

На правах рукописи

ТРИВОЖЕНКО Александр Борисович

Комплексная модернизация ультразвуковых методов исследования скрытой коронарной недостаточности в первичной диагностике ИБС и оценке эффективности восстановительного лечения

14.01.13 – Лучевая диагностика, лучевая терапия

14.03.11 – Восстановительная медицина, спортивная медицина, курортология и физиотерапия

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Москва - 2011

Работа выполнена в Федеральном Государственном образовательном учреждении дополнительного профессионального образования «Институт повышения квалификации ФМБА России».

Научные консультанты:

Доктор медицинских наук,
профессор
Доктор медицинских наук,
профессор

Абалмасов Владимир Георгиевич

Стручков Петр Владимирович

Официальные оппоненты:

Доктор медицинских наук,
профессор
Доктор медицинских наук,
профессор
Доктор медицинских наук,
профессор

Берестень Наталья Федоровна

Китаев Вячеслав Михайлович

Епифанов Александр Витальевич

Ведущее учреждение – ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И.Пирогова» Минздравсоцразвития России

Защита состоится «_____» _____ 2011 г. в _____ часов на заседании Диссертационного Совета Д 208.120.01 при ФГОУ ДПО ИПК ФМБА России (125371, г. Москва, Волоколамское шоссе, 91).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГОУ ДПО ИПК ФМБА России» (125371, г. Москва, Волоколамское шоссе, 91).

Автореферат разослан «_____» _____ 2011 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
Доктор медицинских наук, профессор

Е.С. Кипарисова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы

Системный атеросклероз с его многочисленными клиническими проявлениями значительно распространился в экономически развитых странах и кардинальным образом изменил структуру заболеваемости их жителей. В новом тысячелетии он не потерял своего лидерства в печальной статистике смертности и стойкой утраты трудоспособности, а наиболее грозной его разновидностью по-прежнему остается ишемическая болезнь сердца (ИБС). В результате, каждый год человечество теряет более 2,5 млн. народонаселения, причем более одной трети этих потерь приходится на лиц социально активного возраста (Оганов Р.Г. и соавт., 2006, Чазов Е.И. и соавт., 2007, Гафаров В.В., 2011).

Высокая социальная значимость этой проблемы объединяет усилия различных специалистов в поиске новых способов эффективной диагностики скрытой коронарной недостаточности (СКН) (Беленков Ю.Н. и соавт., 2007, Агеев Ф.Т. и соавт., 2005, Anagnostopoulos C.D. et. al., 2006). Но при достаточно высоком уровне развития экспертных технологий верификации коронарного атеросклероза и нарушений перфузии сердечной мышцы, по-прежнему наблюдается дефицит разработок менее затратных и более доступных диагностических процедур.

Учитывая то, что электрокардиографические (ЭКГ) методы исследования обладают ограниченной диагностической точностью, основные надежды в создании недорогих способов идентификации скрытой ишемии миокарда возлагаются на диагностический ультразвук (Карпов Р.С. и соавт., 2006, Алехин М.Н. и соавт., 2008, Herzog E. et. al., 2009).

Современный уровень эхолокационных технологий открыл новые возможности для выявления ранних маркеров ИБС и генерировал развитие стресс-эхокардиографии. Многочисленными исследованиями доказана высокая надежность метода не только в первичной диагностике заболевания, но и в стратификации риска неблагоприятных кардиологических событий (Дупляков Д.В. и соавт., 2004, Arruda-Olson A.M. et. al., 2002, Sicari R. et. al., 2008).

Вместе с тем, традиционная стресс-ЭхоКГ, которая создавалась и разрабатывалась в 80-х и 90-х годах прошлого столетия обладает целым рядом недостатков и ограничений во всех трех разделах метода: индукции предполагаемой ишемии миокарда, визуализации перфузионных нарушений, идентификации признаков заболевания. Научно-исследовательские работы последнего десятилетия, в основном, были нацелены на повышение качества распознавания получаемых ультразвуковых эквивалентов СКН. Однако контрастные, трехмерные и ткань - визуализирующие технологии заметно усложнили стресс-ЭхоКГ, при этом не изменили сам диагностический процесс (Corsi C. et. al., 2005; Yang H.S. et. al., 2006; Ingul C.B. et. al., 2007).

По мнению ведущих экспертов, ограниченная визуализация представляется наиболее значимой проблемой метода, так как большинство диагностических ошибок обусловлено невозможностью полноценного изучения сократимости и релаксации сердечной мышцы в условиях плохой видимости (Kamp O., 2006, Bermudez E.A., 2007, Marwick T.H., 2009). Другой немаловажной апорией стресс-ЭхоКГ является ограниченная возможность вазодилатационных или пейсмекерных технологий индуцировать перфузионные нарушения в условиях нераспространенного атеросклероза венечных артерий (Васильев А.Ю., Михеев Н.Н., 2005, Picano E. et. al., 2009).

Таким образом, в настоящее время сформировались предпосылки для комплексной модернизации ультразвуковых методов исследования СКН, которая должна быть нацелена на усовершенствование процесса визуализации и способов индукции предполагаемой ишемии миокарда.

Как известно, инструментальная диагностика сердечно-сосудистых заболеваний характеризуется значительной широтой диапазона - одни технологии используются для уточнения клинического диагноза, другие - для оценки эффективности проводимой терапии (Сидоренко Г.И., 2004; Аронов Д.М., Лупанов В.П., 2007).

Для реабилитации пациентов с ИБС, принципиальное значение имеет определение резервных возможностей системы кровообращения на каждом этапе восстановительного лечения (Разумов А.Н. и соавт., 2004, Епифанов В.А. и соавт., 2006, Бобровницкий И.П. и соавт., 2010).

Однако рутинное изучение ишемических порогов и потенциальной сократимости левого желудочка зачастую базируется на общедоступных электрокардиографических тестах (Аретинский В.Б., 2008, Лямина Н.П. и соавт., 2009). Лишь изредка применяется традиционная стресс-ЭхоКГ, которая, несмотря на многочисленные ограничения, все же позволяет визуально оценить состояние сердечных структур в условиях физической нагрузки и распознать более значимые предикторы неблагоприятных кардиологических событий (Шляхто Е.В. и соавт., 2001, Алехин М.Н. и соавт., 2002, Журавская Н.Т. и соавт., 2005).

Вполне очевидно, что интеграция современных модификаций стресс-ЭхоКГ в процесс восстановительного лечения для наиболее точного определения инотропного и коронарного резервов сердечно-сосудистой системы, представляется не только актуальной, но и социально значимой задачей, а совокупность приведенных аргументов свидетельствует о практической важности повышения эффективности ультразвуковой диагностики скрытых и маломанифестных форм ИБС.

Цель исследования

Повысить эффективность ультразвуковой диагностики ишемической болезни сердца в процессе первичного выявления скрытой коронарной недостаточности и при оценке восстановительного лечения.

Задачи исследования

1. Изучить ультразвуковую семиотику и определить патофизиологические аспекты минимальных проявлений ишемии миокарда, выявляемых при чреспищеводной (ЧП) визуализации.
2. Разработать методику ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с велоэргометрией, оценить ее выполнимость и диагностическую точность.
3. Предложить новый эффективный способ фармакологической профилактики дискомфорта от интубации пищевода, повысить переносимость длительных ЧП исследований.
4. Сконструировать устройство для одновременной ЧП эхокардиографии и электрической стимуляции предсердий с перемещаемыми элементами для минимально дискомфортного, непрерывного ритмовождения в условиях миграции апертуры датчика.
5. Оценить выполнимость и диагностическую точность чреспищеводного ультразвукового исследования, совмещенного с электрической стимуляцией предсердий.
6. Разработать эффективную и безопасную стимуляцию сократительной функции ЛЖ средними дозами добутамина в условиях электрического ритмовождения, оценить диагностическую надежность добутамин-пейсмекерной стресс-ЭхоКГ.
7. Изучить эффективность персантин-пейсмекерного способа индукции предполагаемой ишемии миокарда в ультразвуковой диагностике скрытой коронарной недостаточности.
8. Адаптировать ЧП ультразвуковое исследование, совмещенное с велоэргометрией, для определения инотропного и коронарного резервов, интегрировать данный метод в процесс оценки восстановительного лечения ИБС.
9. В сравнительном аспекте изучить потенциальные возможности системы кровообращения у кардиохирургических пациентов, прошедших всестороннюю программу восстановительной кинетической терапии и аналогичных реконвалесцентов, секвестрировавших физическую реабилитацию.

Научная новизна

Впервые разработан и предложен к использованию адекватно сокращенный, минимально дискомфортный и максимально безопасный протокол ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с велоэргометрией, проводимой в вертикальном положении пациента (патент на изобретение №2372024 от 10.11.2009).

В процессе его разработки синтезирован новый способ подавления эметогенности интубации пищевода за счет использования сетроновых ингибиторов 5-НТЗ рецепторов энтерохромаффинных клеток слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта и *area postrema* дна IV желудочка головного мозга.

Впервые детально изучена ответная реакция системы кровообращения на установку ЧП датчика с количественным расчетом сердечной гиперфункции, определено значение ментального компонента индукции ишемии миокарда для чреспищеводной стресс-ЭхоКГ.

Впервые исследована диагностическая точность ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с велоэргометрией, в первичной диагностике ИБС и оценке резервного потенциала сердечно-сосудистой системы.

Впервые сконструировано устройство для одновременной ЧП ЭхоКГ и электрической стимуляции предсердий с перемещаемыми элементами для непрерывного ритмовождения в условиях миграции апертуры датчика (патент на изобретение 2374939 от 10.12.2009).

Параллельно разработан метод ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с электрической стимуляцией предсердий, и определено его значение в первичной диагностике ИБС.

Впервые исследована ультразвуковая семиотика минимальных проявлений ишемии миокарда, выявляемых при ЧП исследовании, рассчитана индивидуальная и совместная надежность фундаментальных и атипичных маркеров начальной стадии коронарной недостаточности.

Впервые разработана эффективная и безопасная фармакологическая стимуляция сократительной функции ЛЖ средними диагностическими дозами добутамина в условиях электрического ритмовождения (патент на изобретение №2332931 от 10.09.2008).

В процесс оценки эффективности восстановительного лечения пациентов после хирургической реваскуляризации миокарда интегрирован новый ультразвуковой метод изучения инотропного и коронарного резервов сердечно-сосудистой системы.

Практическая значимость

Предложены подробные методические рекомендации по подготовке и проведению чреспищеводных ультразвуковых исследований в условиях велоэргометрии с описанием новой технологии подавления дискомфорта от интубации пищевода.

Представлено устройство многократного применения для одновременной ЧП ЭхоКГ и электрической стимуляции предсердий, предназначенное для непрерывного ритмовождения в условиях миграции апертуры датчика.

Разработано простое инженерное решение по изготовлению данной конструкции в условиях кабинета функциональной диагностики, рекомендации по его асемблированию и последующему демонтажу электродного блока для асептической обработки.

Определены критерии уместности ЧП визуализации в стресс-ЭхоКГ, конкретизированы показания для велоэргометрического или пейсмерного способов индукции предполагаемой ишемии миокарда.

Представлены методические рекомендации по осуществлению трансторакальной добутамин-пейсмеркерной стресс-ЭхоКГ и трансторакальной персантин-пейсмеркерной стресс-ЭхоКГ.

Разработана новая ультразвуковая методика оценки эффективности восстановительного лечения после эндоваскулярного протезирования коронарных артерий и коронарного шунтирования с определением инотропного и коронарного резервов сердечно-сосудистой системы.

Положения, выносимые на защиту диссертации

1. Чреспищеводный доступ в стресс-ЭхоКГ увеличивает диагностическую надежность метода за счет высококачественной визуализации в режиме высокочастотного ультразвука и позволяет идентифицировать минимальные проявления ишемии миокарда в начальной стадии коронарной недостаточности.

2. Чреспищеводное ультразвуковое исследование, совмещенное с велоэргометрией, характеризуется простотой выполнения, высоким уровнем безопасности и умеренным дискомфортом от интубации пищевода за счет использования современных ингибиторов серотониновых рецепторов.

3. Новое устройство для чреспищеводного ультразвукового исследования, совмещенного с электрической стимуляцией предсердий, позволяет непрерывно выполнять ритмовождение в условиях миграции апертуры датчика и характеризуется минимальным стимуляционным дискомфортом.

4. Способ фармакологической стимуляции сократительной функции ЛЖ средними диагностическими дозами добутамина увеличивает точность пейсмеркерной стресс-ЭхоКГ за счет дополнительного роста напряжения миокарда и характеризуется отсутствием осложнений ввиду невысокой скорости поступления препарата.

5. Ультразвуковой метод исследования инотропного и коронарного резервов сердечно-сосудистой системы в процессе чреспищеводной велоэргометрической стресс-ЭхоКГ позволяет детально оценить эффективность восстановительного лечения после хирургической реваскуляризации миокарда.

Внедрение в практику

Разработанные технологии внедрены: в практическую деятельность ФГУЗ Клинической больницы №85 ФМБА России (Москва), ФГУЗ Клинической больницы №81 ФМБА России (Северск), ФГУЗ Клинической больницы №51 ФМБА России (Железногорск), НУЗ «Дорожная клиническая больница на станции Чита-2 ОАО «РЖД», в образовательный процесс ФГОУ ДПО «Институт повышения квалификации ФМБА России» (Москва). Опубликовано учебно-методическое пособие для врачей: «Стресс-эхокардиография с чреспищеводной электрической стимуляцией предсердий». - М., 2008. - 47 с.

Апробации работы

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на: Всероссийской конференции «Актуальные проблемы электрокардиостимуляции» (Томск, 18-20 мая 2003г.); региональной конференции «Актуальные проблемы современной медицинской практики» (Северск, 22 марта 2005г.); III съезде врачей ультразвуковой диагностики Сибири (Барнаул, 5-7 октября 2005г.); Всероссийской конференции ФМБА России «Современные аспекты диагностики сердечно-сосудистых заболеваний» (Москва 15 июня 2007г.); региональной конференции «Актуальные вопросы лучевой, функциональной и лабораторной диагностики» (Северск, 4-5 октября 2007г.); III Международном симпозиуме по эхокардиографии и сосудистому ультразвуку (Тюмень, 21-22 ноября 2007г.); региональной конференции, посвященная 25-летию Томского Кардиологического диспансера (Томск, 4-5 декабря 2008г.); объединенном съезде кардиологов и кардиохирургов Сибирского Федерального округа с международным участием (Томск, 28-30 мая 2009г.); Всероссийской конференции ФМБА России «Актуальные вопросы функциональной диагностики» (Москва 5 октября 2009 г.); V съезде врачей ультразвуковой диагностики Сибирского Федерального округа, (Кемерово, 28-30 октября 2009г.); Международной конференции, посвященной 30-летию Томского НИИ Кардиологии СО РАМН «Современная кардиология. Эра инноваций» (Томск, 24-25 июня 2010г.); III Всероссийской конференции ФМБА России «Актуальные вопросы функциональной диагностики» (Москва, 7-8 октября 2010г.); IV Всероссийской конференции ФМБА России «Актуальные вопросы функциональной диагностики» (Железногорск, 15-16 сентября 2011г.). Работа апробирована 14 июня 2011 года на совместном заседании кафедр лучевой диагностики и маммалогии, клинической физиологии и функциональной диагностики ФГОУ ДПО «Институт повышения квалификации ФМБА России».

