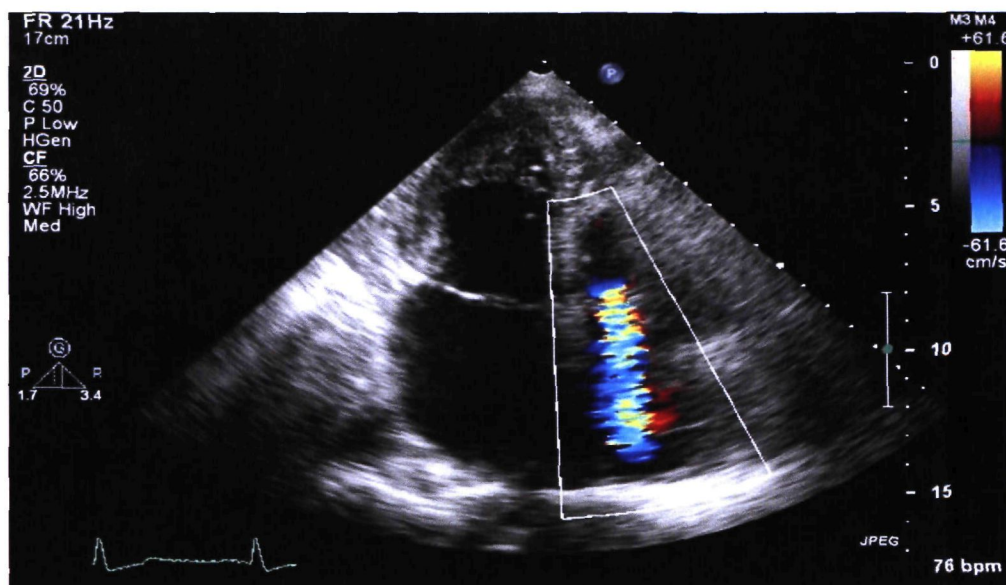


Рис.7. Огибающая ветвь ЛКА с явлением регургитации 3-й степени.

Поражение огибающей ветви левой коронарной артерии имеет положительную корреляционную связь (коэф. корреляции  $> 0,5$ ) с нарушением в покое локальной сократимости задне-боковых сегментов в базальном и медиальном отделах (сегменты 4 и 10), передне-бокового сегмента (сегмент 3) базального отдела. Поражение ствола ЛКА находится в положительной корреляционной связи с поражением огибающей ветви ЛКА, поэтому и нарушение кинетики заднего сегмента (сегмент 5) базального отдела имеет такую же направленность, но со значительно низким корреляционным коэффициентом - 0.31.

Проведение стресс-эхокардиографии позволило выявить сильную положительную корреляционную зависимость с коэффициентом 0,7-1,0 с нарушением кинетики в передне-боковом и задне-боковом сегментах базального отдела (сегменты 3 и 4), и положительную связь с коэффициентом  $> 0,5$  передне-бокового сегмента (сегмент 9) медиального отдела. Стресс эхокардиография не изменила направления и силы корреляционных связей с нарушением кинетики заднего сегмента базального отдела.



Отрицательная корреляционная зависимость средней степени выраженности (коэффициент корреляции 0,3-0,5) отмечалась при инфаркте передней стенки и перегородки, а также с возникновением блокад ножек пучка Гиса. Показатели, отражающие сократительную способность миокарда ЛЖ, находились в обратной зависимости с поражением огибающей ветви ЛКА.

При поражении ПКА положительная устойчивая корреляционная связь (с коэффициентом корреляции  $>0,5$ ) выявлена с выраженностью болевого синдрома, сопутствующими заболеваниями сосудов, инфарктом задней стенки. Зависимость с поражением огибающей ветви левой коронарной артерии носит так же положительную направленность, коэффициент корреляции 0,43 (рис.8).

При анализе локальной сократимости в покое сильная (коэффициент -0,98) и средняя устойчивая (коэффициент  $> 0,5$ ) положительная зависимость обнаружена с нарушением локальной сократимости заднего сегмента базального и медиального отдела (сегменты 5 и 11 соответственно). Нарушение регионарной сократимости задне-боковых сегментов базального и медиального отделов (сегменты 4 и 10) имеет среднюю положительную связь (коэффициент корреляции 0,3 - 0,5).

Проведение стресс-эхокардиографии позволило выявить сильную положительную корреляционную зависимость с коэффициентом 0,7-1,0 с нарушением кинетики в задних сегментах базального и медиального отделов (сегменты 5 и 11), и среднюю положительную связь с коэффициентом 0,3-0,5 передне-бокового (сегмент 3) и задне-перегородочного (сегмент 6) сегментов базального отдела. Отрицательная корреляционная зависимость средней степени выраженности (коэффициент корреляции 0,3-0,5) отмечалась с инфарктом передней стенки, впервые возникшей стенокардией и рецидивированием болевого синдрома.

Корреляционный анализ поражения передней межжелудочковой ветви левой коронарной артерии выявил положительную устойчивую связь (с коэффициентом корреляции  $>0,5$ ) с числом перенесенных инфарктов, сопутствующими заболеваниями сосудов, инфарктом передней стенки.

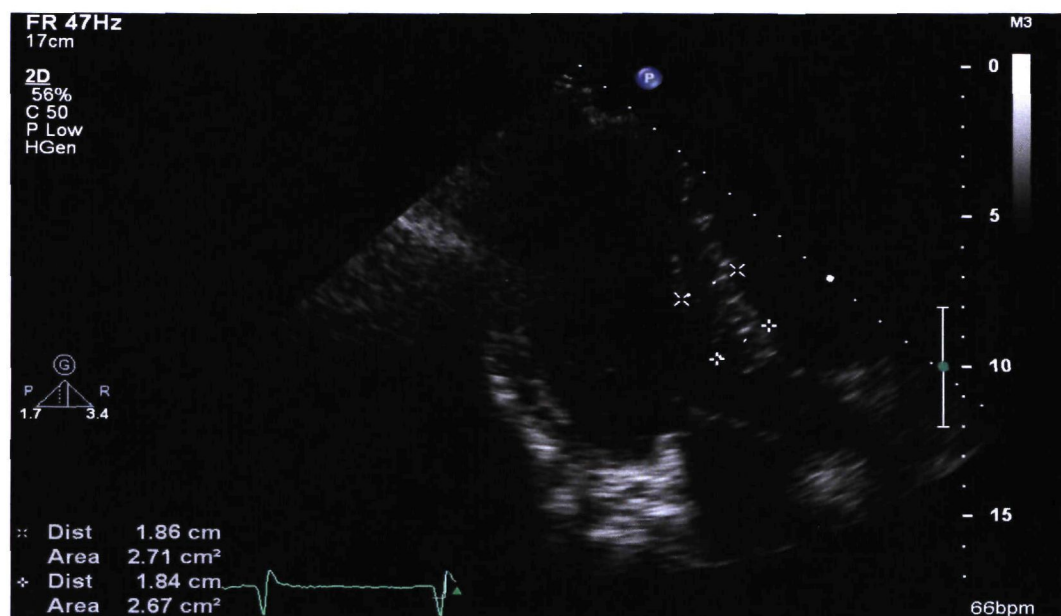


Рис.8. Корреляционные связи при гипертрофической кардиомиопатии (Обструктивная форма передней межжелудочковой ветви ЛКА).

При анализе локальной сократимости в покое сильная (коэффициент  $-0,986$ ) и средняя устойчивая (коэффициент  $> 0,5$ ) положительная зависимость обнаружена с нарушением сократимости переднего сегмента верхушечного отдела и передне-перегородочного и переднего сегментов медиального отдела (сегменты 13, 7 и 8 соответственно). Нарушение регионарной сократимости передне-перегородочного сегмента базального отдела и бокового сегмента верхушечного отдела (сегменты 1 и 14) имеет среднюю положительную связь (коэффициент корреляции  $0,3 - 0,5$ ).

Проведение стресс-эхокардиографии позволило выявить сильную положительную корреляционную зависимость с коэффициентом  $0,7-1,0$  с нарушением кинетики в передне-перегородочном сегменте

медиального отдела и передних сегментах медиального и верхушечного отделов (сегменты 7, 8 и 13). Средняя устойчивая положительная связь с коэффициентом  $>0,5$  установлена с изменением сократимости в боковом сегменте верхушечного отдела. Средняя положительная связь с коэффициентом  $0,3-0,5$  определялась с изменением кинетики передне-бокового (сегмент 9) и задне-перегородочного (сегмент 12) сегментов медиального отдела. Отрицательная корреляционная зависимость средней степени выраженности (коэффициент корреляции  $0,3-0,5$ ) отмечалась с инфарктом задней стенки, изменением ствола правой коронарной артерии, фракциями выброса и укорочения, эффективностью лечения болевого синдрома.

Корреляционный анализ - это всего лишь математическая модель. Выявляемые при его проведении связи между показателями формальны и интерпретация полученных результатов носит дискуссионный характер. Тем не менее, этот метод статистической обработки позволил нам предположить относительное направление и силу этих взаимоотношений. Так, при проведении анализа полученных результатов, становилось очевидным, что поражение ветвей коронарных артерий сопровождалось нарушением кинетики в соответствующих сегментах левого желудочка. Проведение стресс-эхокардиографии позволило увидеть усиление этих связей. При диффузном поражении коронарного русла такого направленного взаимодействия нет, и проведение стресс-эхокардиографии не изменяет ни его направления, ни его силы. Диффузное поражение сопровождается самыми многочисленными связями с данными клинического обследования, результатами ВЭМ и стресс-эхокардиографии.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют об эффективности использованных диагностических методов, направленных на верификацию ИБС у пациентов, среди которых стресс-эхокардиография имеет наибольшую информативность и занимая в

факторном анализе достойное место. При этом верификация диагноза ИБС и последующая врачебная тактика, направленная на дальнейшее ведение пациента, осуществляется на основании ведущих симптомокомплексов, среди которых особое место отводится нарушениям локальной сократимости миокарда, клиническим симптомам заболевания и электрокардиографическим признакам ишемии миокарда, индуцируемые при функциональных нагрузочных тестах.

### **3.5. Интраоперационные ЧПЭхоКГ показатели левого желудочка у больных ИБС.**

Как уже отмечалось, одной из задач наших исследований была сравнительная оценка результатов верификации ИБС с использованием ЧПЭхоКГ, с помощью которой значительно расширились диагностические возможности клиницистов. При выявлении эхокардиографических предиктов осложнений после операций по АКШ в сочетании с геометрической реконструкцией ЛЖ у больных с постинфарктной аневризмой пациенты (n=42) были разделены на 2 группы по характеру течения раннего послеоперационного периода: в первую группу вошли 26 больных с гладким послеоперационным течением, во вторую - 16 больных с осложненным течением на фоне сердечной недостаточности. При анализе полученных исходных эхокардиографических данных у больных 2-х групп были выявлены достоверные различия в показателях, характеризующих структурно-геометрическое и функциональное состояние миокарда левого желудочка.

Таблица 14.

Исходные данные ЧПЭХОКг у пациентов двух групп (M±t).

Показатели	1 группа (n-26)	2 группа (n-16)
КДО мл	264 ± 58,3	302,6 ± 62,8*
КСО мл	168,32 ± 53,2	212,5 ± 40,1*
УО мл	93,37 ± 20,8	89,8 ± 24,6
МО л/мин	7,0 ± 1,9	7,16 ± 3,1

КДИ мл/м <sup>2</sup>	131,8 ± 26,5	156,7 ± 72*
КСИ мл/м <sup>2</sup>	83,3 ± 25	109,2 ± 57*
СИ л/мин/м <sup>2</sup>	3,55 ± 0,9	3,59 ± 1,3
УИ мл/м <sup>2</sup>	47,15 ± 10,2	46,6 ± 9,8
ФВ %	36,13 ± 8,8	31,5 ± 6,1*
МР	1,3±0,2	2 ± 0,5*

\*p<0,05

Из представленных данных в таблице 14 следует, что у больных, отнесенных ко 2 - ой группе с осложненным течением раннего послеоперационного периода исходное функциональное состояние миокарда левого желудочка достоверно отличается по сравнению с группой больных, имеющих гладкое послеоперационное течение, по следующим параметрам. Значительно больше во 2 - ой группе объемные характеристики левого желудочка: КДО и КСО ЛЖ. Так, в группе больных с гладким течением послеоперационного периода исходно КДО ЛЖ составил 264 мл (КДИ 131 мл/м<sup>2</sup>), а КСО - 168 мл (83 мл/м<sup>2</sup>). Тогда, как у больных 2-ой группы эти показатели были 302 мл (156 мл/м<sup>2</sup>) и 212 мл (109 мл/м<sup>2</sup>) соответственно.

На этом фоне у больных с осложненным течением периода после проведенной операции отмечалась более выраженная дисфункция миокарда левого желудочка: ФВ до операции у данной группы больных составляла 31%, в отличие от больных 1 - ой группы, у которых ФВ была так же снижена, но достигала уровня 36%.

Важно отметить, что у больных второй группы исходно была выявлена более выраженная степень недостаточности митрального клапана (первая степень у больных первой группы и вторая степень митральной регургитации у больных второй группы).

Таким образом, исходные интраоперационные показатели ЧПЭхоКГ относительно функционального состояния миокарда ЛЖ у

больных ИБС с дисфункцией миокарда характеризуются значительной дилатацией его полости и снижением насосной функции. При этом увеличение КДО ЛЖ более 300 мл и КСО более 200 мл, а также ФВ ЛЖ  $< 35\%$  являются неблагоприятными факторами в аспекте развития ранних послеоперационных осложнений (рис.9).

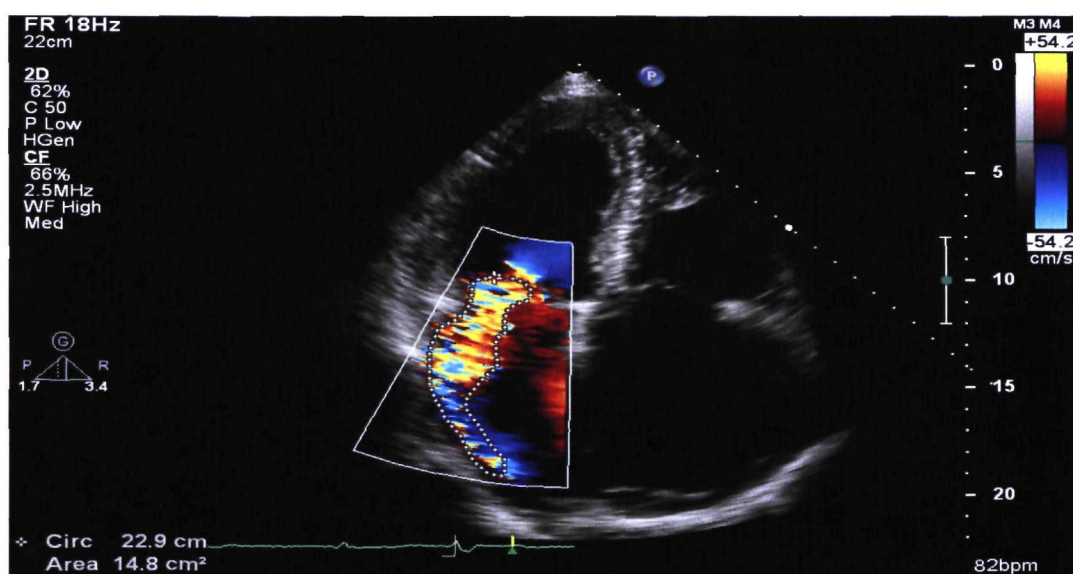


Рис.9. Дисфункция миокарда ЛЖ с значительной дилатацией, снижением насосной функции полости и эксцентричной митральной регургитацией

Рассматривая влияние операции геометрической реконструкции (ГР) ЛЖ в сочетании с АКШ на те же показатели геометрии и функции миокарда ЛЖ по данным интраоперационной ЧПЭхоКГ, нами были выявлены существенные изменения всех параметров, как в 1-й, так и во 2-й группе пациентов. Динамика показателей ЧП ЭхоКГ после реконструкции в первой группе больных представлена в таблице 15.