Публикации

По теме диссертации опубликовано 48 печатных работ (включая 3 патента на изобретение), в том числе 17 - в издательствах, рекомендованных ВАК РФ.

Объем и структура диссертации

Диссертация состоит из введения и пяти глав описания результатов собственного исследования и их обсуждения, заключения, выводов и практических рекомендаций. Работа изложена на 270 страницах машинописного текста, содержит 28 таблиц, иллюстрирована 39 рисунками. Список литературы включает 300 источников, из них 118 отечественных и 182 иностранных авторов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объект исследования

Для решения поставленных задач было обследовано 304 человека (200 мужчины и 104 женщины) в возрасте от 34 до 74 лет.

Основным критерием включения пациентов была информация о состоянии коронарного русла, основанная на итогах рентгеноконтрастной ангиографии.

В общей когорте находилось 137 (45%) больных ИБС с гемодинамически значимыми (более 50%) стенозами коронарных артерий, а также 167 (55%) условно здоровых добровольцев.

Таким образом, из всех возможных конструкций научно-исследовательских работ, рекомендованных международной декларацией STARD по изучению новых методов диагностики, был выбран ретроспективный кейс - контрольный дизайн (рис. 1).

Предпочтение основывалось на профилактике верификационных искажений чувствительности, специфичности и диагностической точности изучаемых методик, характерных для исследований с завершающей референтной диагностикой ИБС, при выборочном направлении на ангиографию лишь пациентов с бесспорными признаками заболевания.



Рис. 1. Схема обследования пациентов (дизайн научно-исследовательской работы), где ВЭМ – велоэргометрия, ТТ – трансторакальная

В исследование не включались больные нестабильной стенокардией, острым инфарктом миокарда, крупноочаговым или трансмуральным постинфарктным кардиосклерозом. Также не включались пациенты с недостаточностью кровообращения II и более функционального класса по NYHA, при снижении ФВ менее 50%, клинически значимыми нарушениями сердечного ритма и проводимости, артериальной гипертензией III степени (ВОЗ/МОАГ, 1999), гемодинамически значимой дисфункцией клапанов и заболеваниями пищевода, относящимися к противопоказаниям для эндоскопических исследований.

Методы исследования

Для разработки намеченных модификаций ультразвуковой диагностики СКН была создана специализированная рабочая станция, в которую были интегрированы: ультразвуковой аппарат ALOKA 5500 ProSound (Япония), оснащенный фазированным кардиологическим датчиком UST-5286 и ЧП датчиком UST-5283; велоэргометр «AEROBIKE Kenz-cardico 1205» (Япония); 12 - канальный электрокардиограф FUKUDA FX 7402 с дополнительным внешним монитором; универсальный электрокардиостимулятор «ВОСТОК» (Россия); персональный компьютер, адаптированный для регистрации и обработки сигналов от диагностических приборов.

Чреспищеводное ультразвуковое исследование, совмещенное с вертикальной велоэргометрией

На подготовительном этапе рвотный рефлекс угнетался внутривенным введением средних доз (4-8 мг) ондансетрона, а также местным орошением ротоглотки спреем лидокаина.

Алгоритм ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с ВЭМ, включал исходную тонометрию, ЭКГ, стандартную трансторакальную ЭхоКГ с расчетом параметров систолической функции, после чего в вертикальном положении пациента на велоэргометре осуществлялась обычная установка ЧП датчика под контролем ультразвука. Для оценки выраженности симпатoadреналовой реакции в ответ на интубацию пищевода измерялось АД, регистрировалась ЭКГ, рассчитывалось двойное произведение (ДП).

Нагрузочный этап пробы в виде ступенчато возрастающего теста на велоэргометре подбирался таким образом, чтобы его длительность не превышала 9 мин, а количество ступеней не превосходило трех. Пробная нагрузка для мужчин моложе 59 лет составляла 50 Вт с последующим увеличением каждые 3 мин на 50 Вт. У всех обследуемых женщин, а также у мужчин старше 59 лет нагрузка инициировалась с 30 Вт и возрастала аналогично.

Основным критерием положительного результата признавалось появление ультразвуковых маркеров ишемической дисфункции сердеч-

ной мышцы - классической гипокинезии или постсистолических утолщений миокарда.

Типичные для коронарной недостаточности изменения на ЭКГ, клинические эквиваленты стенокардии, а также нарушения соотношений диастолических пиков тканевого доплеровского спектра фиброзного кольца митрального клапана рассматривались в качестве дополнительных критериев положительного результата пробы.

На каждой ступени нагрузки регистрировалась ЧСС, АД и ДП. В трансагстральной позиции измерялись конечно-систолический и конечно-диастолический объемы ЛЖ (КСО и КДО), вычислялась фракция выброса (ФВ) по стандартной методике.

Чреспищеводное ультразвуковое исследование, совмещенное с электрической стимуляцией предсердий

Для осуществления ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с электрической стимуляцией предсердий, было сконструировано устройство, состоящее из стандартного ЧП датчика и биполярного электрода (рис. 2).

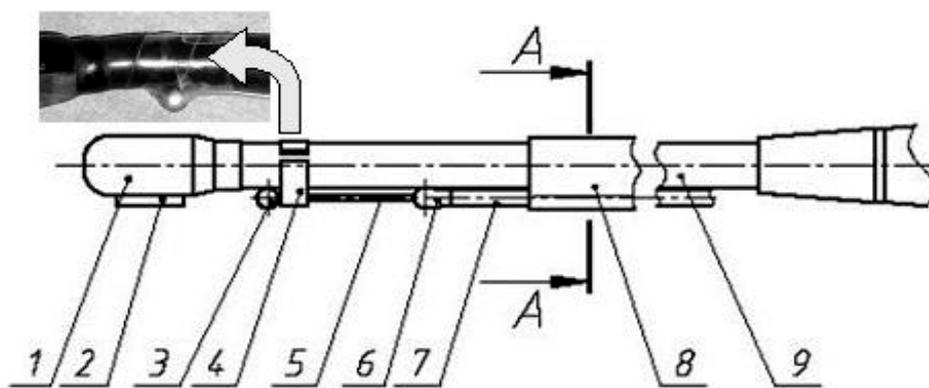


Рис. 2. Устройство для ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с электрической стимуляцией предсердий, где 1,2 - рабочая часть датчика; 3 - фиксируемый контакт электродного узла; 4,8 - стопорные кольца; 5 - изолированный проводник электродного устройства; 6 - перемещаемый контакт; 7 - проводник перемещаемого элемента; 9 - вводимый в пищевод проводник датчика.

Дистальный элемент электрода неподвижно фиксировался к проводнику датчика на расстоянии 1-1,5 см от его апертуры, а проксимальный - коаксиально перемещался вдоль эндоскопа.

В качестве компонента фиксации использовался бандаж из стерильной хирургической самоклеящейся пленки, который сглаживал выступающую часть дистального полюса и способствовал беспрепятственному скольжению конструкции в верхних отделах желудочно-кишечного тракта.

Подготовительный этап дополнялся внутривенным введением 1 мл атропина для преодоления функциональных блокад АВ соединения, снижения «порога стимуляции» и угнетения перистальтики пищевода. Стандартная установка ЧП датчика и все последующие манипуляции производились в положении пациента лежа на правом боку, что способствовало более высокому качеству визуализации.

После предварительного ультразвукового осмотра, выполнялась индукция предполагаемой ишемии миокарда. Применительно к лицам относительно молодого возраста (до 60 лет), был предусмотрен протокол с двумя степенями ритмовождения - 140 и 160 в мин, продолжительностью каждой ступени по 3-4 мин. У пациентов старшей возрастной группы величина первой ступени составляла 100 в мин, с последующим увеличением ЧСС до 120 и 140 в мин.

Подвижность проксимального элемента электродного узла позволяла осуществлять ЧП ЭхоКГ с непрерывной электрической стимуляцией предсердий из различных позиций. Для исследований из пищевода, расстояние между полюсами уменьшалось до 20-30 мм. Миграция датчика в кардиальный отдел желудка сопровождалась увеличением этой дистанции до 50-60 мм. Перемещения ограничивались минимальной траекторией, достаточной для обзора ЛЖ и митрального клапана.

Трансторакальная эхокардиография в условиях добутамин-пейсмекерной индукции ишемии миокарда

После проведения стандартной ЭхоКГ и последующей транснозальной инсталляции биполярного электрода выполнялась обычная стресс-ЭхоКГ с ЧПЭС. Если в процессе пейсмекерного ритмовождения признаки СКН не появлялись, то проба приостанавливалась и осуществлялась фармакологическая стимуляция сократительной функции миокарда для повышения его напряжения и эквивалентного увеличения потребности в коронарном кислороде.

Добутамин вводился внутривенно при помощи шприцевой помпы, с начальной скоростью инфузии 10 мкг/кг/мин. Каждые 3 мин титр препарата увеличивался на 5 мкг/кг/мин до 20 мкг/кг/мин.

Далее, на фоне продолжающегося поступления добутамина, повторно выполнялась электрическая стимуляция предсердий с частотой 120-140-160 в мин по 3 мин ритмовождения на каждой ступени. Критерием положительного результата пробы служили ультразвуковые признаки ишемии миокарда.

Трансторакальная эхокардиография в условиях персантин-пейсмекерной индукции ишемии миокарда

Ультразвуковое исследование сердца с персантин-пейсмекерной индукцией предполагаемой ишемии миокарда инициировалась с внутривенного дробного введения 0,84 мг/кг инъекционной формы дипиридамола - персантина в стандартном разведении. Если через 3-4 минуты

после инфузии полной дозы вазодилататора признаки СКН не появлялись, то потребность миокарда в кислороде увеличивалась уже за счет дополнительной электрической стимуляции предсердий.

Первоначальная частота ритмовождения составляла 120 в мин, далее каждые 3 минуты она увеличивалась на 20 ударов в мин до появления диагностически значимых ультразвуковых признаков ИБС.

Референтные методы верификации ИБС

Рентгеноконтрастная коронарная ангиография выполнялась из феморального доступа по стандартной методике М. Judkins на ангиографическом комплексе Coroskop Plus (Siemens, Германия). Ангиометрия проводилась с помощью интегрированной компьютерной системы количественного автоматического анализа коронарных артерий, а при необходимости выполнялась ручная корректировка.

Все сцинтиграфические исследования проводились на гамма камере «Омега-500» («Technicare» США-Германия). Регистрация изображений и обработка полученных сцинтиграмм проводилась при помощи пакета прикладных программ «Scinti» (НПО «Гелмос», Россия).

Физическая реабилитация кардиохирургических пациентов

Для оценки эффективности восстановительного лечения кардиохирургических реконвалесцентов, были выбраны 35 человек (32 мужчин и 3 женщины) в возрасте от 39 до 65 лет. Эндovasкулярное протезирование коронарных артерий было выполнено 22 пациентам, коронарное шунтирование - 13, после выписки из стационара 27 человек были переведены в специализированный кардиологический санаторий, оставшиеся 8 человек от реабилитации отказались. Из 27 пациентов, 12 человек прошли полный цикл физической реабилитации, включающий утреннюю гигиеническую гимнастику, лечебную физическую культуру (ЛФК), терренкур и дозированные подъемы по ступенькам лестницы, 15 человек согласились посещать лишь утреннюю гигиеническую гимнастику и ЛФК, а от занятий по терренкуру отказались по различным причинам (медицинских противопоказаний зарегистрировано не было).

Утренняя гигиеническая гимнастика осуществлялась до завтрака, количество повторений каждого упражнения не превосходило 4-5 раз, длительность процедуры была в пределах от 10 до 20 минут.

Методика дозированной ходьбы включала начальный этап (7 дней), в процессе которого скорость передвижения составляла 60 шагов в мин в течение 30 мин, а пройденное расстояние не превышало 1-2 км. В дальнейшем темп ходьбы увеличивался и к концу лечения составил 80-90 шагов в мин, а пройденное расстояние возрастало до 5-6 км.

Кроме этого ежедневно осуществлялись кратковременные подъемы по ступенькам лестницы в медленном темпе, с периодами отдыха после 2-3 лестничных пролетов и общей продолжительности степ - нагузки не более 10 минут.

Новый метод оценки эффективности восстановительного лечения после хирургической реваскуляризации миокарда

Определение коронарного резерва (предельной возможности коронарного русла обеспечивать нагрузочную потребность миокарда в оксигенации) осуществлялось в процессе ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с ВЭМ, по степени процентного увеличения двойного произведения (ДДП) на пике физической нагрузки:

$$\underline{\Delta\text{ДП}} = (\text{ДП на пике ВЭМ} - \text{ДП в покое}) / \text{ДП в покое} \times 100\%$$

Двойное произведение на пике пробы регистрировалось при появлении начальных ультразвуковых признаков ишемии миокарда, а его максимальный уровень определял предел вазомоторной и коллатеральной компенсации коронарных стенозов у больных ИБС.

В качестве параметра, наиболее точно характеризующего инотропный резерв (предельную сократимость миокарда при обеспечении нагрузочной потребности организма в оксигенации), рассматривалась степень максимального увеличения ФВ (ДФВ) на пике пробы:

$$\underline{\Delta\text{ДФВ}} = (\text{ФВ на пике ВЭМ} - \text{ФВ в покое}) / \text{ФВ в покое} \times 100\%.$$

Методы статистической обработки результатов исследования

Статистическая обработка результатов исследования выполнялась с применением пакетов компьютерных программ MedCalc и STATISTICA.

Структурная группировка пациентов осуществлялась по атрибутивным признакам. Данные представлялись с указанием генеральных средних и двойных стандартных отклонений ($M \pm 2SD$).

Проверка гипотезы о различии двух независимых выборок (при условии равенства дисперсий и симметричного распределения переменных) осуществлялась с использованием дисперсионного анализа. Из непараметрических методов определения различий применялся U - критерий Манна-Уитни.

Показатели диагностической надежности того или иного метода диагностики ИБС вычислялись в процессе ROC - анализа. Площадь под кривой (AUC) соответствовала диагностической точности теста, чем ближе значение AUC оказывалась к 1, тем надежнее признавался тот или иной критерий диагностики ИБС.

Чувствительность, специфичность, положительное предсказательное значение (ППЗ) и отрицательное предсказательное значение (ОПЗ) рассчитывались по стандартным формулам и представлялись с 95% доверительными интервалами.

Взаимосвязь качественных признаков анализировалась в таблицах их сопряженности с использованием критерия χ^2 . Степень межэкспертного соглашения определялась при помощи карра – статистики.

Для оценки взаимосвязи количественных показателей использовался корреляционный анализ (ранговая корреляция Спирмена).

В каждом случае рассчитывался уровень статистической значимости (p), «нулевые гипотезы» отвергались при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

1. Ультразвуковая семиотика минимальных проявлений ишемии миокарда, выявляемой при чреспищеводном исследовании

Высококачественная ЧП визуализация в режиме высокочастотного ультразвука на этапе вращения педалей велоэргометра позволяла идентифицировать минимальные проявления ишемии миокарда у всех 92 человек, которым удалось выполнить пробу.

Сразу после установки ЧП датчика и на ранней стадии ВЭМ зачастую появлялись мелковолновые систолодиастолические осцилляции эндокарда и субэндокардиального миокарда (рис. 3).

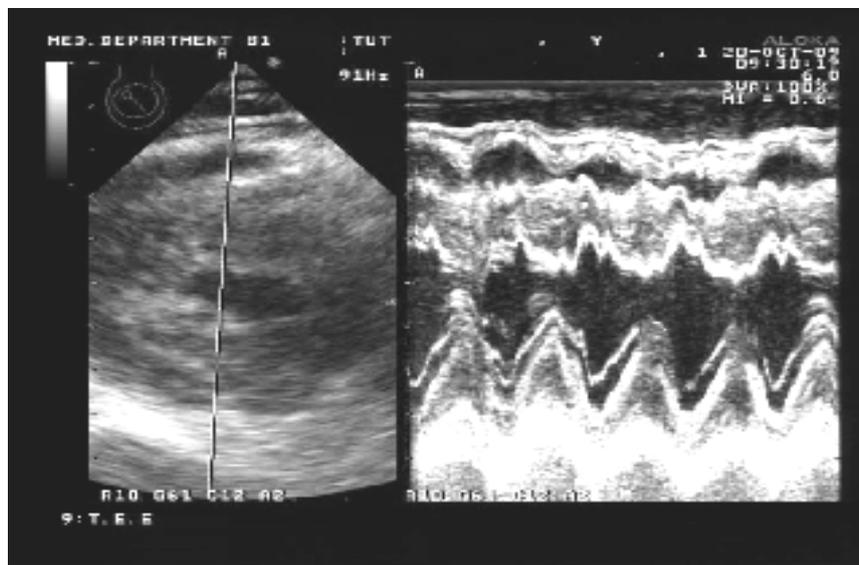


Рис. 3. Мелковолновые осцилляции эндокарда и субэндокардиального миокарда в нижних сегментах ЛЖ (верхняя часть изображения)

Данная особенность движения была зарегистрирована в 68 (74%) эпизодах, наблюдалась у 28 (57%) условно здоровых добровольцев и у 40 (93%) пациентов с верифицированными стенозами коронарных артерий. В процессе дальнейшей индукции ишемии миокарда у 18 пациентов развивалось локальное снижение систолической экскурсии и деформации миокарда, то есть появлялась гипокинезия. В 25 наблюдениях мелковолновые колебания эндокарда и субэндокардиального миокарда преобразовались в высокоамплитудные постсистолические утолщения (рис. 4 и 5).

Параметр «гипокинезия» имел значение AUC на уровне 0,69 (95%ДИ 0,58-0,78), его чувствительность составила 54%, а специфичность – 96%. Критерий «ПСУ» обладал AUC = 0,75 (95% ДИ 0,65-0,84), его чувствительность составила 40%, а специфичность – 98%.

Диагностическая точность объединенного критерия положительного результата ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с ВЭМ, (AUC) была равной 0,93 (95% ДИ 0,86-0,97), чувствительность составила 93% при 94% специфичности.

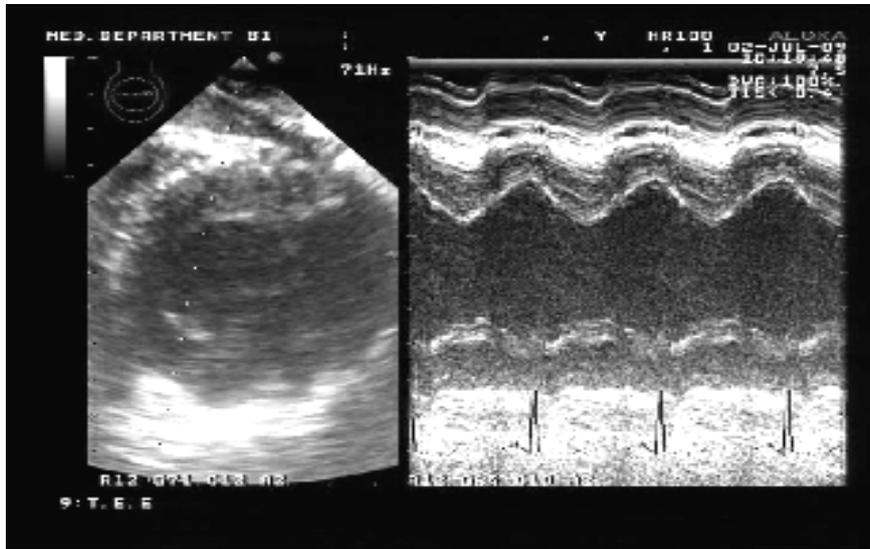


Рис. 4. Гипокинезия переднесептального сегмента (нижняя часть изображения) у пациента со стенозом передней нисходящей артерии.

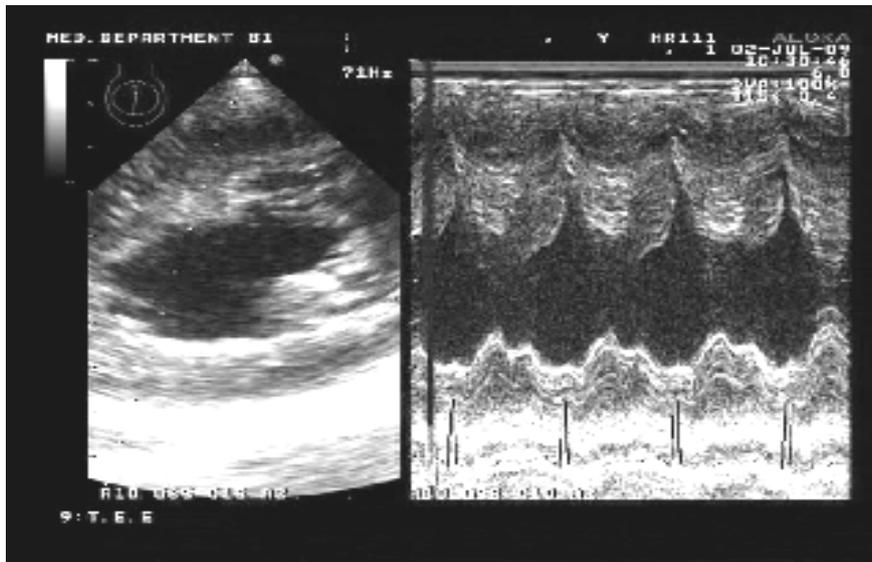


Рис. 5. Постсистолические утолщения миокарда в передних сегментах ЛЖ (нижняя часть изображения) у пациента со стенозом передней нисходящей артерии.

При анализе сопряженности признаков в таблицах 2×2 и расчете точного критерия Фишера, не было выявлено взаимосвязи между разновидностью НЛС и количеством пораженных артерий, что указывало на одинаковую возможность появления гипокинезии и ПСУ независимо от распространенности коронарного атеросклероза.

Во второй группе пациентов, состоящей из 62 человек, которым удалось выполнить ЧП ультразвуковое исследование, совмещенное с электрической стимуляцией предсердий, также были зарегистрированы мелковолновые осцилляции эндокарда и субэндокардиального миокарда. Однако, в отличие от тестирований с физической нагрузкой, данная особенность движения сердечной мышцы проявлялась значительно реже и присутствовала лишь у 32 (52%) обследуемых лиц.

При дальнейшем наращивании ЧСС за счет электрической стимуляции предсердий, мелковолновые осцилляции эндокарда и субэндокардиального миокарда трансформировались в гипокинезию у 23 (37%) пациентов, в постсистолические утолщения миокарда - у 9 (14%) добровольцев.

При анализе диагностической точности гипокинезии и ПСУ для пейсмекерного способа индукции предполагаемой ишемии миокарда было обнаружено, что гипокинезия обладала AUC = 0,80 (95% ДИ 0,67-0,89), 66% чувствительностью и 93% специфичностью. Постсистолические утолщения продемонстрировали AUC = 0,60 (95% ДИ 0,48-0,73), 25% чувствительность и 97% специфичность.

Очевидно, что для ЧПЭС более типичным было снижение систолической экскурсии и деформации сердечной мышцы. Тем не менее, точность отдельно взятой гипокинезии статистически достоверно ($p < 0,01$) уступала совокупному признаку, AUC которого оказалась на уровне 0,9 (95% ДИ 81-96), чувствительность – 90%, а специфичность – 90%.

Таким образом, проведенное исследование подтвердило гипотезу о том, что чреспищеводная эхокардиография является наиболее точным методом изучения морфофункционального состояния миокарда, а уникальная возможность регистрации незначительных патологических изменений в работе органа, приравнивает данную технологию к исследованиям на открытом сердце.

Общеизвестно, что гипокинезия и акинезия являются достоверными ультразвуковыми маркерами коронарной недостаточности. Однако некоторые исследования указывают на возможность присутствия альтернативных форм ишемической дисфункции. Так экспериментальными работами было продемонстрировано, что перевязка венечной артерии может вызвать постсистолические утолщения миокарда.

Необходимо подчеркнуть, что данному ультразвуковому симптому свойственны четкие критерии, позволяющие отличать его от медикаментозных, перегрузочных, блокадных или преэкситационных (обусловленных WPW) кинетических альтернатив. Во-первых, ПСУ имеют достаточно высокую амплитуду, сопоставимую с основной систолической волной и создают впечатление «двухфазной систолы». Во-вторых, они характеризуются строгими временными рамками: происходят сразу после закрытия аортального клапана и достигают своего пика при открытии митрального, то есть, ограничены фазой изоволюмического расслабления.

Особенности движения миокарда, характерные для блокад ножек пучка Гиса, представляют собой высокоамплитудные остропиковые пре-систолические осцилляции и постсистолические смещения, сочетающиеся с конечно-систолической дискинезией. Они могут быть зарегистрированы лишь в межжелудочковой перегородке, не распространяются на передние, боковые или нижние сегменты ЛЖ, а при тщательном рассмотрении существенно отличаются от «коронарных» ПСУ (рис. 6).

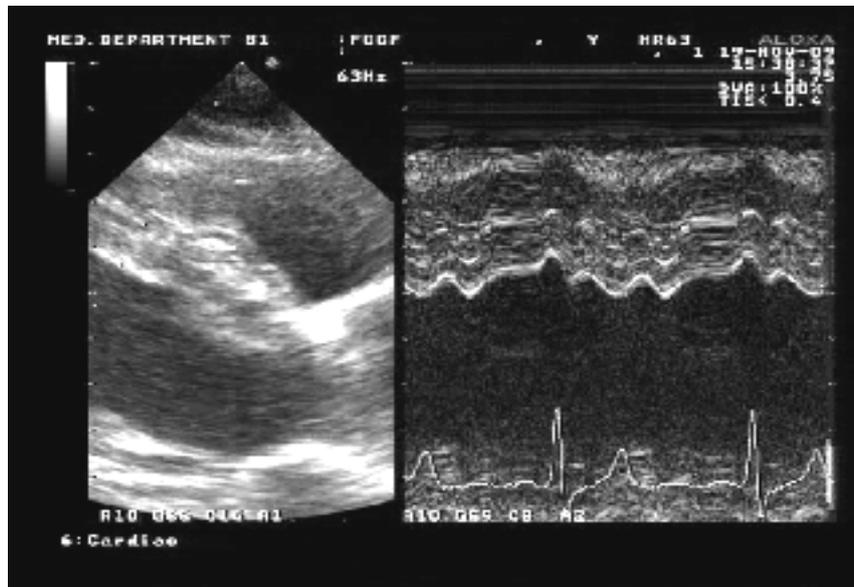


Рис. 6. Специфическая для нарушения внутрижелудочковой проводимости особенность движения МЖП

По мнению современных патофизиологов, механизм развития ишемических ПСУ заключается во взаимодействии соседних сегментов миокарда (нормального и гипоперфузируемого). Дополнительное пассивное смещение ишемизированного участка происходит по причине конечно-систолической неоднородности, которая обусловлена межсегментарными различиями в силе и продолжительности напряжения. Результатом энергетического дефицита в данном случае является не столько снижение амплитуды основного систолического смещения миокарда, сколько сокращение его продолжительности, а дополнительная экскурсия ишемизированного сегмента, не утратившего своей эластичности, происходит по причине «привязки» к систоле нормально кровоснабжаемого сегмента.

Данный феномен полноправно является ранним маркером ишемии, который наряду с классическими нарушениями локальной сократимости нередко фигурирует у пациентов с гемодинамически значимыми стенозами коронарных артерий. Однако при трансторакальном исследовании с невысоким качеством М-модальных изображений, ПСУ не всегда различимы, особенно в задних, наиболее удаленных сегментах ЛЖ.

Исследование показало, что совместная надежность фундаментальных и альтернативных ультразвуковых маркеров СКН оказалась до-

статочной, что указывает на целесообразность их учета при проведении ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с ВЭМ или электрической стимуляцией предсердий.

Рассматривая патофизиологические аспекты мелковолновых осцилляций в начальной стадии индукции ишемии миокарда, можно предположить, что их появление было обусловлено внезапно и быстро нарастающим напряжением ЛЖ. В данных условиях, создавались предпосылки для субэндокардиальной ишемии сердечной мышцы, даже при ее нормальном кровоснабжении. Эта гипотеза подтвердилась присутствием высокочастотных колебаний миофибрилл, как у больных, так и у здоровых пациентов. Причем среди обследуемых лиц с ангиографически неизменными коронарными артериями наблюдаемые осцилляции преобразовывались в нормальные сокращения при дальнейшем увеличении нагрузки на миокард. Таким образом, данная особенность движения является недостоверным признаком ишемии миокарда, а ее появление не должно рассматриваться в качестве критерия прекращения пробы.

2. Диагностическое значение чреспищеводного ультразвукового исследования, совмещенного с велоэргометрией

Среди 94 пациентов первой группы, выбранных для изучения ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с ВЭМ, полностью осуществить диагностическую процедуру удалось у 92 человек. В одном случае условно здоровый мужчина отказался от продолжения исследования по причине дискомфорта от интубации пищевода, в другом эпизоде у женщины 52 лет с ангиографически неизменными коронарными артериями в ответ на установку датчика произошел кратковременный (менее одной минуты) арест синусового узла. Проба была прекращена, датчик извлечен, после чего синусовый ритм восстановился спонтанно.

Данное наблюдение было отнесено к «малым» осложнениям интубации пищевода. Учитывая отсутствие атеросклеротических изменений коронарных артерий, ишемия миокарда, предположительно, развилась в результате кратковременного ангиоспазма.