Из представленной таблицы видно, что в группе больных с гладким течением раннего послеоперационного периода после отключения ИК и стабилизации гемодинамики на фоне терапевтических доз



кардиотонической поддержки зафиксировано достоверное уменьшение объемных характеристик ЛЖ, более значительное уменьшение индексов КДО и КСО в результате его реконструкции с  $131,8 \pm 26,5$  мл/м<sup>2</sup> до  $94 \pm 16$  мл/м<sup>2</sup> и с  $83,3 \pm 25$ .

Таблица 15.

Показатели интраоперационной ЧПЭхоКГ у больных 1 гр. (n=26)

Показатели	До основного этапа операции (M $\pm$ t)	После основного этапа операции (M $\pm$ t)
КДО мл	264 $\pm$ 38,3	188,87 $\pm$ 31,03 *
КСО мл	168,32 $\pm$ 33,2	101,61 $\pm$ 23,3 **
УО мл	93,37 $\pm$ 20,8	87,60 $\pm$ 17,4
МО л/мин	7,0 $\pm$ 1,9	7,8 $\pm$ 1,6
КДИ мл/м <sup>2</sup>	131,8 $\pm$ 26,5	94 $\pm$ 16 **
КСИ мл/м <sup>2</sup>	83,3 $\pm$ 25	49,8 $\pm$ 13 **
СИ л/мин/м <sup>2</sup>	3,55 $\pm$ 0,9	3,96 $\pm$ 0,8
УИ мл/м <sup>2</sup>	47,15 $\pm$ 10,2	44,7 $\pm$ 9,4
ФВ %	36,13 $\pm$ 8,8	46,4 $\pm$ 6,03 **
МР	1,3 $\pm$ 0,2	1 $\pm$ 0,2
Степень редукц.пол.ЛЖ %		27 $\pm$ 10

Примечание: \*p<0,05      \*\* p<0,01

Влияние операции геометрической реконструкции левого желудочка в сочетании с реваскуляризацией миокарда на функциональное состояние миокарда у больных с осложненным течением раннего послеоперационного периода представлено в таблице 16.

Таблица 16.

Показатели ЧПЭхоКГ у больных 2-ой группы (n=20).

Показатели	До основного этапа операции (М±т)	После основного этапа операции (М±т)
КДОмл	302,6 ± 62,8	186,3 ± 28,5**
КСОмл	212,5 ± 40,1	113,7 ± 25,4**
УОмл	89,8 ± 24,6	73,07 ± 31,8
МО л/мин	7,16 ± 3,1	7,3 ± 2,3
КДИ мл/м <sup>2</sup>	156,7 ± 72	94,7 ± 32,4**
КСИмл/м <sup>2</sup>	109,2 ± 57	58 ± 20,7**
СИ л/мин/м <sup>2</sup>	3,59 ± 1,3	3,7 ± 1,0
УИ мл/м <sup>2</sup>	46,6 ± 9,8	40,4 ± 13,6
ФВ%	31,5 ± 6,1	40,2 ± 7,7*
МР	2 ± 0,5	2,5 ± 0,5
Степень редукции полости ЛЖ %		37 ± 11

Пимечание: \*p < 0,05 \*\* p < 0,01

Показатели, отображенные в таблице 16, получены после завершения операции, отключения ИК и стабилизации гемодинамики с помощью интенсивной медикаментозной терапии с применением у всех больных комбинированной кардиотонической поддержки, а в 11 случаях - метода внутриаортальной баллонной контрпульсации. Из представленной таблицы 16 видно, что у пациентов 2 - й группы, также как и в 1-ой в результате осуществленной реконструкции, происходит уменьшение объемных характеристик левого желудочка. Конечно-диастолический объем ЛЖ уменьшался с 302 мл до 186 мл (КДИ 156 до 94 мл/м<sup>2</sup>), а конечно - систолический - с 212 мл до 113 мл (КСИ 109 до 58 мл/м<sup>2</sup>), ударный индекс уменьшился с 46 до 40 мл/м<sup>2</sup>. Однако, в отличие от неосложненных больных, степень редукции полости



ЛЖ во 2 -ой группе была больше и составляла в среднем 37 %. Следует отметить возрастание ФВ ЛЖ у пациентов данной группы. Так до реконструкции насосная функция ЛЖ была резко снижена и ФВ составляла 30 %, после - ФВ увеличилась примерно на 10 % и составляла 40 %. Необходимо учесть, что поддержание насосной функции миокарда ЛЖ у этой группы пациентов на оптимальном для нормальной гемодинамики уровне достигалось значительной инотропной поддержкой, а в отношении 11 больных была использована методика внутриаортальной баллонной контрпульсации.

Полученные данные объясняют тот факт, что во второй группе больных не наблюдалось резкого улучшения показателей внутрисердечной гемодинамики непосредственно после реконструкции. Высокие дозы инотропных препаратов, необходимых для поддержания адекватной гемодинамики и фактических показателей, полученных методом ЧПЭхоКГ, свидетельствуют о наличии тяжелой сердечной недостаточности. Это подтверждается и фактом увеличения (хотя и недостоверного) степени митральной регургитации, в отличие от больных 1 группы, у которых митральная регургитация напротив снизилась. У больных же второй группы была установлена митральная регургитация значительной степени выраженности (рис.10).

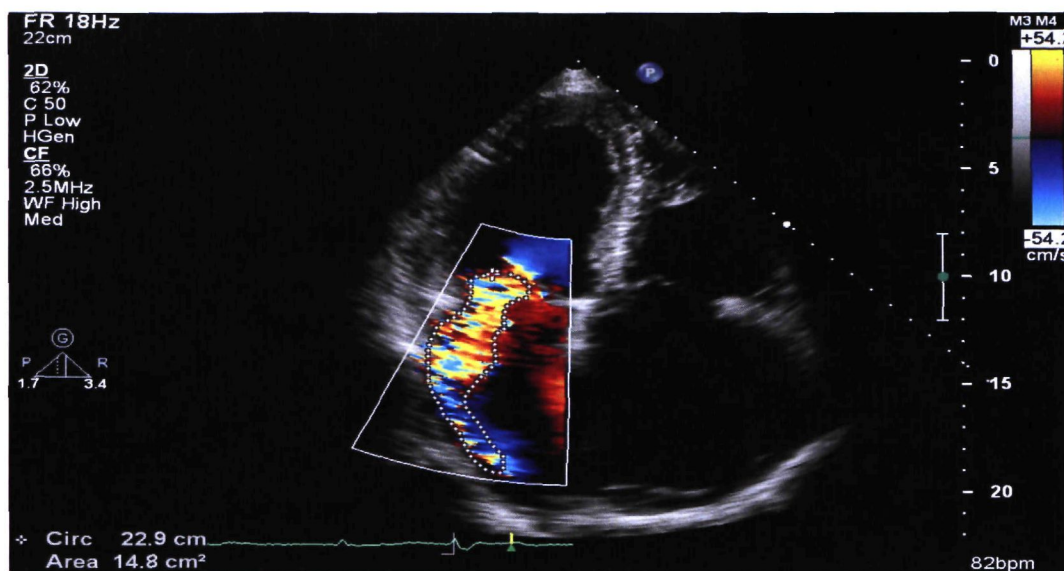


Рис.10. Эксцентричная митральная регургитация значительной степени выраженности.

Анализ исходных показателей геометрии ЛЖ после проведенной у больных операций по АКШ, которые включали такие интегральные параметры, как индексы конусности (ИК) и индексы сферичности (ИС), позволил выявить существенные отличительные признаки от нормы. ИС, измеренные на 3-х уровнях ЛЖ, отражены в таблице 17.

Таблица 17.

Исходные индексы сферичности ЛЖ у больных 2-х групп.

Уровень ЛЖ	Исходные индексы сферичности		Р
	1-я группа (n-26)	2-я группа (n-20)	
Базальный	0,62 ± 0,04	0,68 ± 0,06	>0,05
Средний	0,65 ± 0,08	0,76 ± 0,14	>0,05
Верхушечный	0,52 ± 0,06	0,61 ± 0,13	>0,05

Как видно из представленных в таблице данных наиболее выраженные изменения геометрии зафиксированы на среднем и верхушечном уровнях. Так, ИС у больных 2-ой группы составлял 0,76 на среднем уровне и 0,61 - на верхушечном. Статистически

достоверных различий между исходными показателями ИС ЛЖ у больных 1-й и 2-й группы не было выявлено.

Исходные индексы конусности ЛЖ, то есть соотношение поперечных осей на различных уровнях, у пациентов 1-й и 2-й группы также существенно не различались, однако, при сравнении с показателями нормы выявлены существенные изменения геометрии ЛЖ в анализируемых группах больных (таблица 18).

Таблица 18.

Исходные индексы конусности ЛЖ у больных 1-й и 2-й группы

Соотношение	1-я группа (п-26)	2-я группа (п-20)	P
Базальный/верхушечный	$1,2 \pm 0,12$	$1,14 \pm 0,21$	$>0,05$
Средний/верхушечный	$1,26 \pm 0,17$	$1,26 \pm 0,22$	$>0,05$
Базальный/средний	$0,95 \pm 0,08$	$0,91 \pm 0,16$	$>0,05$

При анализе динамики геометрических параметров ЛЖ (ИС и ИК) у больных 2-х групп в результате выполненной реконструкции ЛЖ и АКШ было установлено, что у больных первой группы отмечалось улучшение геометрических показателей. Т.е. у данной категории больных с гладким течением раннего послеоперационного периода происходит нормализация ИС на верхушечном уровне (таблица 19).

Таблица 19.

Динамика индексов сферичности ЛЖ после реконструкции у больных 1-й группы

Уровень ЛЖ	До реконстр.	После реконстр.	Р
Базальный	$0,62 \pm 0,04$	$0,68 \pm 0,06$	$>0,05$
Средний	$0,65 \pm 0,08$	$0,72 \pm 0,08$	$>0,05$
Верхушечный	$0,52 \pm 0,06$	$0,42 \pm 0,07$	$<0,05$

Из представленных в таблице 19 данных следует, что ИС на верхушечном уровне составил 0,42. Таким образом, ЛЖ, исходно имеющий сферичную форму, в результате выполненной реконструкции, приобрел приближенную к норме геометрию.

В то же время, во второй группе пациентов не отмечено статистически достоверной динамики индексов сферичности после геометрической реконструкции (таблица 20.).

Таблица 20.

Динамика индексов сферичности ЛЖ после реконструкции у больных 2-й группы

Уровень ЛЖ	До реконстр.	После реконстр.	Р
Базальный	$0,68 \pm 0,06$	$0,78 \pm 0,1$	$>0,05$
Средний	$0,76 \pm 0,14$	$0,83 \pm 0,16$	$>0,05$
Верхушечный	$0,61 \pm 0,13$	$0,56 \pm 0,11$	$>0,05$

Таким образом, изменение индексов сферичности, выявленные у больных 1 - ой группы с использованием ЧПЭхоКГ, оказывают положительное влияние на функциональное состояние миокарда ЛЖ и являются предикторами гладкого течения раннего послеоперационного периода.

Индексы конусности после выполненной операции по геометрической реконструкции ЛЖ демонстрировали явную положительную динамику как в 1-й, так и во 2-й группах пациентов. В первой группе отмечено достоверное увеличение отношения поперечных осей базального и среднего уровня ЛЖ к

поперечной оси вершечного уровня, которое достигло значений близких к нормальным показателям (таблица 21.).

Таблица 21.

Динамика индексов конусности ЛЖ после реконструкции у больных 1-й группы

Соотношение	До реконстр.	После реконстр.	ИК норма	P
*Базальный/вершечный	$1,2 \pm 0,12$	$1,65 \pm 0,17$	$1,5 \pm 0,05$	$<0,05$
*Средний/вершечный	$1,26 \pm 0,17$	$1,71 \pm 0,22$	$1,76 \pm 0,04$	$<0,05$
Базальный/средний	$0,95 \pm 0,08$	$0,95 \pm 0,08$	$0,79 \pm 0,02$	$>0,05$

$P < 0,05$  при сравнении показателей до и после реконструкции ЛЖ.

Такая же динамика выявлена при анализе показателей у пациентов 2-й группы, где отмечено достоверное возрастание индексов конусности на базальном и среднем уровнях ЛЖ по отношению к вершечному уровню, но это увеличение было не столь выраженным, как у пациентов 1-й группы, и не достигало значений близких к нормальным (таблица 22).

Таблица 22.

Динамика индексов конусности ЛЖ после реконструкции у больных 2-й группы (п-20).

Соотношение	До реконстр.	После реконстр.	ИК норма	P
*Базальный/вершечный	$1,14 \pm 0,21$	$1,40 \pm 0,20$	$1,5 \pm 0,05$	$<0,05$
*Средний/вершечный	$1,26 \pm 0,22$	$1,48 \pm 0,21$	$1,76 \pm 0,04$	$<0,05$
Базальный/средний	$0,91 \pm 0,16$	$0,95 \pm 0,12$	$0,79 \pm 0,02$	$>0,05$

$P < 0,05$  при сравнении показателей до и после реконструкции ЛЖ

При сравнении индексов конусности после реконструкции у пациентов 1-й и 2-й групп были выявлены достоверные различия.

Но в 1-й группе пациентов с хорошей гемодинамикой и гладким течением послеоперационного периода показатели конусности

ЛЖ после реконструкции были достоверно выше, по сравнению с пациентами 2-й группы, у которых наблюдалась нестабильная гемодинамика и осложненное течение раннего послеоперационного периода (таблица 23).

Таблица 23.

Сравнительные значения индексов конусности после  
реконструкции у больных 1-й и 2-й групп

Соотношение	1-я группа (п-26)	2-я группа (п-20)	P
Базальный/верхушечный	$1,65 \pm 0,17$	$1,40 \pm 0,20$	$<0,01$
Средний/верхушечный	$1,71 \pm 0,22$	$1,48 \pm 0,21$	$<0,01$
Базальный/средний	$0,95 \pm 0,08$	$0,95 \pm 0,12$	$>0,05$

Таким образом, на основании полученных данных можно прийти к заключению, что динамика индексов конусности ЛЖ после реконструкции является наиболее важным параметром геометрии ЛЖ, позволяющим прогнозировать течение раннего послеоперационного периода и развитие синдрома малого выброса в послеоперационном периоде. В обеих группах со стабильной и нестабильной гемодинамикой после операции отмечено увеличение индексов конусности, но в группе с гладким течением послеоперационного периода оно было более выраженным, и значения индексов конусности приближалось к норме. Наиболее важными оказались индексы конусности, измеренные как отношение поперечных осей на базальном и среднем уровнях ЛЖ к поперечной оси верхушечного уровня.

### **3.6. Оценка интраоперационных скоростных параметров и структуры кровотока в полости левого желудочка у больных ИБС.**

Комплексное интраоперационное ЧПЭхоКГ исследование включало методы импульсно-волновой доплерографии и цветного доплеровского картирования (ЦДК), с помощью которых нами

впервые были изучены закономерности скоростных параметров кровотока в полости ЛЖ у больных ИБС до и после выполнения операции по геометрической реконструкции ЛЖ. Цветное доплеровское картирование (ЦДК) позволило выявить особенности структуры внутрижелудочкового кровотока. Анализ полученных результатов показал достоверные различия изучаемых параметров в 2 - х группах больных, как в предперфузионном периоде, так и после выполненной операции. На основании проведенного исследования нами выявлены закономерности скоростей потока крови в полости левого желудочка, которые характеризуются более высокими скоростями на базальных сегментах, как на приточном, так и на выводном отделах, затем на средних сегментах скорости снижаются и самые низкие показатели скоростей выявлены в области верхушки ЛЖ. Сравнительная оценка скорости потоков в полости ЛЖ в предперфузионном периоде у двух групп больных представлена в таблице 24.

Таблица 24.

Исходные показатели скоростей кровотока в полости ЛЖ

Показатели	1-я группа (п26) М±т	2-я группа (п- 20) М±т	Норма пиковой скорости, м/с
Приточный отдел ЛЖ (м/с)			
Базальный уровень	0,72 ± 0,14	0,63 ± 0,04*	0,8 ± 0,03
Средний уровень	0,45 ± 0,09	0,33 ± 0,04*	
Верхушечный уровень	0,24 ± 0,06	0,17 ± 0,02**	
Выводной отдел ЛЖ (м/с)			
Базальный уровень	0,52 ± 0,19	0,41 ± 0,12*	0,7 ± 0,02
Средний уровень	0,29 ± 0,07	0,25 ± 0,11	
Верхушечный уровень	0,17 ± 0,03	0,15 ± 0,04	

Примечание: \*p<0,05 \*\* p<0,01 при сравнении 1- ой и 2- ой группы

Анализируя представленные в таблице 24 данные, в первую очередь следует отметить тот факт, что скоростные параметры

кровотока у больных, как 1-ой, так и 2-ой группы, значительно ниже нормальных величин.

При сравнении полученных показателей между группами следует отметить, что линейная скорость кровотока в приточном отделе левого желудочка на всех уровнях, особенно в области верхушки ЛЖ, была достоверно ниже у больных второй группы (с осложненным течением послеоперационного периода), чем в первой группе пациентов. В выводном отделе ЛЖ у больных второй группы линейная скорость кровотока была также достоверно ниже, чем в первой группе. Эти данные свидетельствуют о том, что в группе больных с осложненным течением послеоперационного периода на фоне исходно более выраженной дилатации левого желудочка и его дисфункции ( $ФВ < 35\%$ ) отмечались и более низкие скоростные показатели внутрижелудочкового кровотока по сравнению с больными, у которых послеоперационный период протекал гладко.

В таблице 25 представлены ЧПЭхоКГ параметры, характеризующие скорость кровотока в полости ЛЖ, полученные у больных с гладким послеоперационным течением (1-я группа п-26) до и после геометрической реконструкции ЛЖ в сочетании с АКШ.

Таблица 25.

Допплерографические показатели линейной скорости кровотока в полости ЛЖ у больных 1-ой группы (п-26)

Показатели	До основного этапа операции $M \pm t$	После основного этапа операции $M \pm t$
Приточный отдел ЛЖ (м/с)		
Базальный уровень	$0,72 \pm 0,14$	$1,07 \pm 0,19^{**}$
Средний уровень	$0,45 \pm 0,09$	$0,75 \pm 0,20^{**}$
Верхушечный уровень	$0,24 \pm 0,06$	$0,44 \pm 0,12^{**}$
Выводной отдел ЛЖ (м/с)		
Базальный уровень	$0,52 \pm 0,19$	$0,81 \pm 0,16^*$
Средний уровень	$0,29 \pm 0,07$	$0,53 \pm 0,10^*$
Верхушечный уровень	$0,17 \pm 0,03$	$0,33 \pm 0,09^*$

Примечание: \*  $p < 0,05$  \*\* $p < 0,01$



Приведенные данные свидетельствуют о нормализации скоростных характеристик кровотока после геометрической реконструкции ЛЖ как в приточном, так и в выводном отделе ЛЖ у больных с гладким течением послеоперационного периода.

Показатели линейной скорости кровотока у больных второй группы (с осложненным послеоперационным течением) до и после операции представлены в таблице 26.

Таблица 26.

Допплерографические показатели линейной скорости кровотока в полости ЛЖ у больных 2-ой группы (п-20).

Показатели	До основного этапа операции $M \pm t$	После основного этапа операции $M \pm t$
Приточный отдел ЛЖ (м/с)		
Базальный уровень	$0,63 \pm 0,04$	$0,85 \pm 0,28 *$
Средний уровень	$0,33 \pm 0,04$	$0,66 \pm 0,24 *$
Верхушечный уровень	$0,17 \pm 0,02$	$0,41 \pm 0,16 *$
Выводной отдел ЛЖ (м/с)		
Базальный уровень	$0,41 \pm 0,12$	$0,58 \pm 0,17 *$
Средний уровень	$0,25 \pm 0,11$	$0,43 \pm 0,16 *$
Верхушечный уровень	$0,15 \pm 0,04$	$0,28 \pm 0,06 *$

Примечание: \*  $p < 0,05$

В этой группе больных линейные скорости кровотока, как в приточном, так и в выводном отделе ЛЖ также возросли, но этот прирост не был столь значительным, как у пациентов первой группы и в выводном тракте ЛЖ не достигали нормы.

После проведенной геометрической реконструкции ЛЖ и АКШ нами было проведено сравнительное изучение показателей скоростных характеристик кровотока, которые были зафиксированы у больных 2-х исследуемых групп с использованием ЧПЭхоКГ (таблица 27).

Таблица  
27.

Допплерографические показатели линейной скорости  
кровотока в полости ЛЖ после операции у больных 2-х групп

Показатели	1-я группа (п26) М±т	2-я группа (п-20)М±т
Приточный отдел ЛЖ (м/с)		
Базальный уровень	1,07 ± 0,19	0,85 ± 0,28 *
Средний уровень	0,75 ± 0,20	0,66 ± 0,24 *
Верхушечный уровень	0,44 ± 0,12	0,41 ± 0,16
Выводной отдел ЛЖ (м/с)		
Базальный уровень	0,81 ± 0,16	0,58 ± 0,17 *
Средний уровень	0,53 ± 0,10	0,43 ± 0,16 *
Верхушечный уровень	0,33 ± 0,09	0,28 ± 0,06

Примечание: \* p<0,05

Особенности, выявленные при анализе скоростных характеристик у больных 2-х групп до операции, сохраняются и после выполненной реконструкции ЛЖ и АКШ. Из представленных в таблице данных видно, что у больных на фоне гладкого течения раннего послеоперационного периода скорость кровотока в полости левого желудочка на базальном и среднем сегментах, как приточного, так и выводного отдела достоверно выше, чем у больных 2-ой группы. Наиболее значимое отличие выявлено при анализе скоростей на базальном уровне приточного и выводного отделов. Так, в 1-ой группе больных скорости кровотока в области базальных сегментов соответствовали нормальным показателям: 1,07 м/с и 0,81 м/с. В группе с осложненным течением на фоне выраженной сердечной недостаточности скорости кровотока были значительно ниже и составляли 0,85 м/с на приточном отделе, 0,58 м/с - на выводном.

Таким образом, было установлено, что комплексная операция по геометрической реконструкции ЛЖ с реваскуляризацией жизнеспособного миокарда АКШ приводит к нормализации геометрии ЛЖ. При этом улучшается насосная функция миокарда ЛЖ с характерным возрастанием ФВ. Улучшение кинетики миокарда и его структурно-геометрических параметров способствует повышению кинетической энергии движения крови в его полости. Эти результаты были получены благодаря уникальности метода ЧПЭхоКГ, который дополняет стандартное трансторакальное исследование и значительно улучшает качество визуализации. Данная методика в условиях операции позволяет качественно и быстро, не мешая бригаде хирургов, оценить функциональное состояние миокарда, геометрию ЛЖ, структуру и скорость кровотока в его полости на различных этапах операции геометрической реконструкции левого желудочка и АКШ.

Полученные параметры определяют адекватность коррекции при хирургической операции, позволяют прогнозировать тяжесть течения раннего послеоперационного периода, степень обратного ремоделирования ЛЖ. Благодаря ЧПЭхоКГ, еще на операционном столе при хирургической реконструкции можно дать оценку показателям внутрисердечной гемодинамики по данным ЦДК и определять тактику послеоперационного ведения больных, в частности, определить показания к использованию внутриаортальной контрпульсации.

Таким образом, с помощью комплексной интраоперационной ЧПЭхоКГ выявлены особенности функционального состояния миокарда ЛЖ, скоростных параметров и структуры внутрижелудочкового кровотока у больных с гладким и осложненным течением раннего послеоперационного периода, а также определены критерии, позволяющие прогнозировать исход и состояние больного в ранние сроки после операции.

#### **Глава 4. Обсуждение результатов исследования и заключение**

Несмотря на совершенствование техники проведения различных современных консервативных и оперативных мероприятий при ИБС, до сегодняшнего дня существовала и продолжает оставаться проблема острой сердечной недостаточности (ОСН), связанной, в основном, с четкой и своевременной диагностикой имеющейся патологии. Дело в том, что при некоторых видах оперативного вмешательства, в частности, с применением ИК развивается сократительная дисфункция миокарда вследствие ряда повреждающих механизмов, связанных с ишемией/реперфузией (периоды пережатия аорты и снятия зажима с аорты). В процессе ишемии неизбежно развиваются повреждающие процессы и происходят неблагоприятные сдвиги метаболизма, действие которых в полной мере проявляются при последующем восстановлении кровотока. Реперфузионное повреждение подразумевает неблагоприятные метаболические, функциональные и морфологические изменения в миокарде после восстановления коронарного кровотока. После острого ишемического/реперфузионного стресса клетка может либо выжить, либо погибнуть, либо перейти в состояние апоптоза.

Рассмотрение современных научных публикаций по данной проблеме, касающихся патофизиологических закономерностей и молекулярных основ, развивающихся при синдроме «ишемия/реперфузия», оставляют многие вопросы открытыми и предполагают дальнейшее серьезное изучение. В частности, необходим поиск перспективных методов диагностики постишемической дисфункции миокарда.

Развитие новых методов визуализации в медицине направлено на то, чтобы получить изображение, наиболее приближенное к реальному объекту. Оценка гемодинамических нарушений ИБС при различных патологических состояниях со стороны сердечно-сосудистой системы стала возможной с внедрением количественного анализа непрерывной доплерографии. Традиционное двухмерное эхокардиографическое

исследование в значительной степени ограничивает реальное зрительное восприятие объекта, т.к. мы оперируем только с набором плоскостных проекций. Трехмерная реконструкция ультразвукового изображения сердца позволяет расширить диапазон визуализации, оценить пространственное расположение, конфигурацию, объем и особенности строения различных сердечных структур. Применение трехмерной эхокардиографии в кардиохирургической клинике представляет большой интерес, так как позволяет изучить анатомические особенности венечных артерий и клапанной патологии, септальных дефектов, особенности отхождения магистральных сосудов, что, в свою очередь, определяет выбор хирургической тактики. Одним из основных преимуществ трехмерной эхокардиографии является возможность более детального изучения характера и объема поражения клапанного аппарата, оценка анатомии клапана после реконструктивных вмешательств на нем (Л.А. Бокерия, Е.З. Голухова и соавт., 1999, 2000; Levine R.A. et al., 1989; Nanda N C. et al., 1994; Pandian N.G. et al., 1994; Roelandt J. et al., 1994; Kupferwasser I. et al., 1996; Wang X.F. et al., 1996; Ge S. et al., 1998; Dall'Agata A. et al., 1998).

Метод трехмерной ЭхоКГ находится в стадии активного развития, к настоящему времени накоплен сравнительно большой опыт его клинического использования. Однако в ряде случаев диагностическая ценность данного метода при некоторых клинических ситуациях пока остается спорной. Изучение возможностей и ограничений метода трехмерной ЭхоКГ, разработка диагностических алгоритмов для различных видов клапанной патологии позволят оптимизировать качество диагностических решений.

В наших исследованиях была изучена достоверность доплерэхокардиографического метода для расчета гемодинамических параметров, в частности, объемов кровотоков, их соотношения, величины сброса, степени легочной гипертензии, ОЛС, ОПС и их

соотношения. Наши исследования показали, что степень легочной гипертензии, рассчитанная методом доплерографии по патологическому кровотоку, приближалась к данным катетеризации полостей сердца. Анализ соотношения величин, полученных доплерэхокардиографией, с данными катетеризации полостей сердца методом линейной регрессии показал высокие коэффициенты корреляции. Необходимо принимать во внимание возможную вариабельность эхокардиографических измерений, которая обусловлена трудностью воспроизведения одной и той же плоскости сечения, выбором кадра в сердечном цикле и сложностью измерений у беспокойных детей. Также следует учитывать некоторые методологические проблемы эхокардиографического определения объёмов желудочков. При локации сердца положение датчика относительно анатомической верхушки сердца обычно смещено кпереди и кверху. Плоскость сканирования не совпадает с длинной осью ЛЖ и изображение сечения сердца в этих ситуациях будет не максимальным, а косым срезом сердца. Дополнительная вариабельность вносится различным положением датчика на грудной клетке. Неточность определения объёмов ЛЖ может быть обусловлена неадекватной видимостью контура ЛЖ. В этих случаях с плохой видимостью ЛЖ вносится субъективное конструирование контура ЛЖ (Зубкова Г.А.).