Таким образом, выполнимость пробы оказалась равной 98%.

Оставшиеся 92 пациента, которым удалось довести исследование до получения диагностически значимых результатов, были разделены на 4 подгруппы в зависимости от пола, возраста, присутствия ИБС и способа дозирования физической нагрузки.

В первую подгруппу вошли 38 условно здоровых мужчин в возрасте до 59 лет, во вторую - 24 мужчины аналогичного возраста с установленным диагнозом ИБС. В третьей подгруппе находились 11 условно здоровых женщин, а в четвертой - 19 пациентов старше 59 лет с верифицированным заболеванием. Для пациентов III и IV подгрупп была преду-

смотрена ВЭМ меньшей мощности, с начальным уровнем нагрузки 30 Вт.

В ответ на установку ЧП датчика, в результате естественной психологической реакции на необычную медицинскую манипуляцию, у всех обследуемых лиц наблюдалась закономерная симпатoadренальная сердечная гиперфункция: ЧСС, в среднем, увеличились на 26%, САД – на 19%, а ДП – на 40% от исходных значений (рис.7).

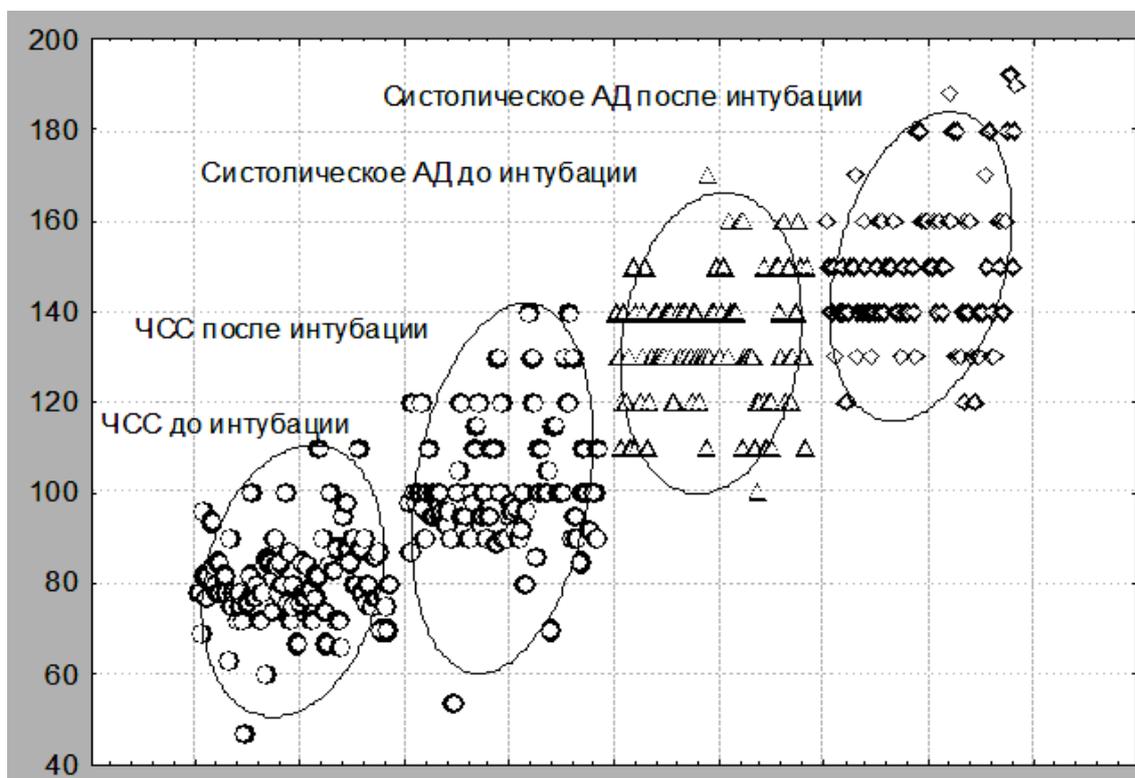


Рис. 7. Увеличение ЧСС и систолического АД в ответ на установку ЧП датчика (эллипсами выделены 95% центральные ранжирования переменных)

При анализе дискомфорта от ЧП ультразвуковых исследований, совмещенных с ВЭМ, было обнаружено что, новый способ медикаментозной профилактики рвотного рефлекса оказался настолько эффективным, что многие пациенты почти не ощущали присутствие датчика. В среднем же, интенсивность неприятных ощущений по десятибалльной визуально - аналоговой шкале составила 4 ± 2 ед.

Среди 38 условно здоровых пациентов первой подгруппы результаты исследования оказались истинноотрицательными у всех обследуемых лиц. Во второй подгруппе мужчин моложе 59 лет, состоящей из 24 человек с ИБС, диагностически значимые нарушения локальной сократимости ЛЖ были выявлены у 21 из 24 человек. В трех случаях итоги пробы были ложноотрицательным.

В третьей подгруппе условно здоровых женщин, НЛС появились в трех эпизодах, данные наблюдения были отнесены к числу ложноположительных исходов стресс-ЭхоКГ.

Четвертая подгруппа добровольцев, включавшая 7 женщин и 12 мужчин старше 59 лет, оказалась наиболее показательной с точки зрения проявлений ИБС. У всех пациентов данной подгруппы были обнаружены нарушения локальной систолической функции миокарда, которые в 15 наблюдениях распространялись более чем на два сегмента ЛЖ, причем в 3 эпизодах были вовлечены регионы, кровоснабжаемые различными артериями.

Осложнений пробы зарегистрировано не было, лишь изредка присутствовала редкая предсердная или желудочковая экстрасистолия.

Расчет показателей диагностической надежности ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с ВЭМ, по основному критерию положительного результата продемонстрировал 93% чувствительность при 94% специфичности.

Для оценки альтернативных критериев были сопоставлены ROC-кривые НЛС, диастолической дисфункции, ишемических изменений на ЭКГ и клинических проявлений заболевания (рис. 8).

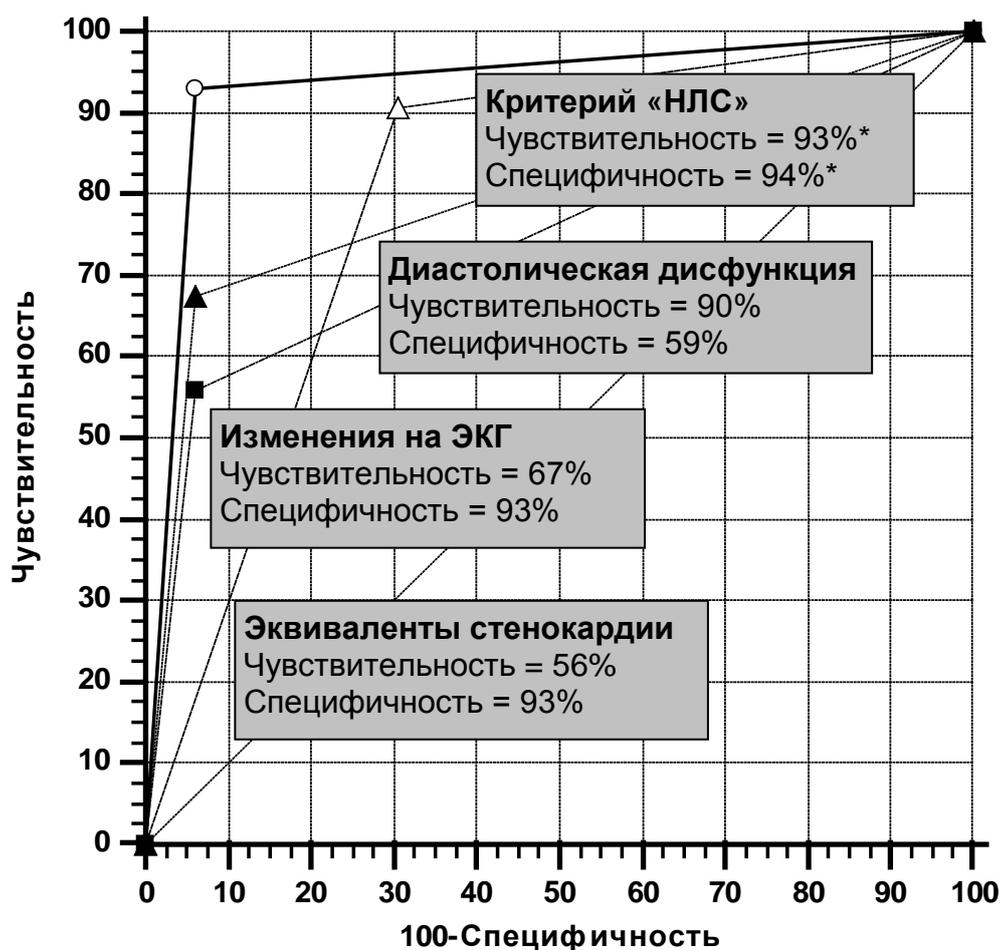


Рис. 8. ROC-анализ критериев положительного результата ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с ВЭМ (* - $p < 0,001$)

Максимальной диагностической точностью обладал критерий НЛС, его AUC составила 0,93 (95% ДИ 0,86-0,97).

Менее значимой выглядела диастолическая дисфункция ЛЖ на пике ВЭМ, ее AUC была зарегистрирована на уровне 0,8 (95% ДИ 0,7-0,87).

Сопоставимым с нарушением общей релаксации ЛЖ, оказался критерий ишемических изменений на ЭКГ, который обладал меньшей чувствительностью, но большей специфичностью. Его AUC также была равной 0,8 (95% ДИ 0,71-0,88). Минимальную надежность продемонстрировали клинические проявления ИБС в виде жалоб на боли за грудиной или в прекардиальной области, AUC эквивалентов стенокардии составила 0,75 (95% ДИ 0,65-0,83).

Исследование взаимосвязи между регионами с НЛС, появившимися в процессе исследования и участками с референтно верифицированной ишемией миокарда, продемонстрировало высокий уровень сопряженности признаков ($\chi^2=204$, $p<0,0001$) и межэкспертного соглашения между стресс - оператором и специалистом, выполнявшим рентгеноконтрастную КАГ (средневзвешанная карра = 0,77).

Абсолютного соответствия не наблюдалось лишь у пациентов с многососудистыми поражениями венечного русла по причине невысокой вероятности присутствия одинаковых стенозов в различных артериях и в равной мере развитого коллатерального кровообращения в перфузируемых этими артериями регионах (таб.1).

Таблица 1.

Сопряженность участков с НЛС (ЧП стресс-ЭхоКГ с ВЭМ) и стенозированных артерий (коронароангиография), где 0 – отсутствие нарушений перфузии, ОА – огибающая артерия (латеральные сегменты), ПНА – передняя нисходящая артерия (передние, перднесептальные и апикальные сегменты), Пр – правая артерия (нижние и нижнесептальные сегменты)

ЧП стресс- ЭхоКГ с ВЭМ	Верификация (коронароангиография)								Итог
	0	ОА	ПНА	ПНА+ОА	Пр	Пр+ОА	Пр+ПНА	Пр+ПНА + ОА	
0	46	0	3	0	0	0	0	0	49 (53,3%)
ОА	0	0	0	0	0	1	0	0	1 (1,1%)
ПНА	2	0	16	1	0	0	0	1	20 (21,7%)
ПНА + ОА	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (0%)
Пр	0	0	0	0	7	0	8	0	15 (16,3%)
Пр + ОА	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (0%)
Пр + ПНА	1	0	0	0	1	1	4	0	7 (7,6%)
Пр + ПНА + ОА	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (0%)
Итог	49 (53,3%)	0 (0%)	19 (20,7%)	1 (1,1%)	8 (8,7%)	2 (2,2%)	12 (13,0%)	1 (1,1%)	92

При количественной оценке ишемии миокарда было обнаружено, что, нарушения локальной сократимости захватывали один сегмент ЛЖ в восьми (18%) наблюдениях, два сегмента - в 24 (56%), три - в восьми (18%), а четыре - в трех (8%) эпизодах. Индексы нарушения локальной сократимости регистрировались в диапазоне от 1,06 до 1,37.

Вполне закономерно определялась ранговая корреляционная взаимосвязь между ИНЛС и количеством сегментов с нарушенной систолической функцией (и. Спирмена = 0,92, $p < 0,0001$). Кроме этого, присутствовала невысокая корреляция между ИНЛС и количеством стенозированных артерий (и. Спирмена = 0,38, $p = 0,02$). Вместе с тем, наблюдалась и взаимосвязь между ИНЛС и уровнем двойного произведения (ДП) на пике пробы (и. Спирмена = 0,62, $p < 0,0001$), что указывало на более выраженную и распространенную ишемическую дисфункцию у пациентов с невысоким уровнем коронарного резерва (рис. 9).

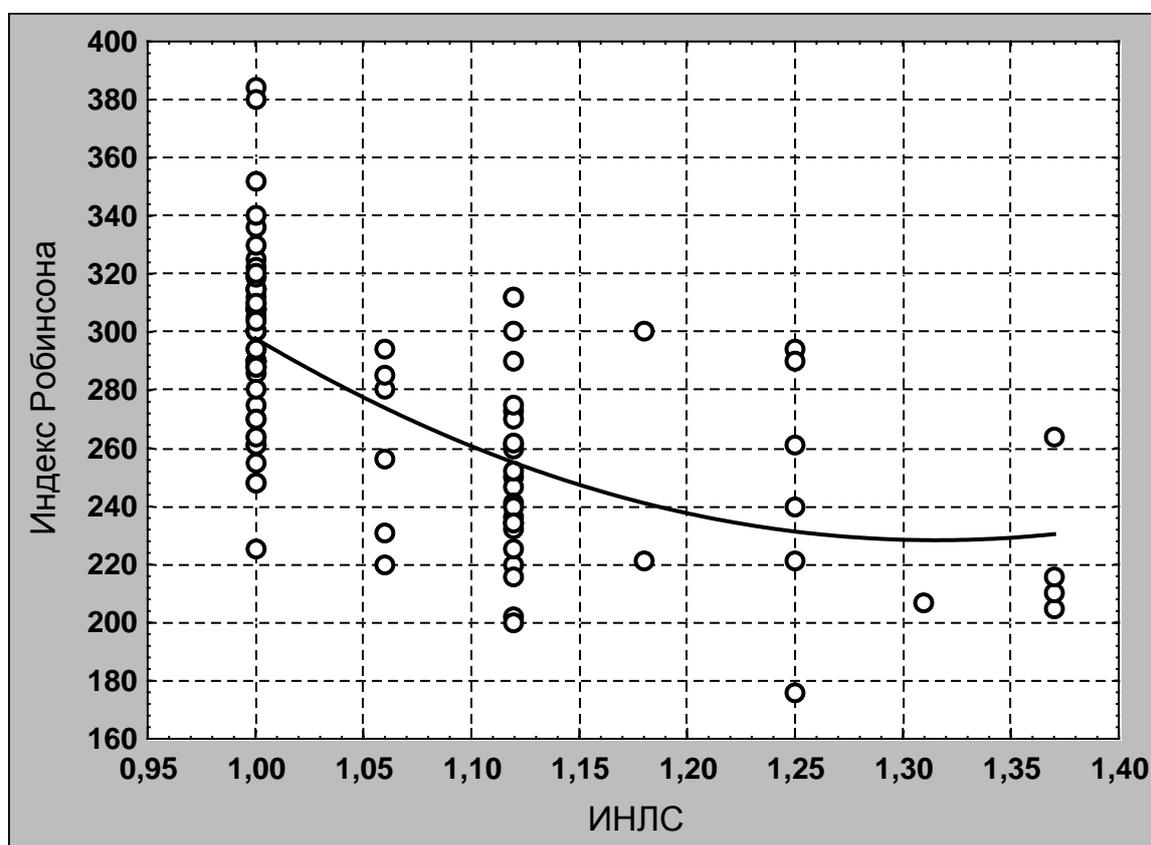


Рис. 9. Ранговая корреляционная взаимосвязь между ИНЛС и ДП (индекс Робинсона) на пике ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с ВЭМ

Таким образом, ЧП ультразвуковое исследование, совмещенное с ВЭМ, оказалась выполнимым и безопасным методом диагностики ИБС. Приоритет нагрузочного способа индукции предполагаемой ишемии миокарда был обусловлен его физиологичностью, пропорциональным увеличением числа и силы сердечных сокращений и отсутствием необходимости введения высоких доз адреностимулирующих препаратов.

Как известно, при осуществлении трансторакальной стресс-ЭхоКГ с ВЭМ, вертикальная позиция пациента практически исключает возможность анализа систолической функции миокарда на этапах вращения педалей велоэргометра. Трансформация «акустических окон», напряжение скелетной мускулатуры и гипервентиляция легких в подавляющем большинстве случаев не позволяет выполнить исследования из парастернальных позиций, которые зачастую определяют постановку диагноза. В процессе физической нагрузки оператор вынужден ориентироваться исключительно на изменения конечной части желудочкового комплекса на ЭКГ, пропуская начальный момент возникновения ишемии. Полноценное ультразвуковое исследование представляется возможным лишь в конце пробы, после изменения положения обследуемого. Таким образом, нагрузочный этап стресс-ЭхоКГ оказывается исключенным из ультразвукового анализа. По последним данным E. Picano et al. (мета-анализ 55 научных работ, 2009), чувствительность трансторакальной нагрузочной стресс-ЭхоКГ с ВЭМ не превышает 85%, а специфичность - 87%.

Чувствительность ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с ВЭМ, оказалась равной 93% при 94% специфичности, а наиболее значимым ограничением эндоскопии закономерно оказался дискомфорт, вызванный интубацией пищевода.

Данное обстоятельство потребовало создания эффективного механизма подавления эметогенности интубации пищевода. Выяснив, что традиционно используемый метоклопромид (церукал) малопродуктивен и лишь частично подавляет тошноту, было принято решение прибегнуть к серотониновым антагонистам 5-НТ3-рецепторов энтерохромаффинных клеток. Благодаря использованию новой методики, уровень неприятных ощущений от нахождения ЧП датчика оказался очень невысоким (аналогичным тривиальной фиброгастроскопии).

Исследование продемонстрировало, что процедура введения эндоскопа в пищевод пациента может рассматриваться в качестве первоначального стрессового агента индукции ишемии миокарда.

За счет закономерной симпатoadреналовой реакции в ответ на интубацию пищевода, сопровождаемой увеличением ЧСС и АД, нагрузочная часть тестирования оказалась очень короткой и выполнимой даже при умеренной дисфункции опорно-двигательного аппарата. У пациентов с незначительной перемежающейся хромотой или слабо выраженными суставными заболеваниями, вращение педалей с низким нагрузочным сопротивлением не вызывало особых препятствий. Таким образом, эмоциональный стрессовый фактор оказался очень важным и неотъемлемым компонентом метода, удачно вписываясь в его концепцию.

Кратковременная физическая нагрузка, чаще всего, выступала лишь в качестве дополнительного стрессового фактора, использовалась

минимально и лишь увеличивала сердечную функцию до получения диагностически значимых результатов.

Необходимо подчеркнуть, что предлагаемая методика, имела мало общего со стандартными многоступенчатыми и длительными протоколами ВЭМ. В проведенном исследовании, умеренная физическая нагрузка ни в одно случае не вызвала переутомления или тяжелой коронарной недостаточности, а сама проба характеризовалась непродолжительным восстановительным периодом. При правильном выборе сопротивления на педалях велоэргометра, субмаксимальная ЧСС достигалась очень быстро даже у физически развитых мужчин.

Принимая во внимание то, что преднагрузочная ЭхоКГ осуществлялась трансторакально, длительность ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с ВЭМ, значительно сокращалась и составляла не более 10-15 мин.

Возможность изучения сократимости миокарда в условиях перманентного наблюдения за объектом на всех этапах индукции предполагаемой ишемии миокарда, представлялась основным преимуществом данной модификации стресс-ЭхоКГ. Благодаря визуальному мониторингу в режиме высокочастотного ультразвука, регистрировалась начальная стадия коронарной недостаточности у пациентов с ИБС.

Дополнительный осмотр проксимальных сегментов магистральных коронарных артерий и грудного отдела аорты позволял выявлять признаки стенозирующего атеросклероза и повышал надежность метода.

Тем не менее, техника проведения ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с ВЭМ, требовала максимальной осторожности и предельной концентрации внимания оператора, что было обусловлено присутствием датчика в верхних отделах желудочно-кишечного тракта.

3. Диагностическое значение чреспищеводного ультразвукового исследования, совмещенного с электрической стимуляцией предсердий

Группа пациентов, состоявшая из 64 человек, выбранных для исследования выполнимости, безопасности и диагностической точности ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с ЧПЭС, включала достаточно большое количество (39%) обследуемых лиц с ожирением и неудовлетворительной трансторакальной визуализацией. Кроме того, в данной совокупности присутствовали больные с противопоказаниями для проведения нагрузочных проб: 42 (65%) человека имели исходно высокий уровень АД, а 12 (19%) пациентов - различные заболевания опорно-двигательного аппарата.

Введение конструкции происходило в положении пациента на правом боку, при незначительном сгибании дистальной части эндоскопа. Беспрепятственное проникновение устройства в пищевод достигалось

за счет различия диаметров «головки» датчика (которая бужировала проводящие пути) и проводника с фиксированным электродным блоком.

Аналогично ЧП ультразвуковому исследованию, совмещенному с ВЭМ, интубация пищевода вызвала симпатoadреналовую реакцию у всех без исключения пациентов.

Гипертоническая реакция на введение датчика и существенное повышение ЧСС не препятствовали доведению пробы до диагностических критериев. Напротив, это приводило к сокращению периода электрического ритмовождения, а общее напряжение миокарда, обусловленное гипертензией, вызывало дополнительный расход коронарного кислорода.

Для преодоления «порога стимуляции» потребовалось относительно невысокое выходное напряжение (от 10 до 16 В, при силе тока 0,25 А). Следует отметить, во время проведения стандартной ЧПЭС с транснозальной установкой электрода, обычно требуется более мощная амплитуда стимулов (от 18 до 22 В, при аналогичной силе тока).

Выполнимость ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с ЧПЭС, составила 97%.

В зависимости от наличия гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий все пациенты, которым удалось завершить пробу, были разделены на две подгруппы. В первой оказались 30 человек, 13 мужчин и 17 женщин в возрасте от 34 до 67 лет, во второй - 32 человека, 11 мужчин и 21 женщина в возрасте от 39 до 74 лет.

Предельная частота стимуляции у добровольцев I подгруппы составила 160 в мин (критерий отрицательного результата), НЛС появились в трех наблюдениях, которые были отнесены к числу ложноположительных исходов изучаемого метода диагностики ИБС.

Во II подгруппе больных ИБС, нарушения региональной систолической функции ЛЖ были обнаружены при ЧСС 140 в мин у 16 (50%) пациентов и при ЧСС 160 в мин у 13 (40,5%) обследуемых лиц, фигурировали и ложноотрицательные итоги. В трех (9,5%) случаях, у пациентов с гемодинамически значимыми стенозами КА, нарушений сократимости ЛЖ не появилось.

Стойкие изменения конечной части желудочкового комплекса на ЭКГ были выявлены у троих (9,5%) пациентов I подгруппы и у 21 (70%) пациента II подгруппы. Приступ стенокардии, который прекращался только через некоторое время после прекращения ЧПЭС, был зарегистрирован у 10 больных ИБС.

При расчете показателей диагностической точности ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с ЧПЭС, по основному критерию положительного результата, было выявлено, что его чувствительность составила 90% при аналогичной специфичности. Точность метода, определяемая по значению площади под ROC - кривой AUC, была равной 0,9 (95% ДИ 0,87-0,92). Оценка надежности дополнительных крите-

риев ИБС показала промежуточный уровень значимости ишемической депрессии ST на ЭКГ и клинических эквивалентов заболевания (рис. 10).

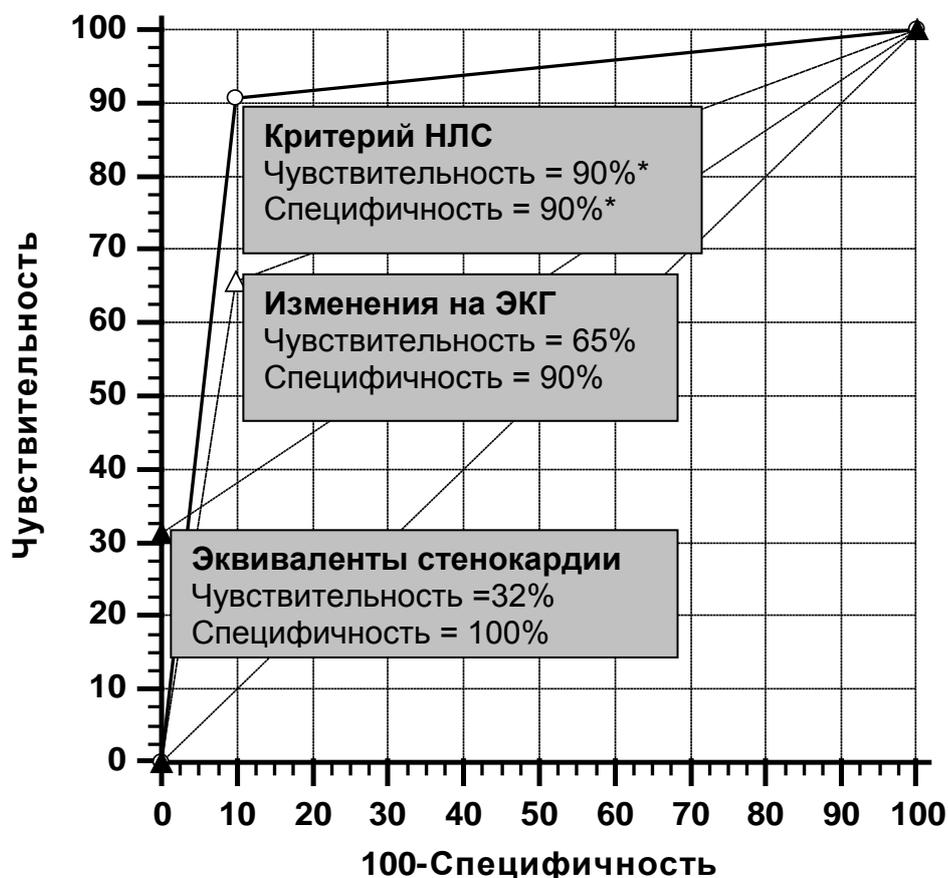


Рис.10. ROC-анализ критериев положительного результата ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с ЧПЭС (* - $p < 0,001$).

Таким образом, проведенное исследование продемонстрировало высокую выполнимость и безопасность предлагаемого метода.

Абсолютная управляемость индукцией ишемии миокарда за счет мгновенного прекращения ритмовождения путем отключения стимулятора, исключила клинически значимые осложнения, а высокая селективность ЧПЭС предоставила возможность использования данного способа при различных сопутствующих заболеваниях.

Конструкция устройства позволяла осуществлять ритмовождение с минимальным стимуляционным дискомфортом. Проводник ЧП датчика «прижимал» электродный узел к слизистой пищевода в проекции предсердий, сокращая дистанцию между сферическими элементами и стимулируемой камерой. Данное обстоятельство минимизировало электрический температурный эффект и болевые ощущения от ритмовождения.

Благодаря подвижности элементов электродного узла, появлялась уникальная возможность осмотра всех сегментов ЛЖ, не прерывая ЧПЭС. Таким образом, был преодолен один из ключевых недостатков электродных блоков с фиксированным расстоянием между элементами.

Учитывая патофизиологические аспекты пейсмекерного способа индукции ишемии миокарда, достигнутая непрерывность тахикардии имела решающее значение в повышении диагностической надежности метода.

Вместе с тем, у всех без исключения пациентов, электрическая стимуляция предсердий сопровождалась снижением общего напряжения ЛЖ. Отсутствие полноценного гиперкинетического ответа заключалось в малообъемном диастолическом наполнении ЛЖ. Искусственно вызванные сокращения не обеспечивались адекватным венозным возвратом, а сердечный выброс снижается эквивалентно увеличению ЧСС.

Диагностическая надежность ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с ЧПЭС, сдерживалась относительно невысокой потребностью миокарда в коронарном кислороде. Это обстоятельство дает право рекомендовать использование данного метода лишь в тех случаях, когда физическая нагрузка абсолютно противопоказана, а трансторакальная визуализация существенно ограничена.

4. Диагностическое значение трансторакальной эхокардиографии, совмещенной с фармако-пейсмекерной индукцией ишемии миокарда

Группа пациентов, состоящая из 75 человек, выбранных для фармакологической прессорной модификации пейсмекерного способа индукции предполагаемой ишемией миокарда, характеризовалась удовлетворительной трансторакальной визуализацией. После измерения АД, регистрации ЭКГ и проведения ЭхоКГ в состоянии покоя, транснозально устанавливался электрод для ЧПЭС и выполнялся ускоренный пейсмекерный тест для сравнительной оценки традиционной и модифицированной стресс-ЭхоКГ.

Стандартная двухступенчатая пейсмекарная стресс-ЭхоКГ позволила обнаружить признаки заболевания у 25 пациентов, в четырех случаях ее результаты оказались ложноположительными, а в пяти - ложноотрицательными. Таким образом, чувствительность традиционного метода диагностики ИБС в изучаемой группе обследуемых лиц составила 81%, а специфичность - 92%.

На следующем этапе внутривенно вводился добутамин с дискретным нарастанием скорости поступления препарата каждые 3 минуты. Переносимость средних диагностических доз медикамента была удовлетворительной, побочные эффекты в виде легкого тремора, незначительной тошноты, умеренной головной боли или чувства жара ощутили 12 (16%) человек, редкая экстрасистолия была зарегистрирована у 4 (5%) пациентов.