Определение объёмов ЛЖ затруднено вследствие нескольких дополнительных факторов. Оценка ЛЖ осложнена неправильной геометрической формой. Кроме того, выраженная трабекулярность эндокарда препятствует адекватной видимости внутреннего контура и ограничивает точность обведения полости ЛЖ. Вместе с тем, при коррекционном, строго индивидуальном подходе многие проблемы, связанные с препятствием адекватной видимости структур и внутреннего контура сердца могут быть устранены. При этом возможно достижение достаточно четкой видимости соответствующих с относительно небольшим смещением сердца во время сердечного цикла и

приближением плоскости сечения к максимальной длинной оси желудочков. Определение градиента давления методом непрерывной доплерографии применимо всегда, когда существует разница давления между полостью и магистральным сосудом или между двумя полостями. Опыт использования непрерывной доплерографии для измерения градиента давления показал, что в отдельных случаях встречаются различия доплерографического градиента с данными катетеризации сердца. Причина несоответствия может быть связана с неточностью, вносимой как методом доплерографии, так и данными катетеризации, кроме того, различия результатов могут появиться при сопоставлении двух методов. Возможная неточность метода доплерографии может быть обусловлена несовпадением направления доплеровского луча с направлением регистрируемого кровотока. Дополнительно, в некоторых клинических ситуациях допущения, вносимые модифицированной формулой Бернулли, могут вызвать относительную неточность измерений. Возможная неточность данных катетеризации может быть внесена при использовании инертных систем для измерения давления, при наличии артефактов во время записи давления и при одновременной регистрации давления одним катетером. При сопоставлении двух методов также могут быть внесены различия, в частности, сравнением максимального доплерографического градиента с градиентом "пик к пику" при катетеризации и различием физиологического статуса во время эхокардиографического обследования и внутрисердечных методов исследования. К тому же, градиент давления является переменной величиной, зависящей от сердечного выброса и сократительной функции миокарда.

В целом, определение градиента давления методом непрерывной доплерографии в месте шунта или регургитации легко выполнимый, воспроизводимый надежный метод для рутинного повседневного использования. Дополняя неинвазивную оценку анатомии методом двухмерной ЭхоКГ, непрерывная доплерография позволяет оценить

тяжесть гемодинамических нарушений. Определение объема кровотока методом непрерывной доплерографии представляется большим достижением. Основные положения метода доплерэхокардиографии, такие как допущение плоского профиля потока, идентичности эффективной и анатомической площади сечения отверстия, игнорирование пульсирующего потока, при клиническом использовании доплерэхокардиографического метода, вероятно, не играют существенной роли. Основным источником потенциальной неточности определения объема кровотока являлось вычисление площади сечения отверстия. Вычисление площади сечения отверстия по формулам более простой метод. Поэтому наиболее приемлемым является упрощенный метод, а именно, определение площади сечения отверстия по формуле крута. Допплерографическое определение объёма кровотока мы проводили на уровне устьев аорты и ЛА, чуть дистальнее клапанов. Поперечное сечение сосуда в указанных местах максимально приближено к округлой форме, а участок сосуда имеет форму трубы. Это снижает погрешности в расчетах площади поперечного сечения сосуда и профиля кровотока. Целесообразно измерять диаметр в момент прохождения основного потока. Мы проводили измерения в цветовом изображении, ориентируясь на наполнение сосуда "цветом". По нашему мнению, в результате проведения этих манипуляций снижаются погрешности в измерении площади поперечного сечения. Этот метод, используемый нами, по воспроизводимости, практичности и легкости выполнения превосходит все остальные.

При получении исходных данных мы использовали ТТЭхоКГ и ЧПЭхоКГ методы доступа для визуализации отдельных контуров и элементов сердца с определением особенностей применения каждого из них. Как уже отмечалось, недостатками трансторакального доступа являются :



1. Неудовлетворительное качество визуализации (у взрослых пациентов).

2. Трудность фиксации датчика на поверхности грудной клетки пациента.

Чреспищеводный доступ позволяет значительно улучшить качество изображения, лучше фиксируется в одном положении, но при этом могут возникнуть определенные неудобства и дискомфорт для пациента, с возможными осложнениями.

В ходе проведения настоящего исследования нами проведено клинико-инструментальное исследование у 102-х больных с верифицированным диагнозом ИБС с использованием метода коронарографии. Критерием отбора больных в наших исследованиях было наличие стенозирующего атеросклероза коронарных артерий различной степени выраженности. В 73,5% случаев у наблюдавшихся больных в анамнезе определялся инфаркт миокарда, причем у некоторых имели место повторные случаи ОН (табл.1).

Как уже отмечалось, основной целью нашего исследования явилось сопоставление и сравнительная оценка диагностической эффективности ТТЭхоКГ и ЧПЭхоКГ с количественной оценкой анализируемых параметров. При контрастной коронарографии было отмечено поражение основного ствола ЛКА (со стенозом более 60%) у 12 пациентов, в то же время поражение передней межжелудочковой ветви ЛКА было выявлено почти у всех больных, причем у 69 пациентов (67,6%) была отмечена полная окклюзия сосудистого русла. В случае с ПКА полная окклюзия была определена у 19 больных (18,6%), а окклюзия огибающей ветви ЛКА было определено у 11 пациентов (10,8%).

В наших исследованиях применялась нагрузочная стресс-эхокардиография с применением ВЭМ и добутамина с целью провокации скрытых форм ИБС. При этом регистрировалась так называемая «двухфазная» реакция на введение добутамина. Визуализация сердца проводилась из парастерального доступа по длинной оси левого

желудочка и по короткой оси ЛЖ на уровне папиллярных мышц, из апикального доступа в четырех- и двухкамерной позиции (рис.1). На оптическом диске одновременно регистрировались все четыре позиции на каждом этапе пробы и в восстановительном периоде. В последующем, используя программное обеспечение аппарата, выводили на экран одновременно одну из позиций, но на различных ступенях исследования: в покое, на фоне нагрузки, на пике нагрузки и в периоде восстановления. Это положение отражено и в многочисленных исследованиях как отечественных, так и зарубежных исследователей (Арипов М.А., 2000; Бокерия Л.А., Голухова Е.З. и соавт., 2005, 2008; Menzel T. et al., 1997; Levine R.A. et al., 1999; Nanda N.C. et al., 2001; Pandian KG. et al., 2002; Cheng T.O. et al., 2004; Roelandt J. et al., 2004; Ge S. et al., 2007).

Нами использовалась схема типа «мишень», в которой интегрально представлены все сегменты и отделы ЛЖ, с расположением верхушки в центре, а базальный отдел - снаружи. Для определения сердечных индексов мы использовали определение объемов в В-режиме с помощью доплерографии. Скорость потока определяли импульсным доплером с высокой частотой повторения импульсов (PRF), что позволяло отображать спектр кровотока в конкретном участке сердца с увеличением возможности измерить доплеровские сдвиги высокой частоты.

ТТЭхоКГ выполнялась на аппарате Sonos-5500 фирмы Hewlett Packard с применением мультимодальных датчиков (2-4 MHz, 4-8 MHz). Всем пациентам исследуемой популяции (n=60) было проведено двухмерное трансторакальное эхокардиографическое исследование с использованием стандартных проекций, описанных в главе 2).

Двухмерная мультиплановая ЧПЭхоКГ проводилась у пациентов (n=42) с применением мультипланового трансэзофагеального датчика (3,7 и 5 MHz). Визуализацию осуществляли с использованием стандартной четырехкамерной проекции, полученной из средне-пищеводного доступа.

Для осуществления ЧПЭхоКГ были использованы общеизвестные стандартные позиции (глава 2).

С помощью трехмерной реконструкции камер сердца удалось получить объемное изображение с одновременным измерением внутрисердечных объемов (КДО и КСО). В полости ЛЖ были изучены скоростные параметры и структура кровотока с использованием доплера и цветного доплеровского картирования (ЦДК). Исследование проводилось в стандартной четырехкамерной проекции, полученной из средне-пищеводного доступа с использованием чреспищеводного датчика до и после операции. С целью оценки скоростных параметров кровотока визуализировали и дифференцировали внутрисердечные потоки крови в приточном и выводном отделах ЛЖ с помощью ЦДК. Важная роль при оценке скорости сосудистого русла коронарных артерий отводили сосудистому сопротивлению. Эти результаты коррелируют с данными, полученными другими исследователями в отношении указанных параметров (Миррахимов М.М., 1995; Hatle L. et al., 1981; Tomita H. et al., 1985; Currie P et al., 1985; Matsuoka J. et al., 1986; Murphy et al., 1986; Nishimura R., 1986; Vazquez de Prada J.A. et al., 1987).

В последнее десятилетие были достигнуты значительные успехи по профилактике и лечению ИБС благодаря широко распространенной операции прямой реваскуляризации миокарда, АКШ, а также внедрение эндоваскулярных методов лечения ИБС: транскатетерной баллонной ангиопластики и стентирования сосудов сердца. Эти методы эффективно используются при острых коронарных расстройствах и хронической ИБС благодаря внедрению в клиническую практику современных методов диагностики с применением различных вариантов по визуализации патологически измененных элементов со стороны сосудов и участков миокарда. В наших исследованиях в соответствии с поставленными задачами было проведено 147 эхокардиографических исследований с трехмерной реконструкцией изображения у 102-х больных, страдавших

ИБС, на фоне поражений коронарных сосудов и клапанных пороков врожденного и приобретенного характера. Осмотр пациентов выявил среднее значение систолического АД  $137,2 \pm 0,9$  мм рт.ст., а диастолического -  $84,3 \pm 0,9$  мм рт.ст. (табл.6). Ритм сердца у большинства больных был синусовым, при этом у 36 человек (35,3%) регистрировались суправентрикулярные экстрасистолы. Неполная блокада ножек пучка Гиса была выявлена у 62 больных (60,8%), полная блокада не зарегистрирована ни у одного из исследуемых больных. Инфаркт миокарда был отмечен всего у 66 больных (64,7%), среди них: инфаркт боковой стенки зарегистрирован у 26 человек (25,5%), инфаркт передней стенки - у 16 человек (15,7%), инфаркт задней стенки - у 9 человек (8,8%), инфаркт перегородки - у 15 человек (14,7%).

Были изучены показатели гемодинамики в раннем послеоперационном периоде при различных патологических состояниях у больных ИБС, на вторые сутки после операции в отделении реанимации и интенсивной терапии с использованием ТТЭхоКГ. Так, у больных на фоне сердечной недостаточности после проведенных операций по геометрической реконструкции ЛЖ в сочетании с реваскуляризацией миокарда изучали ряд функциональных показателей. Установлено, что на вторые сутки после кардиохирургических операций у больных, находившихся в отделении реанимации и интенсивной терапии, отмечалось достоверное увеличение КДО и КСО ЛЖ. Важно при этом отметить, что исследование аналогичных данных на 4-е сутки после операции выявило дальнейшее увеличение этих показателей (таблица 7). Аналогичные данные были получены и в отношении КДИ и КСИ, усредненные показатели которых непосредственно после операции статистически увеличивались по сравнению с исходными показателями (табл.7). Анализ показателей ударного объема (УО), ударного индекса (УИ) и сердечного индекса (СИ) также выявил изменения объемных характеристик функций ЛЖ в сторону увеличения. В то же время минутный объем (МО) и функция

выброса (ФВ) имели тенденцию к достоверному снижению, что было свойственно для объективного функционального состояния миокарда ЛЖ.

При ТТЭхоКГ накапливались исходные данные по каждому конкретному случаю, с отбором нужного изображения с равным углом сканирования, что увеличивало время исследования, необходимого для накопления нужного количества кардиоциклов. В 54 исследованиях мы использовали угол ротации в 3 градуса, что сокращало время сканирования при качественной визуализации изображения (рис.5, 6).

По данным многих исследователей у больных с нарушениями сердечного ритма нежелательно применение трехмерной ТТЭхоКГ, так как искажаются изображения в компьютерной программе вследствие запредельных колебаний, превышающих значения R-R интервалов и амплитуды дыхания. Такое состояние удлиняло время исследования, что отрицательно сказывалось на самочувствии больного. При трехмерной реконструкции ТТЭхоКГ важное место отводится шумовому эффекту: чем больше сигнал шума, тем лучше качество визуализации изучаемого объекта (К.Хилл и соавт., 1989).

К ограничениям метода трехмерной ТТЭхоКГ относится также трудность фиксации датчика. Мы старались получить адекватное трехмерное изображение под углом сканирования 0 градусов, полностью совпадающее с изображением, полученным под углом сканирования 180 градусов. Для этого в течение всего исследования мы не изменяли и не отклоняли положение датчика. С учетом этих особенностей, далеко не всегда удается избежать нежелательного смещения датчика, что способствует возникновению различного рода помех и артефактов при

визуализации изображения. Поэтому при ТТЭхоКГ проблема оптимальной фиксации датчика имеет важное значение. Процесс получения трехмерного УЗ- изображения занимал в среднем от 15 до 20-25 минут с реализацией программы трехмерной реконструкции в реальном масштабе времени. Эти данные согласуются с исследованиями других авторов (Sheikh КН. et al., 1991; Ota T. et al., 1999; Balestrini L. et al., 2000).

Для более четкой диагностики ИБС нами использовались нагрузочные пробы в виде велоэргометрии (ВЭМ) и добутамина. При проведении велоэргометрии у 28 человек (27,4%) проба была прекращена в связи с развитием типичного приступа стенокардии. Депрессия сегмента ST как критерий теста определялась у 38 человек (37,2%). Так в стандартном II отведении она была зарегистрирована у 7 человек, в III отведении - у 9 человек, в aVF отведении у 6 человек, в отведении V<sub>2</sub> - у 2 человек, в отведении V<sub>4</sub> - у 6 человек, в отведении V<sub>6</sub> - у 8 человек (табл.8).

Изменения, возникающие у больных с ИБС, чаще всего были выявлены уже при проведении ТТЭхоКГ в покое. Проводя это исследование, нами оценивались показатели систолической функции ЛЖ, фракция выброса, фракция укорочения, скорость циркулярного укорочения волокон миокарда. Анализировалась степень гипертрофии стенок миокарда ЛЖ, его масса. Размер левого предсердия косвенно указывал на изменения диастолической функции. За норму нами принимались значения, которые используются в лаборатории ЭхоКГ центра функциональной диагностики ГВКГ им. акад. Н.Н.Бурденко (табл.9). При проведении ЭхоКГ в покое в исследуемой группе у 46 больных (45,1%) конечно диастолический размер левого желудочка (КДР ЛЖ) не превышал 6,0 см, в среднем он составил  $5,9 \pm 0,056$  см.. Размер левого предсердия (ЛП) у 56 человек (54,9%) был больше 3,0 см, но не

превышал 4 см, среднее значение составило  $3,6 \pm 0,037$  мм. Фракция выброса у больных в среднем составила  $53,8 \pm 1,210$ . Фракция укорочения волокон миокарда в среднем составила  $28,6 \pm 0,749$ . Скорость циркулярного укорочения волокон миокарда у 38 человек (37,3%) была ниже  $0,9 \text{ с}^{-1}$  и среднее ее значение в группе составило  $1,1 \pm 0,037 \text{ с}^{-1}$ . Масса миокарда ЛЖ в среднем составила  $163,4 \pm 6,208$  г. При этом у 70 человек (68,6%) она была выше нормы. Признаки гипертрофии миокарда ЛЖ были выявлены у 36 человек (40,0%), гипертрофия была симметричной, незначительной степени, толщина миокарда не превышала 15 мм (табл.9).