На каждой ступени введения препарата измерялась ЧСС, систолическое АД, интеграл и максимальная скорость кровотока в аорте, а также рассчитывалась ФВ. Итоговый рост средних значений ЧСС составил

51%, САД - 42%, интеграла Ао кровотока - 31%, максимальной скорости - 48%, а ФВ - 26%.

Визуально сердечная гиперфункция проявляла себя гиперкинезией миокарда ЛЖ, а количественно - существенным увеличением систолических и диастолических пиков тканевого доплеровского спектра.

Пейсмекерное увеличение ЧСС происходило на фоне перманентного поступления препарата с выбранной скоростью, характеризовалось устойчивым ритмовождением и отсутствием функциональных АВ - блокад.

Анализ диагностической надежности стресс-ЭхоКГ с добутамин-пейсмекерной индукцией ишемии миокарда определил чувствительность основного критерия положительного результата, которая составила 88% при 95% специфичности. Диагностическая точность метода, определяемая АUC, была на уровне 0,92 (95% ДИ 0,84-0,97).

Проводя сравнительный анализ итогов традиционной пейсмекерной стресс-ЭхоКГ и добутамин-пейсмекерной стресс-ЭхоКГ, были обнаружены существенные отличия.

Во-первых, признаки ишемической дисфункции в процессе добутамин-пейсмекерной стресс-ЭхоКГ регистрировались при меньшей частоте ритмовождения. Во-вторых, вызванное препаратом увеличение общей сократимости миокарда облегчало распознавание ультразвуковых маркеров нарушения его перфузии за счет того, что НЛС развивались в условиях общей гиперкинезии ЛЖ. В-третьих, модифицированная стресс-ЭхоКГ характеризовалась меньшим количеством ложноположительных и ложноотрицательных результатов (таб. 2).

Таблица 2.

Итоги традиционной и модифицированной стресс-ЭхоКГ
(ИП – истинноположительные, ЛП – ложноположительные, ИО – истинноотрицательные, ЛО – ложноотрицательные)

Виды стресс - ЭхоКГ	Результат				Выполнимость
	положительные		отрицательные		
	ИП	ЛП	ИО	ЛО	
ЧПЭС - стресс	21(28%)	4(5%)	45(60%)	5(7%)	75(100%)
Добутамин + ЧПЭС - стресс	23(31%)	2(2,5%)	46(61%)	3(3,5%)	74(98%)

Исследование продемонстрировало высокую выполнимость и безопасность добутамин-пейсмекерного способа индукции предполагаемой ишемии миокарда. Предпочтение средней диагностической дозы добутамина базировалось на определенных аспектах его фармакодинамики. Во-первых, поступление медикамента со скоростью 20 мкг/кг/мин не оказывало существенного влияния на сосудистый тонус. Во-вторых, аритмогенное действие добутамина, чаще всего наблюдается при его введе-

нии со скоростью, превышающей 20 мкг/кг/мин. В-третьих, обозначенный титр препарата обладал достаточным прессорным эффектом, а необходимая ЧСС достигалась за счет электрической стимуляции предсердий.

Показатели диагностической надежности традиционной пейсмеркерной стресс-ЭхоКГ соответствовали литературным данным. Добутамин-пейсмеркерная стресс-ЭхоКГ оказалась более точным способом выявления СКН. Таким образом, комбинированная индукция предполагаемой ишемии миокарда повысила чувствительность обычного метода на 7%.

Аналогично пациентам, выбранным для изучения добутамин-пейсмеркерной стресс-ЭхоКГ, группа обследуемых лиц, сформированная для исследования персантин-пейсмеркерной методики, характеризовалась отсутствием помех для полноценного ультразвукового исследования. После транснозальной установки биполярного электрода и проведения пробной электрической стимуляции, осуществлялась классическая персантиновая проба.

Стандартная диагностическая доза препарата индуцировала ишемию миокарда у 29 (41%) пациентов. Все обследуемые лица удовлетворительно переносили действие медикамента, отмечая лишь легкое головокружение и незначительное чувство тяжести в затылочной области.

При расчете параметров диагностической точности традиционной персантиновой стресс-ЭхоКГ было обнаружено, что в выбранной группе пациентов методика продемонстрировала чувствительность, равную 80%, а специфичность - 100%.

Пациенты с положительными результатами персантиновой стресс-ЭхоКГ из дальнейшего обследования были исключены, а дополнительная электрическая стимуляция предсердий была выполнена оставшимся 42 добровольцам (36 мужчинам и 6 женщинам).

В процессе последующего за введением препарата пейсмеркерного увеличения ЧСС, ультразвуковые признаки заболевания были зарегистрированы в четырех (12%) эпизодах.

Таким образом, персантин-пейсмеркерная стресс-ЭхоКГ позволила распознать заболевание еще у троих пациентов с гемодинамически значимыми стенозами коронарных артерий (в одном случае результаты пробы оказались ложноположительными) (таб. 3).

Таблица 3.

Итоги персантиновой и персантин-пейсмеркерной стресс-ЭхоКГ
(ИП – истинноположительные, ЛП – ложноположительные, ИО – истинноотрицательные, ЛО – ложноотрицательные)

Этапы персантин-пейсмеркерной стресс-ЭхоКГ	Результат				Выполнимость
	положительные		отрицательные		
	ИП	ЛП	ИО	ЛО	
Персантин - стресс	29(41%)	0(0%)	35(49%)	7(10%)	71(100%)
Персантин + ЧПЭС	32(45%)	1(1,4%)	34(48%)	4(5,5%)	71(100%)

Расчет показателей диагностической надежности персантин-пейсмеркерной стресс-ЭхоКГ осуществлялся в общей совокупности пациентов, данный анализ учитывал и результаты предварительно проведенной персантиновой пробы, которая рассматривалась в качестве первого стрессового компонента изучаемого метода диагностики ИБС.

Чувствительность ультразвукового исследования, совмещенного с комбинированной индукцией предполагаемой ишемии миокарда, составила 89%, специфичность - 97%, при этом диагностическая точность пробы, определяемая AUC, была равной 0,92 (95% ДИ 0,85-0,97).

Таким образом, персантин-пейсмеркерная стресс-ЭхоКГ оказалась абсолютно безопасной, выполнимой и характеризовалась отсутствием нарушений сердечного ритма и/или проводимости.

Введение максимальной дозы препарата не вызвало существенного дискомфорта, наблюдались лишь умеренные неприятные ощущения от системной вазодилатации.

Последующая за введением персантина, электрическая стимуляция предсердий увеличила потребность миокарда в кислороде, но, главным образом, значительно лимитировала объемную скорость кровотока в венечных артериях, что дополнительно индуцировало скрытую ишемию миокарда. В результате, модифицированная технология повысила чувствительность традиционного метода на 9%.

5. Новая технология оценки эффективности восстановительного лечения после хирургической реваскуляризации миокарда

Группа пациентов, включенных в исследование эффективности восстановительного лечения после хирургической реваскуляризации миокарда, была разделена на три подгруппы в зависимости от объема физической реабилитации (таб. 4).

Таблица 4.

Виды оперативного лечения и посещаемость занятий по восстановительной кинетической терапии в подгруппах пациентов

Характеристика	Подгруппы пациентов		
	I	II	III
Количество	12	15	8
Средний возраст	53,6±7	51,7±9	52±5
Эндоваскулярное протезирование	8 (67%)	9 (60%)	5 (63%)
Коронарное шунтирование	4 (33%)	6 (30%)	3 (37%)
Вид физической реабилитации	Количество посещенных занятий		
Утренняя гигиеническая гимнастика	21 (100%)	21 (100%)	0 (0%)
Гимнастическая ЛФК	21 (100%)	21 (100%)	0 (0%)
Терренкур + дозированные подъемы по ступенькам лестницы	21 (100%)	0 (0%)	0 (0%)

На всех этапах каждому больному ИБС проводилась стандартная ЭхоКГ и суточное мониторирование ЭКГ по Холтеру.

До хирургического вмешательства, фракция выброса ЛЖ в I подгруппе пациентов измерялась в интервале от 55 до 67% (среднее 59 ± 4), во II - от 52 до 62% (среднее 58 ± 4), в III - от 54 до 62% (среднее 57 ± 3).

В раннем послеоперационном периоде закономерно наблюдалась более низкая сократимость ЛЖ, ФВ в I подгруппе регистрировалась в диапазоне от 50 до 58% (среднее 53 ± 3), во II - от 48 до 56% (среднее 52 ± 4), в III - от 48 до 54% (среднее 52 ± 2).

Ультразвуковое исследование сердца, выполненное после окончания восстановительного лечения, продемонстрировало увеличение систолической функции, ФВ в I подгруппе реконвалесцентов была в пределах от 57 до 64% (среднее 60 ± 3), во II - от 57 до 65% (среднее 61 ± 4), а в III - от 57 до 65% (среднее 60 ± 3).

Во всех трех подгруппах наблюдалось итоговое увеличение ФВ, но статистически значимых различий между подгруппами обнаружено не было.

Холтеровское мониторирование ЭКГ, выполненное перед операцией, выявило кратковременные эпизоды депрессии ST. Кроме этого, зачастую регистрировалась предсердная и/или желудочковая экстрасистолия.

Сразу после хирургической реваскуляризации миокарда, динамическая электрокардиография не проводилась по причине малой информативности, обусловленной невысокой двигательной активностью реконвалесцентов. После окончания восстановительного лечения, контрольное исследование продемонстрировало сокращение численности эпизодов депрессии ST и нарушений ритма без статистически значимых различий между подгруппами (таб. 5)

Таблица 5.

Результаты суточного мониторирования ЭКГ (ХМ ЭКГ) в подгруппах пациентов

События при ХМ ЭКГ до операции	I	II	III
Количество пациентов с депрессией ST	8(67%)	11(73%)	5(62%)
Количество эпизодов ишемии у одного пациента	5±2	7±3	4±2
Средняя продолжительность эпизода (мин)	8±5	7±4	7±3
Количество пациентов с экстрасистолией	10(83%)	12(80%)	7(87%)
Количество экстрасистол у одного пациента	380±50	410±75	450±80
События при ХМ ЭКГ после реабилитации	I	II	III
Количество пациентов с депрессией ST	1(8%)	2(13%)	1(12%)
Количество эпизодов ишемии у одного пациента	3±2	4±3	4±3
Средняя продолжительность эпизода (мин)	5±3	5±4	4±3
Количество пациентов с экстрасистолией	4(33%)	6(40%)	2(25%)
Количество экстрасистол у одного пациента	220±40	185±65	190±70

Таким образом, стандартные методы инструментальной оценки эффективности хирургической реваскуляризации миокарда и последующего восстановительного лечения позволили выявить прогрессивное увеличение глобальной сократимости ЛЖ и регресс ишемии, но отсутствие закономерных межгрупповых различий указывало на недостаточную информативность ЭхоКГ и Холтеровского мониторирования.

Дополнительное изучение инотропного и коронарного резервов осуществлялось в процессе ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с ВЭМ, которое выполнялась до операции и после окончания восстановительной кинетической терапии.

Сроки между проведением первого (исходного) и повторного (контрольного) диагностического исследования были приблизительно одинаковыми и составляли от 5 до 6 месяцев. Промежуток времени от выполнения операции до проведения контрольной ЧП стресс-ЭхоКГ с ВЭМ был равен от 50 до 60 дней (15-20 дней восстановительное лечение в стационаре + 20 дней - в специализированном кардиологическом санатории + 15-20 дней - амбулаторное долечивание).

До хирургической реваскуляризации миокарда оценивалось исходное состояние коронарного резерва.

В I подгруппе пациентов изучаемый показатель вазомоторной и коллатеральной компенсации коронарных стенозов, в среднем, составил 129%, во II – 112%, а III – 104%.

Контрольная ЧП стресс-ЭхоКГ с ВЭМ показала закономерное увеличение коронарного резерва. В I подгруппе он, в среднем, возрос до 205%, во II – до 182%, а в III – до 190% (рис. 11).

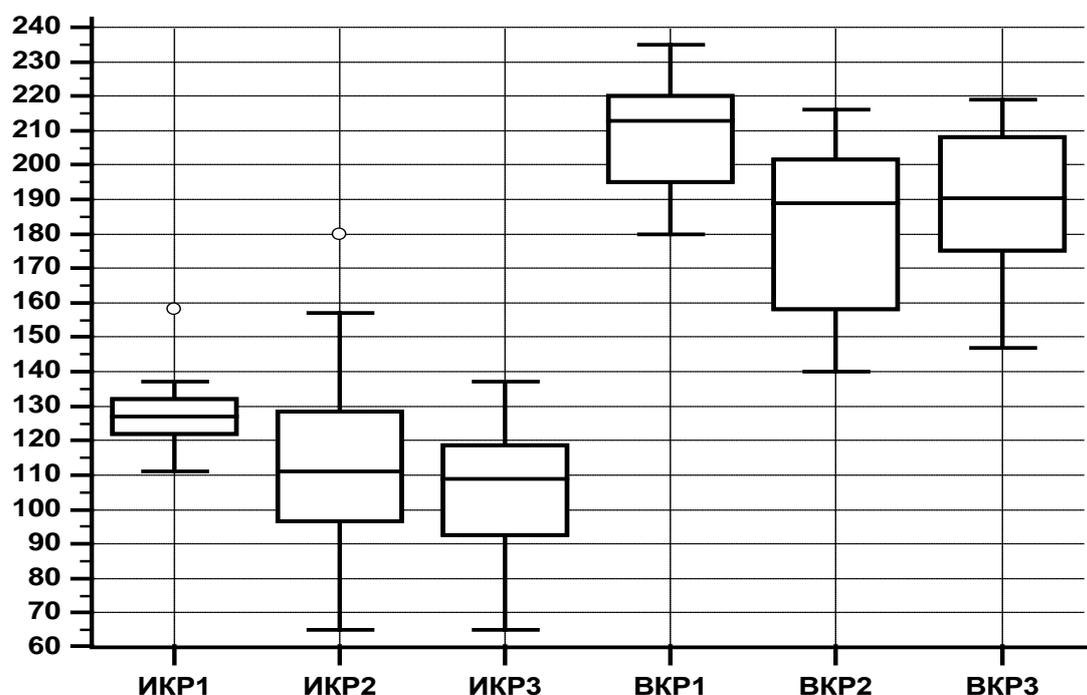


Рис. 11. Исходный коронарный резерв (ИКР%) и возросший коронарный резерв (ВКР%) в подгруппах пациентов

Параллельно исследованию коронарного резерва, у каждого реконвалесцента определялся инотропный резерв, то есть предельная сократимость ЛЖ, необходимая для обеспечения нагрузочной оксигенации организма. Для сравнительной оценки инновационного и классического методов, $\Delta\text{ФВ}$ сравнивалась с процентным увеличением систолического АД ($\Delta\text{САД}$) на этапах ВЭМ.