Результаты наших исследования выявили, что у пациентов, в основном, отмечалась средне-тяжелая форма ИБС. Об этом свидетельствуют перенесенные инфаркты миокарда, стенокардии напряжения, нарушения сердечного ритма и проводимости. Однако клинические и электрокардиографические методы не всегда позволяли выявить скрытую коронарную недостаточность. Поэтому с целью улучшения возможностей диагностики ИБС с помощью ТТЭхоКГ нами применялись провоцирующие стресс-агенты (добутамин) с оценкой состояния регионарной сократимости ЛЖ. При стресс-эхокардиографии с добутином нами использовался двухэтапный метод: на 1 этапе - «малые» дозы ( $5-10 \text{ мкг/кг/мин}$ ) и на 2 - «большие» дозы ( $20-40 \text{ мкг/кг/мин}$ ) препарата. Анализ результатов этой серии исследования выявил следующую картину: наилучшие показатели при «малых» дозах добутамина на 1 этапе были выявлены в случае гипокинеза и гипокинез-акинезе с улучшением нагрузочных показателей на 63,2% и 45,5% соответственно. Наихудшие показатели выявлены в отношении нормокинеза – улучшение всего на 10%, а без изменений в 70% случаев (табл.10). На 2 этапе с использованием добутамина в «больших» дозах было выявлено существенное ухудшение регионарной сократимости миокарда. При этом в 85%

случаев регистрировалось ухудшение нормокинеза, в 78,9% в случае гипокинеза и в 81,8% случаев при гипокинез-акинезе (табл.11).

Таким образом, на основании проведенных исследований было установлено, что при стресс-эхокардиографии с использованием метода ТТЭхоКГ в превалирующих случаях был выявлен гибернированный миокард у больных с ИБС. И только у 8 пациентов (13,3%) с исходно нарушенной локальной сократимостью миокарда в покое признаков жизнеспособного (гибернированного) миокарда не было выявлено. В целом же проведенная стресс-эхокардиография с добутамином подтвердила диагностическую картину наличия ИБС у 52 пациентов (86,7%). Полученные нами данные коррелируют с сообщениями ряда исследователей относительно использования провоцирующих факторов для повышения диагностической ценности при эхокардиографических методах идентификации ИБС (Оганов Р.Г., 1998; Бокерия Л.А., Голухова Е.З. и соавт., 2005, 2008; Menzel T. et al., 1997; Levine R.A. et al., 1999; Nanda N.C. et al., 2001; Pandian KG. et al., 2002; Cheng T.O. et al., 2004; Roelandt J. et al., 2004; Ge S. et al., 2007).

Справедливости ради, необходимо отметить, что при стресс-эхокардиографии с «большими» дозами добутина выявлялись признаки ишемии миокарда. Принимая гиперкинетическую реакцию сегментов на введение фармакологического вещества добутин, как улучшение кинетики, полученные нами данные позволили проанализировать изменение локальной сократимости каждого из 16 сегментов при проведении стресс-эхокардиографии. Кроме того, мы попытались в нашем исследовании проанализировать чувствительность ТТЭхоКГ в выявлении поражений каждой из коронарных артерий в сравнительном плане с имеющимися данными литературы. В частности, было установлено, что в 10 сегментах из 16 были зарегистрированы нарушения локальной сократимости после проведения пробы с добутамином, что свидетельствует о наличии у пациентов ИБС. Во



всех сегментах, кровоснабжающихся из ПКА, отмечено ухудшение кинетики, в 4-х сегментах - из передней МЖВ, в 2-х сегментах - из огибающей ветви (ОВ). Тем не менее, следует отметить, что в сегментах, кровоснабжение которых осуществляется из правой МЖВ, имеется четкая закономерность в отношении нарушении кинетики. Так например, 3 сегмента из 4-х соответствуют передне-перегородочной области, и их ассинергия была выявлена во всех трех отделах ЛЖ. Такая закономерность не была выявлена среди сегментов, кровоснабжающихся из ОВ.

Чтобы сравнить данные нарушения локальной сократимости сегментов левого желудочка с изменениями магистральных ветвей венечных артерий мы выделили из общего числа поражений коронарного русла данные окклюзирующего поражения и стенозов более 75%, т.е. те поражения, которые дают наиболее точный и устойчивый результат при проведении ТТЭхоКГ на фоне стресс эхокардиографии. При этом количество гемодинамически выраженных поражений коронарных артерий приблизительно одинаково и составляет для ПКА – 36, для правой МЖВ - 37, для ОВ - 34. Окклюзия ПКА и ОВ коронарной артерии встречались примерно в одинаковом числе случаев - 19 и 18 соответственно. В то же время аналогичное поражение передней межжелудочковой ветви ЛКА было выявлено только у 9 больных (таб. 12).

Таким образом, все изложенное позволяет предположить, что наибольшей чувствительностью стресс-эхокардиография с добутамином обладает при поражении ПКА и правой МЖВ, а наименьшей - при поражении ОВ. Такие данные, полученные в наших исследованиях коррелируют с аналогичными сообщениями из данных литературы (74, 98, 134). Однако объяснить это только тем, что сегменты, кровоснабжающиеся из ОВ, наиболее труднодоступны для визуализации с последующей интерпретацией полученных результатов, с нашей точки

зрения, не могут быть в достаточной мере приемлемыми и полностью достоверными.

Нами также была дана оценка чувствительности метода стресс-эхокардиографии при выявлении атеросклеротического поражения магистральных ветвей коронарных артерий. С этой целью мы провели сравнение метода стресс-эхокардиографии с другими методами в определении патологии венечных артерий. В конечном итоге нами был проведен сравнительный анализ неинвазивных функциональных методов диагностики ИБС с «золотым стандартом» - рентгеноконтрастной коронарографией. Было показано, что у пациентов с гемодинамически выраженными стенозами чувствительность стресс-эхокардиографии составляла 100%, а среди гемодинамически незначимых поражений коронарного русла эти показатели составляли 78,1%.

Из изложенного следует, что среди неинвазивных методов диагностики ИБС наибольшей чувствительностью обладает стресс-эхокардиография с добутамином. Причем высокая чувствительность метода отмечается как в случае гемодинамически значимых стенозах КА, так и при их диффузном и гемодинамически незначительном поражении (табл. 13).

При проведении корреляционного анализа при данном числе наблюдений и признаков, статистически достоверными были следующие коэффициенты корреляции: коэффициент корреляции равный 0-0,29 - слабая связь; коэффициент корреляции равный 0,3-0,5- средняя связь; коэффициент корреляции равный 0,5-0,69 - средняя, устойчивая связь; коэффициент корреляции равный 0,7-1,0 - сильная связь. Нами выявлены отрицательные и положительные связи между поражением различных ветвей коронарных артерий и данными инструментального и клинического обследования. Так, при диффузном поражении КА

были зафиксированы устойчивые положительные связи с коэффициентом корреляции больше 0,5.

При изменениях в огибающей ветви ЛКА наиболее сильная положительная корреляционная связь с коэффициентом корреляции 0,93 выявлена при инфаркте задней стенки ЛЖ. При этом более устойчивые положительные связи (коэффициент корреляции  $> 0,5$ ) регистрируются с количеством перенесенных в прошлом инфарктов миокарда с экстрасистолией, сопутствующими заболеваниями сосудов, весом и возрастом больного (рис.7). Поражение огибающей ветви ЛКА имеет положительную корреляционную связь (коэф. корреляции  $> 0,5$ ) с нарушением в покое локальной сократимости задне-боковых сегментов в базальном и медиальном отделах (сегменты 4 и 10), передне-бокового сегмента (сегмент 3) базального отдела. Поражение ствола ПКА находится в положительной корреляционной связи с поражением огибающей ветви ЛКА, поэтому и нарушение кинетики заднего сегмента (сегмент 5) базального отдела имеет такую же направленность, но со значительно низким корреляционным коэффициентом - 0.31. Стресс-эхокардиография выявила сильную положительную корреляционную зависимость с коэффициентом 0,7-1,0 с нарушением кинетики в передне-боковом и задне-боковом сегментах базального отдела (сегменты 3 и 4), и положительную связь с коэффициентом  $> 0,5$  передне-бокового сегмента (сегмент 9) медиального отдела. При этом направления и силы корреляционных связей не менялась с нарушением кинетики заднего сегмента базального отдела.

Отрицательная корреляционная зависимость средней степени выраженности (коэффициент корреляции 0,3-0,5) отмечалась при инфаркте передней стенки и перегородки, а также с возникновением блокад ножек пучка Гиса. Показатели, отражающие сократительную способность миокарда ЛЖ, находились в обратной зависимости с поражением огибающей ветви ЛКА.

При поражении ПКА положительная устойчивая корреляционная связь (с коэффициентом корреляции  $>0,5$ ) выявлена с выраженностью болевого синдрома, сопутствующими заболеваниями сосудов, инфарктом задней стенки. Зависимость с поражением огибающей ветви ЛКА также имела положительную направленность, коэффициент корреляции 0,43 (рис.8).

Анализ локальной сократимости в покое сильная (коэффициент - 0,98) и средняя устойчивая (коэффициент  $> 0,5$ ) положительная зависимость выявил нарушение локальной сократимости заднего сегмента базального и медиального отдела (сегменты 5 и 11 соответственно). Нарушение регионарной сократимости задне-боковых сегментов базального и медиального отделов (сегменты 4 и 10) имеет среднюю положительную связь (коэффициент корреляции 0,3 - 0,5). Корреляционный анализ поражения передней МВЛКА выявил положительную устойчивую связь (с коэффициентом корреляции  $>0,5$ ) с числом перенесенных инфарктов, в том числе инфарктов передней стенки и сопутствующими заболеваниями сосудов.

В порядке обсуждения следует отметить, что корреляционный анализ - это всего лишь математическая модель, позволяющая определить формальные связи и взаимоотношения между полученными показателями, интерпретация которых носит дискуссионный характер. Тем не менее, этот метод статистической обработки позволил нам предположить относительное направление и силу этих взаимоотношений. Так, при проведении анализа полученных результатов, становилось очевидным, что поражение ветвей КА сопровождалось нарушением кинетики в соответствующих сегментах ЛЖ. Стресс-эхокардиография позволила увидеть усиление этих связей. При диффузном поражении коронарного русла такого направленного взаимодействия нет, и проведение стресс-эхокардиографии не изменяет ни его направления, ни его силы. Диффузное поражение сопровождается самыми многочисленными связями с данными

клинического обследования, результатами ВЭМ и стресс-эхокардиографии.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют об эффективности использованных диагностических методов, направленных на верификацию ИБС у пациентов, среди которых стресс-эхокардиография имеет наибольшую информативность, занимая в факторном анализе достойное место. При этом верификация диагноза ИБС и последующая врачебная тактика, направленная на дальнейшее ведение пациента, осуществлялась на основании ведущих симптомокомплексов, среди которых особое место отводилось нарушениям локальной сократимости миокарда, клиническим симптомам заболевания и электрокардиографическим признакам ишемии миокарда, индуцируемые при функциональных нагрузочных тестах.

В нашей работе была дана оценка результатов верификации ИБС с использованием ЧПЭхоГК, с помощью которой значительно расширились наши диагностические возможности. При выявлении предиктов осложнений после операций по АКШ в сочетании с геометрической реконструкцией ЛЖ у больных с постинфарктной аневризмой пациенты (n=42) были разделены на 2 группы по характеру течения раннего послеоперационного периода: в первую группу вошли 26 больных с гладким послеоперационным течением, во вторую - 16 больных с осложненным течением на фоне сердечной недостаточности. При этом выявлены достоверные различия в показателях, характеризующих структурно-геометрическое и функциональное состояние миокарда ЛЖ. Было установлено, что у больных с осложненным течением отмечалась более выраженная дисфункция миокарда левого желудочка с нарушением ФВ, с более выраженной степенью недостаточности митрального клапана. Показатели при ЧПЭхоГК относительно функционального состояния

миокарда с дисфункцией ЛЖ у больных ИБС характеризовались значительной дилатацией его полости со снижением насосной функции. При этом увеличение КДО ЛЖ более 300 мл и КСО более 200 мл, а также ФВ ЛЖ  $< 35\%$  являются неблагоприятными факторами в аспекте развития ранних послеоперационных осложнений (рис.8).

Рассматривая влияние операции геометрической реконструкции (ГР) ЛЖ в сочетании с АКШ на те же показатели геометрии и функции миокарда по данным интраоперационной ЧПЭхоКГ, нами были выявлены существенные изменения всех параметров, как в 1-й, так и во 2-й группе пациентов. В группе больных с гладким течением раннего послеоперационного периода после отключения ИК и стабилизации гемодинамики на фоне терапевтических доз кардиотонической поддержки зафиксировано достоверное уменьшение объемных характеристик ЛЖ, более значительное уменьшение индексов КДО и КСО (табл.15-16).

Эти данные можно объяснить тем, что в группе больных с осложненным течением после проведенной операции не наблюдалось резкого улучшения показателей внутрисердечной гемодинамики из-за проведенной реконструкции и развившейся тяжелой сердечной недостаточности. Это подтверждается и фактом увеличения (хотя и недостоверного) степени митральной регургитации, в отличие от больных 1 группы, у которых митральная регургитация, напротив, была снижена (рис.9).

Анализ исходных показателей геометрии ЛЖ после проведенной у больных операций по АКШ, которые включали такие интегральные параметры, как индексы конусности (ИК) и индексы сферичности (ИС), позволил выявить существенные отличительные признаки от нормы. При этом наиболее выраженные изменения геометрии отмечены на среднем и верхушечном уровнях.

Так, ИС у больных 2-ой группы составлял 0,76 на среднем уровне и 0,61 - на верхушечном. Тем не менее, статистически достоверных различий между исходными показателями ИС ЛЖ у больных 1-й и 2-й группы не было выявлено. Исходные индексы конусности ЛЖ, то есть соотношение поперечных осей на различных уровнях, у пациентов 1-й и 2-й группы также существенно не различались, однако, при сравнении с показателями нормы выявлены существенные изменения геометрии ЛЖ в анализируемых группах больных. Анализ динамики геометрических параметров ЛЖ на верхушечном уровне (ИС и ИК) у больных 2-х групп в результате выполненной реконструкции ЛЖ и АКШ выявил улучшение геометрических показателей у больных первой группы, подтвердив тем самым нормализацию ИС у больных с гладким течением раннего послеоперационного периода (табл.17-19).

Таким образом, изменение индексов сферичности, выявленные у больных 1-ой группы с использованием ЧПЭхоКГ, оказывают положительное влияние на функциональное состояние миокарда ЛЖ и являются предикторами гладкого течения раннего послеоперационного периода. При сравнении индексов конусности после реконструкции у пациентов 1-й и 2-й групп были выявлены достоверные различия: у пациентов с хорошей гемодинамикой и гладким течением послеоперационного периода показатели конусности ЛЖ после реконструкции были достоверно выше, чем у пациентов 2-й группы с нестабильной гемодинамикой, осложненное течение раннего послеоперационного периода (табл. 23). На основании полученных данных можно заключить, что динамика индексов конусности после реконструкции является наиболее важным параметром геометрии ЛЖ, позволяющим прогнозировать течение раннего

послеоперационного периода с развитием синдрома малого выброса. В обеих группах отмечено увеличение индексов конусности, но в группе с гладким течением в послеоперационном периоде оно было более выраженным, и значения индексов конусности приближалось к норме. Наиболее важными оказались индексы конусности, измеренные как отношение поперечных осей на базальном и среднем уровнях ЛЖ к поперечной оси верхушечного уровня.

Комплексное интраоперационное ЧПЭхоКГ исследование включало методы импульсно-волновой доплерографии и цветного доплеровского картирования (ЦДК), с помощью которых были изучены закономерности скоростных параметров кровотока в полости ЛЖ у больных ИБС до и после кардиохирургических операций, что позволило выявить особенности структуры внутрижелудочкового кровотока. Анализ результатов исследования выявил достоверные различия изучаемых параметров в 2-х группах больных, как в предперфузионном периоде, так и после выполненной операции. На основании проведенного исследования нами выявлены закономерности скоростей потока крови в полости ЛЖ, характеризующиеся более высокими скоростями на базальных сегментах, тем не менее, скоростные параметры кровотока у больных обеих групп были значительно ниже нормальных величин. Сравнение показателей между группами выявило достоверно низкую линейную скорость кровотока в приточном отделе ЛЖ на всех уровнях, особенно в области верхушки, у больных с осложненным течением послеоперационного периода. Полученные данные свидетельствовали о том, что в группе больных с осложненным течением послеоперационного периода на фоне исходно более выраженной дилатации левого желудочка и его дисфункции ( $ФВ < 35\%$ ) отмечались и более низкие скоростные показатели внутрижелудочкового кровотока по



сравнению с больными, у которых послеоперационный период протекал гладко (табл.25-26).

Во второй группе больных линейные скорости кровотока, как в приточном, так и в выводном отделе ЛЖ также возросли, но этот прирост не был столь значительным, как у пациентов первой группы. После геометрической реконструкции ЛЖ и АКШ нами было проведено сравнительное изучение показателей скоростных характеристик кровотока, зафиксированные у больных с использованием ЧПЭхоКГ. В группе с осложненным послеоперационным течением на фоне выраженной сердечной недостаточности скорости кровотока были значительно ниже и составляли 0,85 м/с на приточном отделе, 0,58 м/с - на выводном (таблица 27).

Таким образом, было установлено, что комплексная операция по геометрической реконструкции ЛЖ с реваскуляризацией жизнеспособного миокарда АКШ приводит к нормализации геометрии ЛЖ. При этом улучшается насосная функция миокарда ЛЖ с характерным возрастанием ФВ. Улучшение кинетики миокарда и его структурно-геометрических параметров способствует повышению кинетической энергии движения крови в его полости. Эти результаты были получены благодаря уникальности метода ЧПЭхоКГ, который дополняет стандартное трансторакальное исследование и значительно улучшает качество визуализации. Данная методика в условиях операционной позволяет качественно и быстро, не мешая бригаде хирургов, оценить функциональное состояние миокарда, геометрию ЛЖ, структуру и скорость кровотока в его полости на различных этапах операции по АКШ и геометрической реконструкции ЛЖ.

Полученные параметры определяют адекватность коррекции при хирургической операции, позволяют прогнозировать тяжесть течения раннего послеоперационного периода, необходимость и

степень обратного ремоделирования ЛЖ. Благодаря ЧПЭхоКГ, еще на операционном столе при хирургической реконструкции можно дать оценку показателям внутрисердечной гемодинамики по данным ЦДК и определить тактику послеоперационного ведения больных, в частности, выяснить показания к применению внутриаортальной контрпульсации.

Таким образом, с помощью комплексной интраоперационной ЧПЭхоКГ выявлены особенности функционального состояния миокарда ЛЖ, скоростных параметров и структуры внутрижелудочкового кровотока у больных с гладким и осложненным течением раннего послеоперационного периода, а также определены критерии, позволяющие прогнозировать исход и состояние больного в ранние сроки после операции.

В качестве заключения следует отметить, что эхокардиографические диагностические мероприятия при ИБС с использованием высокоинформативных методов ЧПЭхоКГ и ТТЭхоКГ пока не могут служить полной альтернативой рентгеноконтрастной ангиографии и внутрисосудистому УЗ-исследованию. Однако каждый из этих сравнительно недорогих и неинвазивных методов по своему хорош и оптимален при определенных клинических показаниях и условиях, что делает их незаменимыми в практической кардиологии, в особенности в условиях поликлинической работы.

### **В ы в о д ы**

1. Впервые при комплексной интраоперационной ЧПЭхоКГ изучены закономерности скоростных параметров кровотока в полости ЛЖ у больных ИБС до и после операции по АКШ и геометрической реконструкции ЛЖ. Разработаны оптимальные подходы по дифференцированному выбору метода эхокардиографической диагностики повреждений миокарда и коронарных сосудов, что позволило получить необходимые показатели гемодинамики у больных

ИБС. Избирательное использование методов ТТЭхоКГ и ЧПЭхоКГ при ИБС у больных по соответствующим показаниям способствовало улучшению визуализации с оценкой степени поражения венечных сосудов и структурных элементов сердца с последующим выбором тактики ведения больных..

2. Установлено, что при верификации клинического диагноза ИБС с применением функциональных нагрузочных проб (велозргометр и добутамин) нарастание степени эффективности информативности определялось в следующей последовательности: велозргометр – ТТЭхоКГ покоя - стресс-эхокардиография. Стресс-эхокардиографии с добутамином подтвердила диагностическую ценность о наличия ИБС у пациентов в 86,7% случаев.

3. Установлены сильные корреляционные связи между поражением отдельных коронарных сосудов, глобальной и локальной сократимости миокарда у больных ИБС как в покое, так и при нагрузке с использованием добутамина и велозргометра по результатам ТТЭхоКГ и ЦДК. У пациентов с гемодинамически выраженными стенозами чувствительность стресс-эхокардиографии составляла 100%, а среди гемодинамически незначимых поражений коронарного русла эти показатели составляли 78,1%.

4. ЧПЭхоК является высокоинформативным и относительно неинвазивным безопасным методом исследования внутрисердечной гемодинамики у больных после операции по коррекции клапанных пороков сердца в раннем послеоперационном периоде. Сравнительное сопоставление визуализированных и индексированных показателей выявили существенные преимущества ЧПЭхоКГ в сравнении с ТТЭхоКГ: при некачественной ТТЭхоКГ при кардиохирургических операциях и оценке степени митральной регургитации при дисфункции ЛЖ применение

ЧПЭхоКГ обеспечивает достоверную, отличную эхолокацию и визуализацию с оценкой внутрисердечной гемодинамики.

5. Методом комплексной интраоперационной ЧПЭхоКГ выявлены особенности функционального состояния при операциях геометрической реконструкции ЛЖ в сочетании с АКШ у больных ИБС с определением насосной функции и скоростных параметров внутрижелудочкового кровотока при гладком и осложненном течении раннего послеоперационного периода. Выявлены эхокардиографические критерии, характеризующие адекватность хирургической коррекции и прогнозирующие тяжесть течения раннего послеоперационного периода с определением тактики последующего ведения больного.

### **Практические рекомендации**

1. При недостаточно хорошей трансторакальной визуализации, а также в случаях стойких проявлениях сердечно-сосудистой недостаточности, обусловленной нарушением внутрисердечной гемодинамики, рекомендуется применение ЧПЭхоКГ.
2. Для оценки внутрисердечной гемодинамики у больных со стойкой сердечно-сосудистой недостаточностью рекомендуется проводить ЧПЭхоКГ с подсчётом систолической и диастолической фракций для оценки уровня среднего давления в ЛЖ, что может служить основанием для выбора тактики волемической, инотропной и вазоактивной терапии.
3. При определении показаний к реконструктивным и корригирующим кардиохирургическим оперативным вмешательствам рекомендуется использовать ЧПЭхоКГ для вычисления внутрисердечных объемов и фракции выброса у больных при АКШ с одновременным послеоперационным ремоделированием ЛЖ.

### Список использованной литературы.

1. Алами М.М. Эхокардиографический анализ регионарной функции левого желудочка у больных, перенесших инфаркт миокарда. Кардиология.-1983.-№ 3, с.72-75.
2. Алехин М.Н., Седов В.П. Допплер-эхокардиография.//М.-1997.-78с.
3. Алехин М.Н., Седов В.П. Количественные измерения в доплер-эхокардиографии Москва., 1997.- 65с.
4. Амосов Н. М., Доценко Н. Я. Клиническая классификация больных с ППС по степеням риска и ее клиническое применение.// Гр. хирургия, 1980, №1, с.20-24.
5. Бащинский С.Е., Осипов М.А. Диагностическая ценность изучения диастолической функции левого желудочка при проведении стресс-доплерэхокардиографии у больных ИБС //Кардиология.-1992.- №11.- с.26-30.
6. Беленков Ю.Н., Агеев Ф.Т., Мареев В.Ю. Диастолическая сердечная недостаточность.//Сердечная недостаточность.- 2000. №2 , с. 40-45.
7. Беленков Ю.Н. Шевченко О.П., Атьков О.Ю. Изучение функции миокарда левого желудочка у больных ишемической болезнью сердца ультразвуковыми методами.//Диагностика и хирургическое лечение заболеваний сердца и сосудов. М. -1980.- с. 6-7.
8. Бокерия Л. А., Бузиашвили Ю. И. Чреспищеводная эхокардиография в коронарной хирургии. //- М. Изд. НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 1999.- с.53-57.
9. Бокерия Л. А., Машина Т. В., Голухова Е. З., Трёхмерная эхокардиография.// - М. Изд. НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 2002.-с.2-5.
- 10.Бокерия Л.А., Беришвили И.И., Сигаев И.Ю. Современные тенденции и перспективы развития коронарной хирургии.// Анн. Хирургии.-1999.- №4.-с.31-45.
- 11.Бураковский В.И., Бокерия Л. А., Алексии-Месхишвили В.В. и др. Сердечно-сосудистая хирургия. М. 1989.126с.

12. Гиляревский С.Р. Использование тканевого доплеровского изображения для оценки систолической функции левого желудочка после протезирования митрального клапана. //Кардиология 1999, №4 с. 38-41.
13. Гиляревский С.Р. Оценка систолической функции левого желудочка с помощью методов неволюметрического эхокардиографического анализа. //Кардиология 1998, №9 с. 47-51.
14. Зарецкий В.В., Бобков В.В., Ольбинская Л.И. Клиническая эхокардиография, М., 1979.-67с.
15. Клиническая ультразвуковая диагностика, под ред. Н.М. Мухарлямова, М., т. 1.- 1987.- 120с.
16. Мацкеплишвили С.Т. Диагностическая значимость неинвазивных методов исследования коронарного и периферического кровообращения у больных мультифокальным атеросклерозом. Диссертация... к.м.н. Москва.- 1999.
17. Мухарлямов Н.М., Беленков Ю.Н. Ультразвуковая диагностика в кардиологии. М., 1981.- 42с.
18. Мясник Б.Н., Илюхин В.В., Андреев Ю.П. Значение общей и регионарной сократимости миокарда в определении показаний к аортокоронарному шунтированию. // Сов.медицина.-1991.- №9.- с.6-8.
19. Нарсия Б. Е. Клинико-гемодинамическая оценка результатов протезирования аортального клапана при длительных сроках наблюдения. // Дисс. канд. мед. наук. М. 1984.
20. Овчинников А.Г. Агеев Ф.Т. Мареев В.Ю. Методические аспекты применения доплер-эхокардиографии в диагностике диастолической дисфункции левого желудочка. Сердечная недостаточность.- 2000. №1.-с. 62-66.
21. Пену А. Ю. Практическая эхография. -Кишинёв: Штииница,1990.-45с.

22. Соболева Н. Н. Неинвазивная гемодинамическая оценка функции протеза ЭМИКС в аортальной позиции. Дисс. канд. мед. наук- М -2001.
23. Сокольская Н. О. Эхокардиографическая оценка функции миокарда и ее предикторные возможности в раннем послеоперационном периоде у больных с ВПС. Дисс. д-ра мед. наук - М. - 2003 .
24. Струтынский А.В. Эхокардиограмма: анализ и интерпретация. - М: МЕДпресс-информ, 2001. - 208 с.
25. Фарулова И. Ю. Диагностика нарушений функций протезов клапанов сердца в митральной позиции с помощью ЧПЭХОКГ.// Дисс.канд. мед. наук. М. 2002.
26. Фейгенбаум Х. Эхокардиография. 5-е издание. Пер. с англ. под ред. Митькова В.В. - М.: Видар, 1999. – 120с.
27. Функциональная диагностика в кардиологии. Под ред. Л.А. Бокерия, Е.З. Голуховой, А.В. Иваницкого. - М.: Издательство НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2002. - Т. 1. - С. 74 - 95.
28. Цукерман Г. И., Семеновский М. Л., Нарсия Б. Е., Отдалённые результаты протезирования аортального клапана. //Кардиология. 1986. №6, с. 28-32.
29. Шиллер Н., Осипов И.А. Клиническая эхокардиография. М: Мир, 1993.144с.
30. Щетинин В. В., Берестень Н. Ф. Кардиосовместимая доплерография. М.: Медицина. 2002 .68с.
31. Яворская Л. А., Ярошинский Ю. Н., Мота О. Р. Эхокардиография в диагностике нарушений функции механических протезов клапанов сердца. // Ревматология. 1987. №3, с 49-53.
32. Adams H., Filsoufi F. , Aklog L. Surgical treatment of the ischemic mitral valve. //J. Heart Valve Dis 2002 Jan; vol. 11 Suppl 1 :S21-5.
33. Aeschbacher C. Transesophageal echocardiography.//Ther Umsch. 1997. Dec;54(12).- p.685-697.