До проведения операции и последующего восстановительного лечения, данный показатель потенциальной сократимости ЛЖ, измеренный классическим методом, в I подгруппе пациентов, в среднем, составил 50%, во II - 40% и в III - 37%.

Дооперационный инотропный резерв, исследованный инновационным методом, в I подгруппе пациентов, в среднем, был равен 29%, во II – 29%, а в III – 30%.

После хирургической реваскуляризации миокарда и последующего восстановительного лечения, инотропный резерв, измеренный классическим методом в I подгруппе реконвалесцентов, в среднем, составил 67%, во II - 51% и в III - 55%.

Инотропный резерв, изученный инновационным методом, в I подгруппе реконвалесцентов, в среднем, был равен 48%, во II – 37%, а в III – 36% (рис. 12).

Корреляционной взаимосвязи между $\Delta\text{САД}$ и $\Delta\text{ФВ}$ обнаружено не было ни до операции, ни после окончания восстановительного лечения.

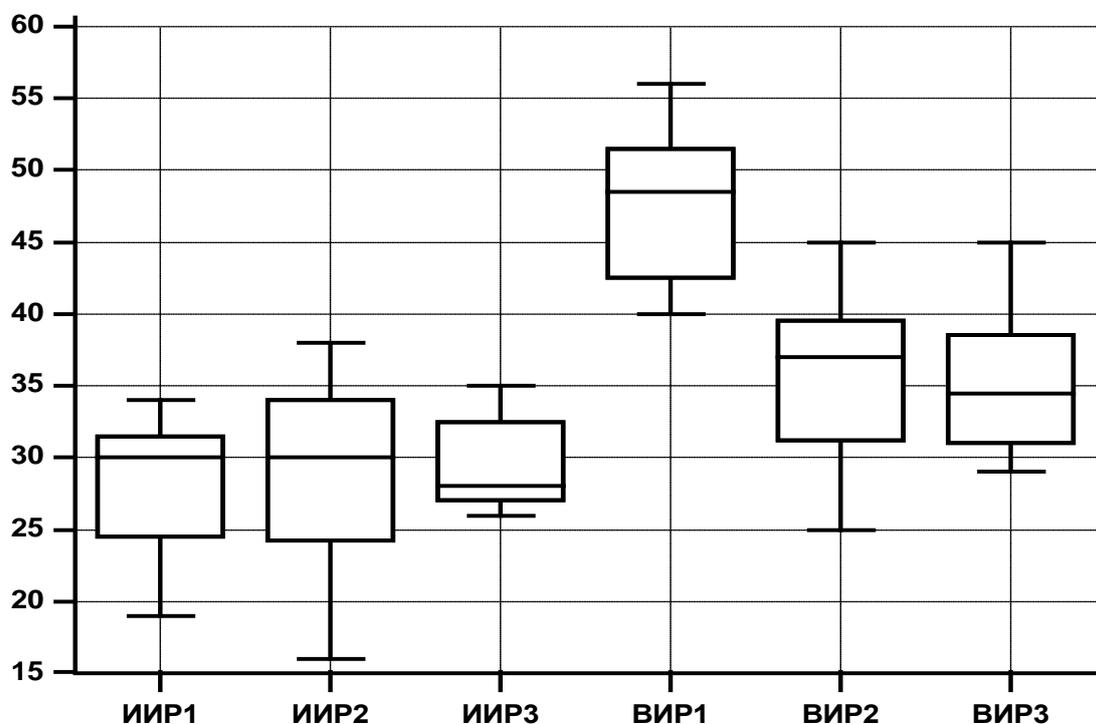


Рис. 12. Исходный инотропный резерв (ИИР%) и возросший инотропный резерв (ВИР%) в подгруппах пациентов, рассчитанный по динамическому увеличению ФВ в процессе ЧП нагрузочной стресс-ЭхоКГ.

Новая методика показала, что в I подгруппе реконвалесцентов, выполнивших полноценную программу физической реабилитации, инотропный резерв возрос на 70% и был самым высоким. Во II подгруппе, отказавшейся от терренкура (то есть частично секвестрировавших восстановительную кинетическую терапию), инотропный резерв увеличился на 28% и оказался на промежуточном уровне. В III подгруппе, полностью отказавшейся от проведения физической реабилитации, инотропный резерв возрос всего на 20%.

Иначе выглядело итоговое увеличение инотропного резерва по Δ САД. В результате лечения, данный показатель в I подгруппе, в среднем, возрос на 34%, во II – на 27% и в III – на 48%.

Данные «слепой» методики не соответствовали данным «визуализирующей» технологии. Динамическое измерение систолического АД в процессе ВЭМ показало, что у пациентов, отказавшихся от санаторного этапа восстановительного лечения, итоговый рост инотропного резерва был парадоксально выше, чем у реконвалесцентов, выполнивших комплекс специализированных тренирующих процедур (рис.13).

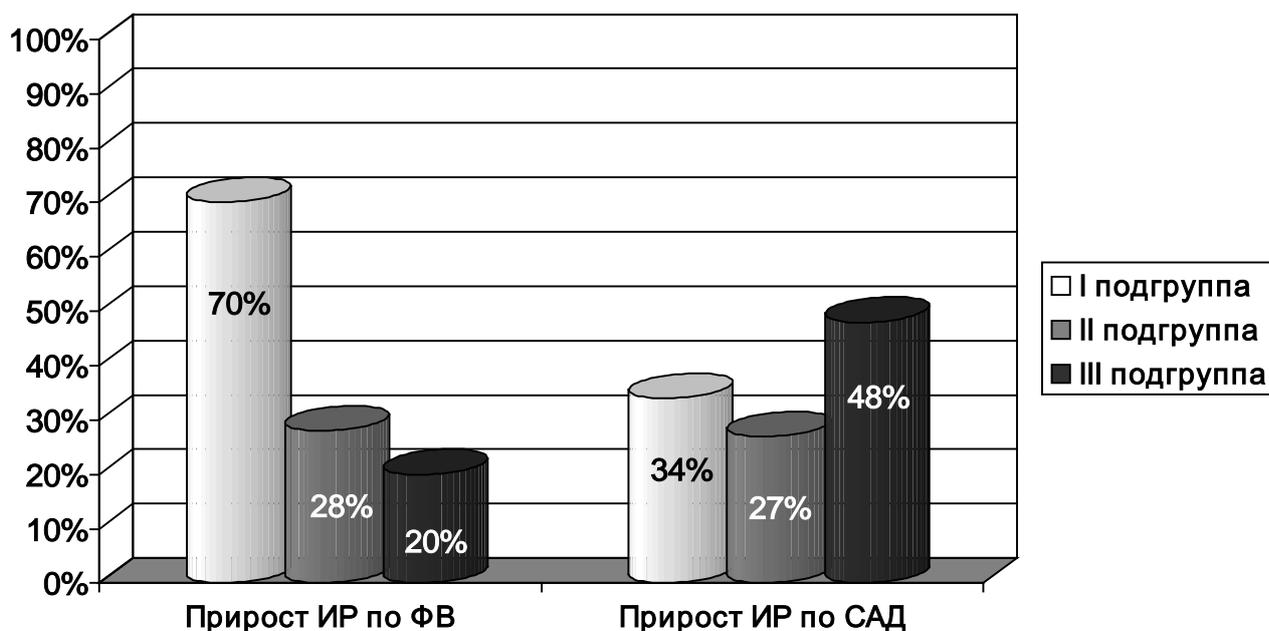


Рис. 13. Итоговый прирост инотропного резерва (ИР) в подгруппах пациентов, вычисленный «визуализирующим» методом по Δ ФВ и «слепым» методом по Δ САД.

Таким образом, ЧП ультразвуковое исследование, совмещенное с ВЭМ, позволило максимально точно изучить инотропный и коронарный резервы и оценить их динамическое изменение после лечебных мероприятий. Высококачественные изображения в режиме высокочастотного ультразвука наилучшим образом подходили для пунктуального расчета глобальной сократимости ЛЖ и регистрации ишемической дисфункции миокарда.

Вычисление коронарного резерва по степени нагрузочного увеличения ДП базировалось на том, что объемная скорость коронарного кровотока закономерно увеличивается пропорционально росту систолической функции ЛЖ. При этом максимально достигнутое ДП, при котором появляются начальные ультразвуковые признаки нарушения перфузии миокарда, определяет индивидуальный предел вазомоторной и коллатеральной компенсации стенозов КА. Новая методика позволила правильно определить роль физической реабилитации в комплексном лечении ИБС, так как коронарный резерв в первой группе реконвалесцентов, выполнивших полноценную программу кинетической терапии, оказался существенно выше.

Приоритет ультразвукового метода оценки инотропного резерва был основан на недостаточной точности классического способа. Как известно, уровень систолического АД определяется не только глобальной сократимостью ЛЖ, но зависит от ЧСС и сосудистого тонуса. В проведенном исследовании, увеличение ударного объема нередко сопровождалось параллельной дилатацией ЛЖ, в результате чего глобальная сократимость возрастала непропорционально увеличению АД.

Бесспорно, хирургическая реваскуляризация эффективно повышает инотропный резерв за счет воссоздания коронарного кровообращения. Вместе с тем, физическая реабилитация является очень важной и неотъемлемой составляющей комплексного лечения. Реконвалесценты, осуществившие всесторонний цикл тренирующих процедур отличались более высокими значениями ФВ на пике пробы. Пациенты, секвестрировавшие восстановительную кинетическую терапию, напротив, характеризовались низкими показателями инотропного резерва.

Каждая из разновидностей физической реабилитации была нацелена на восстановление различных систем организма. Лечебная гимнастика в большей степени стимулировала функцию внешнего дыхания и опорно-двигательного аппарата, что было немаловажным для реконвалесцентов после стернотомических операций. Терренкур и дозированная ходьба по ступенькам лестницы, повышали резервные возможности сердечно-сосудистой системы за счет длительности тренировки организма динамическими нагрузками. Исследование продемонстрировало, что недооценка какого-либо из компонентов может негативно отразиться на общей результативности восстановительного лечения ИБС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексная модернизация двух наиболее значимых разделов стресс-ЭхоКГ - ультразвуковой визуализации и индукции предполагаемой ишемии миокарда, существенно увеличила диагностическую точность метода. Это произошло благодаря созданию технологий, обеспечивающих чреспищеводное ультразвуковое исследование, совмещенное с физической нагрузкой или электрической стимуляцией предсер-

дий, а также оптимизации пейсмекерного и вазодилатационного методов.

Использование ЧП доступа повысило чувствительность велоэргометрической стресс-ЭхоКГ с 85 до 93%, а пейсмекерной - с 81 до 90%. Прессорная фармакологическая модификация увеличила чувствительность традиционной пейсмекерной методики с 81 до 88%, а электросимуляционная модификация персантиновой пробы повысила чувствительность классического метода с 80 до 89% (рис.14)

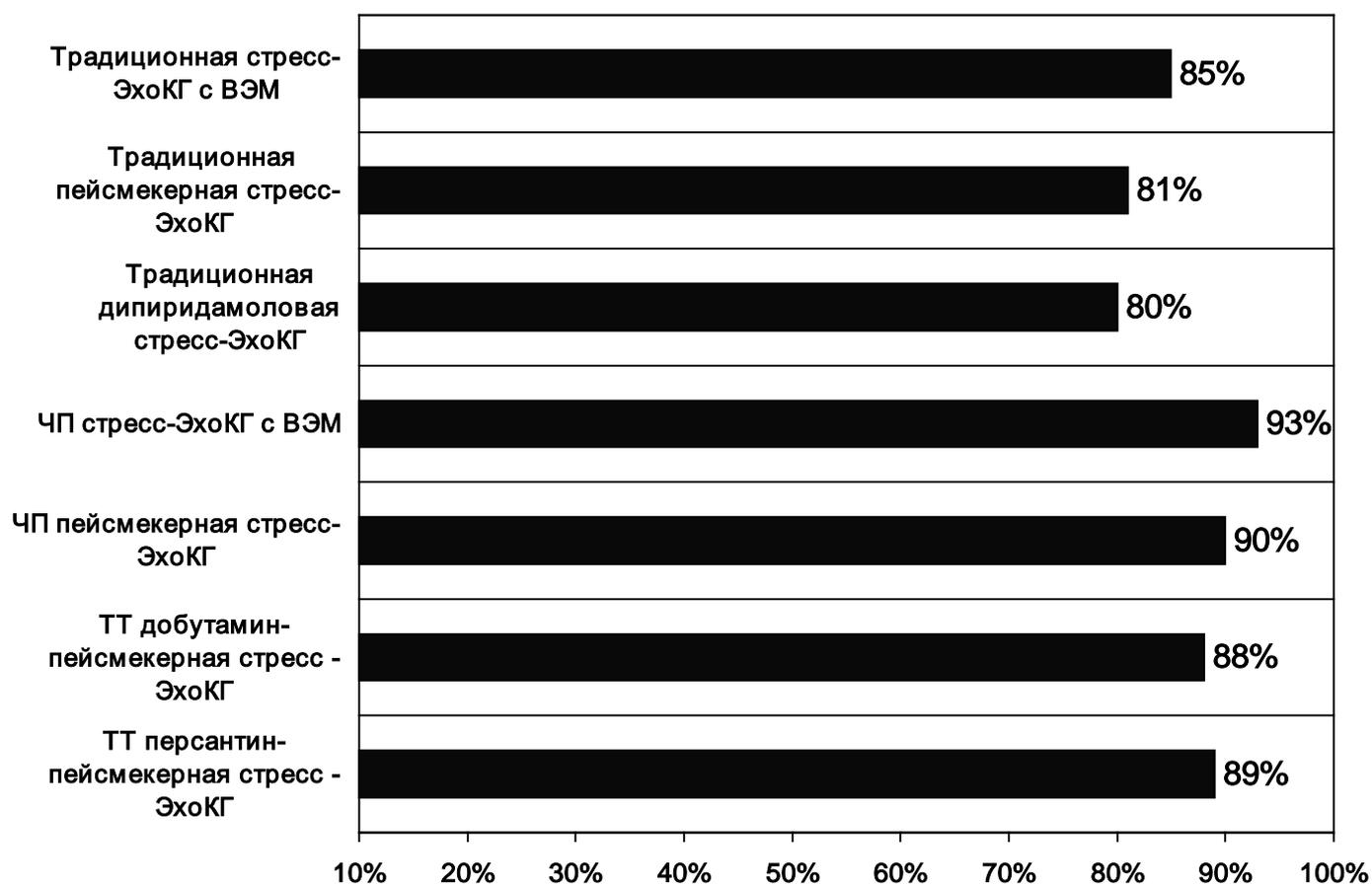


Рис. 14. Сравнительная характеристика чувствительности традиционных и модифицированных методов ультразвуковой диагностики скрытой ишемии миокарда

Чреспищеводные ультразвуковые исследования характеризовались высококачественной визуализацией всех отделов ЛЖ на каждом этапе индукции предполагаемой ишемии миокарда. Благодаря этому произошло уменьшение количества ложных итогов, обусловленных ограничениями трансторакального доступа.