34. Alam M., Gabriel F., Khaja F., Paone G. Transesophageal echocardiographic evaluation of left main coronary artery. //Angiology.- 1995.- vol. 46 (12).- p. 1103-1106.
- 35.Almeida J., Lobo A., Casanova J., Torres P., Gomes R., Transesophageal echocardiography on the presurgical and postsurgical evaluation of a coronary arteriovenous fistula. // J. Am . Soc. Echocardiogr.- 1997. №10.- (3).- p.224-227.
- 36.Asakura T., Aoki K., Tadakora M. Transesophageal echocardiography as a early postoperative monitoring patients after cardiovascular surgery: analysis of 500 consecutive studies. // Kyobu Geka. - 1996. - Vol.49, № 4. -P. 261-266.
- 37.Askenazi J., Koenigsberg D. I., Ribner H. S., Plucinski D., Silverman I. M., Lesch M. Prospective study comparing different echocardiographic measurement of pulmonary capillary wedge pressure in patients with organic heart disease other than mitral stenosis. // J. Am. Coll. Cardiol., 1983, №2.- p. 919-923.
- 38.Autore C., Cartoni D., Piccininno M. Multiplane transesophageal echocardiography and stroke. //Am. J. Cardiol. 1998 .-№18Ю-p.79-83.
- 39.Bach D., Donovan C., Armstrong W. - Quantitative Doppler Tissue Imaging for the Noninvasive Assessment of the left ventricular Contractility. //J. Am. Coll. Cardiol. 1995.- № 95, p.906-963.
- 40.Bach S. Transesophageal echocardiographic (TEE) evaluation of prosthetic valves// W.Cardiol Clin 2000 Nov;1998, №18(4). p. 751-71.
- 41.Basnight A., Gonsales S., Kershenovich C. Appleton P.  
Pulmonary venous flow velocity: relation to hemodynamics, mitral flow velocity and left atrial volume, and ejection fraction. //J. Am. Soc. Echocardiography.- 1991.- №4, p. 547-556.



42. Beique F., Joffe D., Kleiman S. An introduction to transoesophageal echocardiography: I. Basic principles. //Can. J. Anaesth.- 1996.- №43.- p.252-277.
43. Benson J., Cahalan K. Cost-benefit analysis of transesophageal echocardiography in cardiac surgery. //Echocardiography.1995.- №12 (2). p.171-183.
44. Berglund H., Kim J., Nishioka T., Luo H., Siegel J. Influence of ejection fraction and valvular regurgitation on the accuracy of aortic valve area determination.// W.Echocardiography.- 2001.- Jan.- №18.- p.65-72.
45. Berger M., Bach M., Hecht R., Van Tosh S. Estimation of pulmonary arterial wedge pressure by pulsed Doppler echocardiography and phonocardiography.//Am. J. Cardiol., 2003, №69.- p.562-565.
46. Bergquist D., Bellows W., Leung J. Transesophageal echocardiography in myocardial revascularization. // Anesth. Analg. -1996. № 82. – p.1139-1145.
47. Biederman R., Sorrell V., Nanda N., Voros S., Thakur A.- Transesophageal echocardiographic assessment of coronary stenosis: a decade of experience. //W. Echocardiography 2001.- №18. p. 49-57.
48. Block M. Hourigan L. Bellows WH. Reeves J 3rd. Romson JL. Tran M. Pastor D. Schiller NB. Leung JM. Comparison of left atrial dimensions by transesophageal and transthoracic echocardiography.//J.Am.Soc. Echocardiogr.- 2002.- №15.- p.143-149.
49. Bruijn N. P., Clements F. M.-Transesophageal echocardiography.// USA. 1987.- 214 p.
50. Bryan A., Barzilai B., Kouchoukos N.- Transesophageal echocardiography and adult cardiac operations. //Ann. Thorac. Surg.- 1995.-№59. p.773-779.
51. Carranza C., Abufhele A., Cartes F., Forero A. - Transthoracic Versus Transesophageal Two-Dimensional Echo Doppler Determination of Flow Velocity in the Left Atrial Appendage.// W.Echocardiography.- 1997 №14.- p.357-362.

- 52.Carrier R., Dias O. S., Pellerin M., Hebert Y., Leclerc Y. Changing Flow pattern of the internal thoracic artery undergoing coronary artery bypass grafting: continuous-wave Doppler assessment.//J. Thorac Cardivasc. Surg. 1996. № 2, p.52-58.
- 53.Chambers J. Echocardiographic assessment of artificial heart valves.// W. British heart J., №71, 1994, p. 6-14.
- 54.Cicek S., Demirilic U., Kuralay E. Transesophageal echocardiography in cardiac surgical emergencies. // J. Card. Surg. 1995.- №10(3).p.236-44.
- 55.Colombo P., Municino A., Brofferio A., Kholdarova L. Cross-sectional multiplane transesophageal echocardiographic measurements: comparison with standard transthoracic values obtained in the same setting.// W. Echocardiography.- 2002.- № 19 p.383-390.
- 56.Dittrich H. Clinical transesophageal echocardiography.- 1992.130p.
- 57.Djoa K., De Jong N. Two decades of transesophageal phased array probes. //Ultrasound Med Biol.- 1996.- №22(1).- p. 1-9.
- 58.Elma J., Meindert A.et al. Transesophageal two-demensional echocardiography: Its role in solving clinical problems.// J. Am. Coll. Cardiol. 1986. №8. p.975-979.
- 59.Fellahi J., Valtier B., Beauchet A. Does positive end-expiratory pressure ventilation improve left ventricular function? A comparative study by transesophageal echocardiography in cardiac and noncardiac patients.//Chest 1998.- №114(2).- p.556-562.
- 60.Figenbaum H. Echocardiography.// 5<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993.
- 61.Fischer C., Sousa J.M.- Quantification of mitral prosthesis failure by different methods of evaluation by trans-esophageal echocardiography.//Arq Bras Cardiol.- 1998.- №71.- p.741-745.

- 62.Foster E., Schiller N.B. Introduction to transesophageal echocardiography with a historical perspective.// W.Cardiol. Clin.- 2000.- №18.-p.675-679.
- 63.Foster E., Schiller N.,The role of transesophageal echocardiography in critical care: UCSF experience.// J. Am. Soc. Echocardiogr. 1992.- №5.- p. 368-374.
- 64.Franke A., Kuhl P., Hanrath P. Imaging techniques in cardiology: three-dimensional echocardiography.//Z Kardiol 2000.- №89(3).- p.150-159.
- 65.Gail E., Peterson M. Transesophageal echocardiography: Clinical indications and applications.// W.Circ. 2003, Vol. 107, p.2398-2402.
- 66.Geibel A., Kasper W. et al. Risk of transesophageal echocardiography in awake patients with cardiac diseases.//Am. J.Cardiol. 1988. №12, p.337-339.
- 67.Gendreau M., Triner W., Bartfield J. Complications of transesophageal echocardiography in the ED.//Am. J. Emerg. Med. 1999.- №17.- p.248-251.
- 68.Girard S. E., Miller F. A., Orszulak T. A. Reoperation for prosthetic aortic valve obstruction in the era of echocardiography: trends in diagnostic testing and comparison with surgical findings.//J.Am.Coll.Cardiol. 2001, №37(2): p.579-584.
69. Goldman J.H., Foster E. Transesophageal echocardiographic evaluation of intracardiac and pericardial masses.// W.Cardiol. Clin. 2000.-№18.p.849-860.
- 70.Gunasegaran K. Three-dimensional transesophageal echocardiography and other future directions.// W.Cardiol Clin.- 2000.-№18.-p.893-910.
- 71.Haendchen R, Wyatt H. Quantitation of regional cardiac function by two dimensional echocardiography.//Circulation. 1983, №67, p.1234-1245.
- 72.Hartnell G. Notarianni M. MRI and echocardiography: how do they compare in adults. //Semin Roentgenol.- 1998.- № 33(3).- p.252-261.
- 73.Hayashi H., Kumon K. Transesophageal echocardiography (Part 4): clinical application. Part 2.//Masui 1996.- №45(9).- p.1105-14.
- 74.Hayashi H., Kumon K. Transesophageal echocardiography (Part 3): Clinical application Part 17.// Masui.- 1996.-№45(8).- p.980-990.
- 75.Heidenreich P.A. Transesophageal echocardiography (TEE) in the critical care patient.// W.Cardiol. Clin.- 2000.- №18(4).- p.789-805.

- 76.Hinrichs A., Schlueter M, Roewer M. J.Clinical value of transesophageal two-dimensional echocardiography in mechanically ventilated coronary care unit patients.// Circ. 68; (suppl III) Vol. III; 1983. p.113-121.
- 77.Hwang J., Shyu K. G. Usefulness of transesophageal echocardiography in the treatment of critically ill patients.//Chest.-1999.-№104.- p.861-866.
- 78.Jacopi F., Maresta A. Transesophageal echocardiography and risk factors for embolism.//AnnItalMedInt 1996.-№12.- p.11-14.
- 79.Joffe I., Jakobs I. - Role of echocardiography in perioperative management of patients undergoing open heart surgery.// W.Amer. Heart J. - 1996 – Vol. 131, №1. - p.162-176.
- 80.Johnson S. The surgeon's use of transesophageal echocardiography.// urg. Clin. North Am.- 1998.- №78(2).- p.311-36.
- 81Jonson M. Usefulness of echocardiography in patients undergoing mitral valve surgery//AM.J. Thorac. Cardiovasc. Surg. -1972. -№64.- p. 922926.
- 82.Kapur K., Fan P.,et al. Doppler color flow mapping in the evaluation of prosthetic mitral //W. J. Am. Coll. Cardiol. - 1989., №13, p. 1561-1566.
- 83.Karp K., Holm S. Pulmonary venous systolic flow fraction in patients with mitral regurgitation: transoesophageal echocardiographic findings in relation to haemodynamic angiographic evaluation.//Clin.Physiol 1995.-№15.-p.105-117.
- 84.Kassimatis A. Routine arterial oxygen saturation monitoring is not necessary during transesophageal echocardiography. // Clin. Cardiol.- 1997.- №20(6).- p.547-552.
- 85.Keren G., Sherez J. Pulmonary venous flow pattern - its relationship to cardiac dynamics.//Circ. 1985.- №71.- p.1105-1122.
- 86.Khandheria B. TEE: present state and directions // Mayo Clin. Proc. - 1990 - Vol. 10, №6. - p.728-733.
- 87.Khandheria B., Seward J.,Transesophageal echocardiography// Mayo Clin. Proc. - 1994 - Vol. 69, №9. - p. 856-863.
- 88.Khandheria B. Critical appraisal of transesophageal echocardiography: limitations and pitfalls. //Crit.Care.Clin.1996. №12(2).- p.235-251.

- 89.Khandheria B. Multiplane transesophageal echocardiography: examination technique, anatomic correlations, and image orientation.//Crit. Care. Clin. – 1996.- №12(2).- p.252-258.
- 90.Kim K., Maxted W., Nanda N. Comparison of multiplane and biplane transesophageal echocardiography in the assessment of aortic stenosis. //Am. J. Cardiol.- 1997.- №15.- p.436-441.
- 91.Kraker P.K., Davis E., Barash P. Transesophageal echocardiography and the perioperative management of valvular heart disease.//Curr. Opin Cardiol. 1997.- №12(2).- p.108-113.
- 92.Kusumoto P. M., Muhiudeen I. A., Kuecherer H. F., Cahalan M. K., Schiller N. B. Response of the interatrial pressure gradients and its potential for predicting pulmonary capillary wedge pressure: an intraoperative study using transesophageal echocardiography in patients during mechanical ventilation. // 1993.- J. Am. Coll. Cardiol. №21. p.-721-726,
- 93.Kuecherer H. F., Muhiudeen I. A., Kusumoto F. M., Lee E., Moulinier L. D., Cahalan M. K., Schiller N. B. Estimation of mean left atrial pressure from transesophageal pulsed Doppler echocardiography of pulmonary venous flow.// Circ. Vol. 82. №4.- p.1128-1139.
- 94.Kuecherer H., Ruffmann K., Kuebler W. Determination of left ventricular filling parameters by pulsed Doppler echocardiography: a noninvasive method to predict high filling pressure in patients with coronary artery disease. //Am. Heart. J. 116; 1017-1021; 1988.
- 95.Kuznetsova L.M., Rykunov I.E., Sandrikov V.A. Comparison of transesophageal and transthoracic echocardiography in cardiac surgical care. // Vestn. Ross. Akad. Med. Nauk.- 1997.-№11.- p.42-46.
- 96.Kyo S., Takamoto S., et al. Immediate and early postoperative evaluation of results of cardiac surgery by transesophageal two-dimensional Doppler echocardiography.// Circ. 1987. №76.- p.113-119.
- 97.Lambert A.S., Miller J.P., Merrick S.H., Schiller N.B., Foster E. Improved evaluation of the location and mechanism of mitral valve regurgitation

- with a systematic transesophageal echocardiography examination. // Anesth. Analg.- 1999.- №88.- p.1205-1212.
- 98.Lengyel M. The impact of transesophageal echocardiography on the management of prosthetic valve endocarditis: experience of 31 cases and review of the literature. //J Heart Valve Dis.- 1997.- № 6(2).- p.204-211.
- 99.Lerakis S., Robert Taylor W., Lynch M., Litman C.M., Clements S.D., Thompson T.D., Martin RP. The role of transesophageal echocardiography in the diagnosis and management of patients with aortic perivalvular abscesses. //Am.J.Med.Sci. - 2001.- № 321(2).- p.152-155.
100. Loick H.M., Scheld H.H., Van Aken H. Impact of perioperative transesophageal echocardiography on cardiac surgery. //Thorac Cardiovasc. Surg.- 1997.№45(6).- p.321-325.
101. Longo M., Previti A., Morello M., Greco C., Decio A. Usefulness of transesophageal echocardiography during open heart surgery of mitral stenosis. //J. Cardiovasc. Surg. (Torino).- 2000.- №41(3).- p.381-385.
102. MacKenzie G.S., Heinle S.K., Echocardiography and Doppler assessment of prosthetic heart valves with transesophageal echocardiography. //Crit Care Clin. 1996. №12(2).- p.383-409.
103. Macor F., Zottarel G., Antonini-Canterin F., Mimo R., Pavan D., Cervesato E., Nicolosi G., Zanuttini D. Modifications of Oxygen Saturation During Transesophageal Echocardiography.// W.Echocardiography.- 1997.- №14(3)ю- p.261-266.
104. Madu E.C., Brown R., Geraci S. Dynamic left ventricular outflow tract obstruction in critically ill patients: role of transesophageal echocardiography in therapeutic decision making. //Cardiology.- 1997.- № 88(3).- p.292-295.
105. Mahan E., Nanda N., Echocardiographic evaluation of prosthetic cardiac valves.//W.Cardiol. - 1990., №8, p. 369-374.
106. Mahdhaoui A., Majdoub M.A., Bouraoui H., Jeridi G.S., Ernez Hajri S., Zaaraoui J., Ammar H. Value of early systematic transoesophageal

- ultrasonography after mitral valve replacement by Saint-Jude prosthesis.// W.Tunis Med.- 2002. №80(12).- p.781-789.
107. Marcelino P., Silva M.R., Guimaraes R., Ribeiro J.P., Mota J.A. Transesophageal echocardiography in patients treated with ventilation at a polyvalent intensive care unit.// Rev. Port. Cardiol. 1997.№16.-p.259-263.
  108. Maslow A.D., Regan M.M., Haering J.M., Johnson R.G., Levine R.A. Echocardiographic predictors of left ventricular outflow tract obstruction and systolic anterior motion of the mitral valve after mitral valve reconstruction for myxomatous valve disease. //J. Am Coll Cardiol. 1999 №34(7).- p.2096-2104.
  109. Mehta Y., Juneja R., Dhole S. Transesophageal echocardiography in MIDCAB.//J. Cardithorac. Vase. Anesth. 1999. №13, p.115-116.
  110. Miller-Hance W.C., Silverman N.H. Transesophageal echocardiography (TEE) in congenital heart disease with focus on the adult.//W.Cardiol. Clin 2000.- №18(4).- p.861-892.
  111. Miyatake K, Okamoto M, Kinoshita N, et. al, Clinical applications of a new type of real time two-dimensional Doppler flow imaging. //American J. Cardiology.- 1984, №54, p.857-868.
  112. Miyatake K., Yamagishi M., Tanaka N. et al. A New Method for evaluation of left ventricular Wall Motion by colour-coded Doppler tissue Echocardiography. In vitro and in vivo studies.//J Amer Coll Cardiol. 1995, №25, p.717-724.
  113. Montorsi P., De Beraardi F., Muratori M., Cavoletto D., Pepi M. Role of cine-fluoroscopy, transthoracic, and transesophageal echocardiography in patients with suspected prosthetic heart valve thrombosis.// W.Am. J Cardiol 2000.-№85(1).-p.58-64.
  114. Morelli S., De Castro S., Cartoni D., Perrone C., Beni S. Planar determination of the aortic valve area with transesophageal echocardiography with multiplanar probe in patients with aortic stenosis and insufficiency. Comparison with transthoracic Doppler echocardiography. // G. Ital Cardiol

1995.- №25(7).- p,851-857.

115. Morguet A.J., Werner G.S., Andreas S., Kreuzer H. Diagnostic value of transesophageal compared with transthoracic echocardiography in suspected prosthetic valve endocarditis.// Herz.- 1995.- №20(6).-p.390-398.
116. Movsowitz H.D., Levine R.A., Hilgenberg A.D., Isselbacher E.M. Transesophageal echocardiographic description of the mechanisms of aortic regurgitation in acute type A aortic dissection: implications for aortic valve repair. //J. Am. Coll. Cardiol.- 2000.- №36(3)p.884-890.
117. Mugge A. Transesophageal echocardiography (TEE). //Z. Kardiol 2000.- №89.-p.110-118.
118. Muratori M., Berti M., Doria E., Antona C., Alamanni F., Sisillo E., Salvi L., Pepi M. Transesophageal echocardiography as predictor of mitral valve repair.//J. Heart Valve Dis 2001 Jan;10(1):65-71.
118. Nader D. N., Douglas R. B. Anesthesia care for patients undergoing total revascularization procedure without using cardiopulmonary machine. //The Internet J. of Thorac and Cardivasc. Surg. 2000.-. №1.- 58-63.
119. Nakao T., Fujimoto K., Brodman R.F., Oka Y. Evaluation of acute ischemic mitral regurgitation following cardiopulmonary bypass assessed by biplane transesophageal echocardiography. //Hiroshima J Med Sci 1997 Mar;46(1):1-10.
120. Nanda N., Cooper J., Mahan E., Echocardiography assessment of prosthetic valves.// W.Circ. 1991, 84 (suppl. 3), p. 228-233.
121. Nishimura R.A., Housmans P.R., Hatle L.K., Tajik A.I. Assessment of diastolic function of the heart; background and current applications of Doppler echocardiography.//Mayo Clin.Proc.-1989.-Vol. 64.-P.71-82.
122. Nishimura R.A., Tajik A.J. Quantitative hemodynamics by Doppler echocardiography: A noninvasive alternative to cardiac catheterization. //Prog. Cardiovasc. Catheterization. -1994. - Vol. 36. - P. 309-342.
123. Oh J.K., Seward A. F., Transesophageal echocardiography. WThe Echo Manual 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia, Pa: Lippincott-Raven; 1999:3-36.,



124. Ohno M., Cheng C.P., Little W.C. Mechanism of altered filling patterns of left ventricular filling during the development of congestive heart failure. //Circulation.-1994.-Vol.89.-P.2241-2250.
125. Oppizzi M., Lanfranconi M., Leonardi G., Amari B., Visigalli M.M. Clinical usefulness of transesophageal echocardiography in heart surgery complications.// G. Ital Cardiol 1995 Jul;25(7):815-831.
126. Oppizzi M., Zoia E., Franco A., Gerli C., Vendrame G., Guarracino F., Marino G., Paolillo G. Diastolic dysfunction in cardiac surgery intensive care. Study methods, changes and prognosis.// Minerva Anesthesiol 1997 Jan-Feb;63(1-2):29-38.
127. Ozkan M., Ozdemir N., Kaymaz C., Kirma C., Deligonul U. Measurement of aortic valve anatomic regurgitant area using transesophageal echocardiography: implications for the quantitation of aortic regurgitation.//J. Am Soc Echocardiogr.- 2002.- Oct;15(10 Pt 2): 1170-1174.
128. Pearson A. C, Castello R. et al. Safety and utility of transesophageal echocardiography in critically ill patients.//Am. Heart. J. 1990; 119; 1083-1089
129. Persson H., Linder-Klingsell E., Eriksson S., Erhardt L. Heart failure after myocardial infarction: the importance of diastolic dysfunction. A prospective clinical and echocardiographic study.// Eur. Heart J.-1995.- Vol.16.-P. 496-505.
130. Philip C. S., Leonard J. S. Anesthesia for Off-pump Coronary Artery Bypass Surgery.//The Internet J. of Anest. 2000. Vol. 4, №2.- p.55-67.
131. Pieper E.P., Hamer H.P., Sluijs R.A., Ravelli A.C., Tijssen J.G. Usefulness of multiplane transesophageal echocardiography to improve the assessment of severity of mitral regurgitation. //Am J Cardiol 1996 Nov 15;78(10):1132-1139.
132. Poelaert J.I., Trouerbach J., De Buyzere M., Everaert J., Colardyn F.A. Evaluation of transesophageal echocardiography as a diagnostic and therapeutic aid in a critical care setting. //Chest 1995 Mar;107(3):774-779.
133. Porembka D.T. Transesophageal echocardiography. //Crit Care Clin 1996

134. Renee B. A. et al. Comparison of transthoracic and transesophageal color Doppler flow imaging in patients with mechanical prostheses in the mitral valve position.//Am. J. Cardiol. 1989; Vol. 63; 1471-1474 p.
135. Reynolds H.R., Jagen M.A., Tunick P.A., Kronzon I. Sensitivity of transthoracic versus transesophageal echocardiography for the detection of native valve vegetations in the modern era. //J Am Soc Echocardiogr 2003 Jan;16(1):67-70.
136. Romero Cardenas A., Valdez Tiburcio O., Gutierrez Fajardo P., Mondragon S., Espinola Zavaleta N., Rijlaarsdam M., Vargas Barron J. Transthoracic and transesophageal echo Doppler in the detection of mitral prosthesis dysfunction due to insufficiency.// Arch Inst Cardiol Mex 1996Mar-Apr;66(2):116-21.
137. Rubenson D.S., Tucher C.R., London E. et al. Two-dimentional echocardiography analysis of segmental left ventricular wall motion before and after coronary artery bypass surgery// V.Circulation. - 1982.-Vol.66.-P.1025-1033.
138. Sato Y., Kawazoe K., Kamata J., Izumoto H., Kitahara H., Tasai K., Eishi K., Nakai K., Nasu M., Hiramori K. Clinical usefulness of the effective regurgitant orifice area determined by transesophageal echocardiography in patients with eccentric aortic regurgitation. //J Heart Valve Dis 1997 Nov; №6(6):580-586.
139. Schiller N.B. Hemodynamics derived from transesophageal echocardiography (TEE).//W. Cardiol Clin 2000.- Nov;18(4):699-709.
140. Schmidlin D., Schuepbach R., Bernard E., Ecknauer E., Jenni R., Schmid E. R. Indications and impact of postoperative transesophageal echocardiography in cardiac surgical patients.// Crit. Care Med. 2001 Nov; 29(11): 2143-2148 p.
141. Seward J.B., Khandheria B.K., Oh J.K.et al. Transesophageal echocardiography: technique, anatomic correlation, emplementation, and

141. Seward J.B., Khandheria B.K., Oh J.K. et al. Transesophageal echocardiography: technique, anatomic correlation, implementation, and clinical applications // *Ibid.*-1988.-Vol. 63, №7. - P.649-680.
142. Shah P.M., Raney A.A., Duran C.M., Oury J.H. Multiplane transesophageal echocardiography: a roadmap for mitral valve repair. // *J Heart Valve Dis* 1999 Nov; 8(6):625-629.
143. Shanewise J. S., Cheung A. T., Aronson S., et al, ASE\SCA guidelines for performing a comprehensive intraoperative multiplane transesophageal echocardiography examination: recommendation of the American Society of Echocardiography Council for intraoperative echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologist Task Force for certification in perioperative transesophageal echocardiography.// *J. Am. Soc. Echocardiography*. 1999; Vol.137:p. 1092-1097.
144. Shanewise J.S. Performing a complete transesophageal echocardiographic examination.// *W.Anesthesiol Clin North America*.- 2001 Dec;19(4):727-767.
145. Shively B.K. Transesophageal echocardiographic (TEE) evaluation of the aortic valve, left ventricular outflow tract, and pulmonic valve.// *W.Cardiol Clin*.- 2000.- Nov;18(4):711-729.
146. Slama M.A., Novara A., Van de Putte P., Diebold B., Safavian A., Safar M., Ossart M., Fagon J.Y. Diagnostic and therapeutic implications of transesophageal echocardiography in medical ICU patients with unexplained shock, hypoxemia, or suspected endocarditis. // *Intensive Care Med* 1996 Sep;22(9):916-922.
147. Sorescu D., Turk R.J., Cain M., Lerakis S. Clinical and transthoracic echocardiographic predictors of abnormal transesophageal findings in patients with suspected cardiac source of embolism. // *Am J Med Sci.*, 2003 Jul;326(1):31-34.
148. Sportnitz H. M., Malm J. R. Two-dimensional ultrasound and cardiac operation. *W J. Thorac Cardiovasc Surg* 1982, №83, Vol. 43, 456-467 p.
149. Srinivasa K.H., Manjunath C.N., Dhanalakshmi C., Patil C.B., Venkatesh

- H.V. Transesophageal Doppler echocardiographic study of pulmonary venous flow pattern in severe mitral stenosis and the changes following balloon mitral valvuloplasty.// W.Echocardiography.- 2000.-Feb;17(2):151-157.
150. Steven E.G., Fletcher A.M., et al. Reoperation for prosthetic aortic valve obstruction in the era of echocardiography: Trends in diagnostic testing and comparison with surgical findings.// J. Am. Coll. Cardiol. 2001. №37, 579-584
  151. Stillman Ph. C, Soloniuk L. J. Anesthesia for off-pump coronary bypass surgery.// Int. J. of Anesth. Vol. 4, №2, 2000.
  152. Stork T.V., Muller R.M., Piske G.J. et al. Noninvasive measurement of left ventricular filling pressures by means of transmitral pulsed Doppler ultrasound. //Am. J. Cardiol. -1989. -Vol. 64. -P. 655-660.
  153. Sutherland G.R., Stewart M.J., Groundstroem K, et al. A new Technique for the assessment of myocardial function. //J Am Soc Echo. 1994, №7, 441-458 p.
  154. Tahta S.A., Oury J.H., Maxwell J.M., Hiro S.P., Duran CM. Outcome after mitral valve repair for functional ischemic mitral regurgitation. //J. Heart Valve Dis 2002 Jan;l 1(1): 11-8; discussion 18-19.
  155. Tardif J.C., Vannan M.A., Pandian N.G. Biplane and multiplane transesophageal echocardiography: methodology and echo-anatomic correlations. //Am J Card Imaging 1995, Vol № 38, 879-892 p.
  156. Tribouilloy C., Peltier M., Rey J.L., Ruiz V., Lesbre J.P. Use of transesophageal echocardiography to predict significant coronary artery disease in aortic stenosis. //Chest 1998 Mar;113(3):671-675.
  157. Van Camp G., Franken P., Melis P., Cosyns B., Schoors D. Comparison of transthoracic echocardiography with second harmonic imaging with transesophageal echocardiography in the detection of right to left shunts. //Am J Cardiol 2000 Dec 1;86(11): 1284-1287.
  158. Visser C.A., Koolen J.J., Wezel H.B. et al. Transesophageal echocardiography: technique and clinical application.// J. Cardithorac. Anesth. 1988. №2, p.74-91.

159. Vitarelli A., Gheorghiade M. Transthoracic and transesophageal echocardiography in the hemodynamic assessment of patients with congestive heart failure. //Am J Cardiol 2000.- №17.-p.36-40.
160. Weil J., Razek V. Echocardiography before, during, and after interventions. //J Interv Cardiol 2001.- №14(3).p.339-343.
161. Widimsky P., Cornel J.H., Tencate F. L. Evalution of collateral blood flow by myocardial contrastenhanced echocardiography // Br. Heart J. -1988.- Vol.59, 1256-1262 p.
162. William J.S., Douglas P.S., Sagsr K. et al. The task force on echocardiography in emergency medicine of the American Society of Echocardiography and the Echocardiography and Technology and Practice executive Committees of the American College of Cardiology.//W. J of Amer. Coll. Cardiol. - 1999 - Vol. 33, №2., p. 586 - 588.
163. Wong C., Spotnitz H. Systolic and diastolic properties of the human left ventricle during valve replacement for chronic mitral regurgitation. //Am. J. Cardiol. 1981.- №47, p. 40-44.
164. Yalcin F., Thomas J.D., Hota D., Flachskampf F.A. Transesophageal echocardiography: first-line imaging for aortic diseases. //Cleve Clin J Med 2000 Jun;67(6):417-8, 421-8.
165. Yamasaki T., Takeuchi M., Fujitani K., Fukuzaki H. Effects of left ventricular dysfunction on left atrial performance in previous myocardial infarction and during pacing induced myocardial ischemia.//Circ. 1988, №52; p. 1240-1248.
166. Zaroff J.G., Picard M.H. Transesophageal echocardiographic (TEE) evaluation of the mitral and tricuspid valves.W.Cardiol Clin 2000, №18.p. 731-750.