Комбинированная индукция предполагаемой ишемии миокарда характеризовалась хорошей переносимостью и отсутствием осложнений.

Кроме этого, был разработан новый, достаточно точный метод оценки инотропного и коронарного резервов, который может успешно применяться в восстановительной и спортивной медицине.

ВЫВОДЫ

1. За счет высокого разрешения, чреспищеводный доступ позволяет идентифицировать минимальные проявления ишемии миокарда в виде нераспространенной гипокинезии и постсистолических утолщений сердечной мышцы.
2. Чреспищеводное ультразвуковое исследование, совмещенное с ВЭМ, является высоконадежным и безопасным методом диагностики скрытой коронарной недостаточности, обладающим 93% чувствительностью и 94% специфичностью.
3. Новый способ профилактики дискомфорта от интубации пищевода, заключающийся в подавлении рвотного рефлекса современными ингибиторами серотониновых рецепторов, повышает переносимость ЧП ультразвуковых исследований.
4. Разработанное устройство для одновременной ЧП ЭхоКГ и электрической стимуляции предсердий с перемещаемыми элементами позволяет непрерывно осуществлять ритмовождение в условиях миграции апертуры датчика и характеризуется минимальным стимуляционным дискомфортом.
5. Чреспищеводное ультразвуковое исследование, совмещенное с электрической стимуляцией предсердий, является безопасным методом диагностики ИБС, обладающим 90% чувствительностью и аналогичной специфичностью.
6. Фармакологическая стимуляция сократительной функции ЛЖ средними диагностическими дозами добутамина повышает надежность пейсмекерной стресс-ЭхоКГ за счет эффективной эскалации напряжения миокарда и характеризуется отсутствием осложнений.
7. Пейсмекерная акселерация ЧСС в процессе вазодилатационной стресс-ЭхоКГ увеличивает диагностическую точность метода за счет эффективного снижения объема коронарного кровотока и параллельного увеличения потребности миокарда в кислороде.
8. Благодаря возможности определения инотропного и коронарного резервов, ЧП ультразвуковое исследование, совмещенное с ВЭМ, обладает большей информативностью, чем общепринятые электрокардиографические и ультразвуковые методы оценки эффективности восстановительного лечения ИБС.
9. Резервный потенциал у кардиохирургических пациентов, прошедших всестороннюю программу восстановительной кинетической терапии, включающей динамические аэробные нагрузки, существенно выше, чем у реконвалесцентов, секвестрировавших физическую реабилитацию.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Показания для ЧП ультразвуковых исследований, совмещенных с велоэргометрией или электрической стимуляцией предсердий

1. Использование ЧП доступа в стресс-ЭхоКГ рекомендовано всем обследуемым лицам с подозрением на ИБС, у которых качество трансторакальной визуализации является неудовлетворительным.

2. В качестве ограничений для трансторакального ультразвукового исследования представляются ожирение, увеличенный объем грудной клетки, узкие межреберные промежутки, эмфизема легких, специфические артефакты на путях ультразвуковых лучей, вызванные травмами, операциями или воспалительными процессами.

3. Для ЧП стресс-ЭхоКГ методом выбора индукции предполагаемой ишемии миокарда является велоэргометрия, которая характеризуется пропорциональным ростом числа и силы сердечных сокращений, простотой выполнения и минимальным количеством интерпретационных ошибок.

4. Чреспищеводное ультразвуковое исследование, совмещенное с электрической стимуляцией предсердий, может быть рекомендовано лишь при абсолютных противопоказаниях для ВЭМ.

5. В процессе чреспищеводной идентификации ультразвуковых признаков ишемии миокарда следует учитывать не только классические нарушения локальной сократимости в виде гипокинезии или акинезии, но и альтернативные изменения региональной систолической функции миокарда в виде его постсистолических утолщений.

6. В отличие от «блокадных» или «WPW - индуцированных» особенностей движения межжелудочковой перегородки, ишемические ПСУ имеют достаточно высокую амплитуду, сопоставимую с основной систолической волной, и характеризуются строгими временными рамками: происходят сразу после закрытия аортального клапана и достигают своего пика при открытии митрального, то есть, ограничены фазой изоволюмического расслабления.

Рекомендации по проведению эхокардиографии с фармакопейсмекерной индукцией ишемии миокарда

1. Для повышения эффективности трансторакальной пейсмекерной стресс-ЭхоКГ, глобальную сократимость ЛЖ рекомендуется стимулировать перманентным внутривенным введением 20 мкг/кг/мин добутамина.

2. Во избежание осложнений и побочных эффектов медикамента, скорость поступления препарата необходимо наращивать постепенно, с 10 до 20 мкг/кг/мин, до начала ЧПЭС.

3. Электрическую стимуляцию предсердий следует осуществлять с дискретным увеличением ЧСС от 100 до 160 в мин, каждые 3 мин повышая ее на 20 ударов в мин.

4. Для повышения точности трансторакальной вазодилатационной стресс-ЭхоКГ рекомендуется выполнять аналогичную учащающую ЧПЭС после введения 0,84 мг/кг персантина.

Рекомендации по оценке эффективности восстановительного лечения пациентов после хирургического лечения ИБС

1. Для экспертизы физической реабилитации больных ИБС рекомендуется использовать визуализирующие ультразвуковые технологии, предпочтительным методом является ЧП стресс-ЭхоКГ с ВЭМ.

2. В процессе ЧП ультразвукового исследования, совмещенного с ВЭМ, коронарный резерв определяется по степени максимального увеличения двойного произведения (ДДП%), а инотропный резерв – по степени предельного роста ФВ (ДФВ%) на пике физической нагрузки, которая прекращается при появлении начальных ультразвуковых признаков ишемии миокарда.

3. Физическая реабилитация пациентов после хирургической реваскуляризации миокарда должна обязательно включать терренкур и дозированную ходьбу по ступенькам лестницы. Лишь длительные аэробные нагрузки эффективно повышают резервные возможности сердечно-сосудистой системы.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Комбинация высокой дозы дипиридамола и чреспищеводной электрокардиостимуляции в амбулаторной диагностике ишемической болезни сердца // Кардиология. 1999. №8. С.27-30. (соавт. Зяблов Ю.И., Соколов А.А.)

2. Действие высокой (0,84 мг/кг) дипиридамола на некоторые электрофизиологические показатели сердечной деятельности // Сборник тез. докл. конф. «Кардиостим - 2000». С.Петербург, 2000. С.136. (соавт. Тривоженко О.В.).

3. Безопасность внутривенного болюсного введения высокой дозы (0,84 мг/кг) дипиридамола // Сборник тез. докл. конф. «Актуальные вопросы кардиологии». Томск 2000. С.149. (соавт. Зяблов Ю.И., Тривоженко О.В.).

4. Оценка нарушений локальной сократимости миокарда, возникших при проведении мультифакторной стресс-эхокардиографии // Сборник тез. докл. конф. «Актуальные вопросы кардиологии». Томск, 2000. С.150. (соавт. Зяблов Ю.И., Родина Н.И.).

5. Возможности мультифакторной (дипиридамола + кардиостимуляция) стресс-эхокардиографии в количественной оценке поражения атеросклерозом коронарного русла // Сборник тез. докл. конф. «Неинвазивная диагностика ишемической болезни сердца: настоящее и будущее». Москва, 2001. С.72.
6. Изменения конечной части желудочкового комплекса на ЭКГ в ходе проведения мультифакторной (дипиридамола + электрокардиостимуляция) стресс – эхокардиографии // Сборник тез. докл. конф. «Неинвазивная диагностика ишемической болезни сердца: настоящее и будущее». Москва, 2001. С.73.
7. Динамическая оценка региональной сократимости миокарда и уровня тропонина I в течение операции АКШ // Сборник тез. докл. конф. «Неинвазивная диагностика ишемической болезни сердца: настоящее и будущее». Москва, 2001. С.108. (соавт. Шишнева Е.В., Козлов Б.Н., Ваизов В.Х).
8. Опыт комбинации чреспищеводной электрокардиостимуляции и инфузии низких дозировок допмина при проведении стресс-эхокардиографии // Сборник тез. докл. конф. «Кардиология и кардиохирургия сегодня». Зеленогорск, 2002. С.34. (соавт. Измайлов Д.А., Самарина С.А., Семенова Ю.В.).
9. Состояние систолической функции левого желудочка на различных этапах операции коронарного шунтирования с использованием аппарата «Octopus» // Патология кровообращения и кардиохирургия. 2002. №4. С.56-60. (соавт. Козлов Б.Н., Вечерский Ю.Ю., Ахмедов Ш.Д. и др.).
10. К вопросу о повышении чувствительности ишемического теста с чреспищеводной предсердной электрокардиостимуляцией // Сборник тез. докл. конф. «Актуальные проблемы электрокардиостимуляции». Томск, 2003. С.114-115. (соавт. Семенова Ю.В., Миназутдинов С.М., Бурлова Н.М.).
11. Профилактика острых сердечнососудистых событий в организованной популяции. Намерения и реалии // Сибирский медицинский журнал. 2004. № 4. С.23-27. (соавт. Семенова Ю.В., Литвиненко Т.М., Кубат И.И. и др.).
12. Опыт скрининга сердечно-сосудистых заболеваний среди работников радиационно опасных производств Сибирского химического комбината // Бюллетень Сибирской Медицины. 2005. №.6. С.34-37. (соавт. Кубат И.И., Семенова Ю.В., Литвиненко Т.М. и др.).
13. Ультразвуковая диагностика коронарной болезни сердца при помощи инфузии дипиридамола, комбинированной с чреспищеводной электрокардиостимуляцией // Сборник тез. докл. конф. «Актуальные проблемы современной медицинской практики». Северск, 2005. С.144.
14. Ультразвуковая диагностика коронарной болезни сердца способом мультифакторной стресс-эхокардиографии // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2006. №2. С.14-15.

15. Индукция ишемии миокарда комбинированным воздействием дипиридамола и электрической стимуляции предсердий, воспроизводимая в течение стресс-эхокардиографии // Сборник тез. докл. конф. «Инновационные технологии в медицине». Саров, 2006. С.74. (соавт. Даниленко Е.В., Мартов С.И., Голоскокова Т.Н.).
16. Новые диагностические возможности чреспищеводной стресс-эхокардиографии с электрической стимуляцией предсердий // Кардиология. 2007. №7. С.13-17. (соавт. Семенова Ю.В., Мартова С.И., Маслюк А.И.).
17. Верификация стресс-индуцируемой ишемии миокарда методом чреспищеводной эхокардиографии в комбинации с электрической стимуляцией предсердий // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2007. №3. С.97-98. (соавт. Бурлова Н.М., Ячменева Н.В., Даниленко Е.В.).
18. Современные технологии выявления ишемической болезни сердца и общие методологические вопросы стресс-эхокардиографии (обзор литературы) // Сборник тез. докл. конф. «Актуальные вопросы лучевой, функциональной и лабораторной диагностики». Северск, 2007. С.139-210.
19. Диагностика скрытой коронарной недостаточности способом чреспищеводной эхокардиографии, комбинированной с электрической стимуляцией предсердий // Материалы III Международного симпозиума по эхокардиографии и сосудистому ультразвуку. Тюмень, 2007. С.135. (соавт. Бурлова Н.М., Водянова Н.В.).
20. Стресс-эхокардиография с комбинированной индукцией ишемии миокарда низкими дозами дофамина и электрической стимуляцией предсердий // Функциональная диагностика. 2007. №4. С.16-20.
21. Изменения на ЭКГ в период, предшествующий развитию инфаркта миокарда // Сборник тез. докл. конф. «Современные проблемы в практике терапевта, пути решения». Северск, 2008. С.91-94. (соавт. Миназутдинов С.М., Шумилова Л.М., Самарина С.А.).
22. Чреспищеводное доплерэхокардиографическое исследование при выполнении велоэргометрической пробы // Сборник тез. докл. конф. «Современные проблемы в практике терапевта, пути решения». Северск, 2008. С.161-164. (соавт. Стручков П.В., Вигдергауз М.Б., Мартов С.И.).
23. Традиционные методы индукции перфузионных нарушений в процессе стресс-эхокардиографии (обзор литературы) // Сборник тез. докл. конф. «Современные проблемы в практике терапевта, пути решения». Северск, 2008. С.175-234.
24. Диагностика ИБС при помощи чреспищеводной эхокардиографии, комбинированной с электрической стимуляцией предсердий // Сборник тез. докл. конф. «Клиническая больница 85 ФМБА России - 60 лет в науке и практике». Москва, 2008. С.64-66 (соавт. Мартов С.И., Самарина С.А., Маслюк А.И.).

25. Чреспищеводная визуализация в пейсмекерной стресс-эхокардиографии // Сибирский медицинский журнал. 2008. №4. С.161.
26. Диагностические возможности пейсмекерной стресс-эхокардиографии с чреспищеводной визуализацией // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2008. №5. С. 57-65.
27. Первый опыт одномоментной чреспищеводной эхокардиографии и лечебной электрической стимуляции предсердий // Функциональная диагностика. 2008. №4. С.14-17.
28. Стресс-эхокардиография с чреспищеводной электрической стимуляцией предсердий / Учебно-методическое пособие. М., 2008. 47с. (соавт. Стручков П.В., Мартов С.И.).
29. Прессорная модификация пейсмекерной стресс-эхокардиографии с использованием средних диагностических доз добутамина // Кардиология. 2009. № 3. С.13-19.
30. Диагностические возможности чреспищеводной эхокардиографии в процессе велоэргометрической пробы // Сибирский медицинский журнал. 2009. №1. С.143.
31. Чреспищеводная стресс-эхокардиография с физической нагрузкой // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2009. №3. С.29-39.
32. Инотропная стимуляция в процессе пейсмекерной стресс-эхокардиографии // Сборник тез. докл. конф. «Современные аспекты промышленного здравоохранения в системе федерального медико-биологического агентства». Москва, 2009. С.187-189 (соавт. Стручков П.В.).
33. Первый опыт нагрузочной чреспищеводной стресс-эхокардиографии // Сборник тез. докл. конф. «Современные аспекты промышленного здравоохранения в системе федерального медико-биологического агентства». Москва, 2009. С.190 -192. (соавт. Стручков П.В.).
34. Методические аспекты нефармакологической чреспищеводной стресс-эхокардиографии // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2009. №5. С.105 (соавт. Стручков П.В.).
35. Идентификация скрытой коронарной недостаточности миокарда в процессе чреспищеводной стресс-эхокардиографии // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2010. №1. С. 53-61.
36. Инновационные технологии в стресс-эхокардиографии // Сибирский медицинский журнал. 2010. №2. С. 143-144. (соавт. Бурлова Н.М., Ячменева Н.В., Даниленко Е.В.)
37. Возможности, ограничения и перспективы нагрузочной стресс-эхокардиографии в современной кардиологии // Функциональная диагностика. 2010. №3. С.30-32. (соавт. Стручков П.В.).
38. Добутамин-пейсмекерная и дипиридабол-пейсмекерная индукция ишемии миокарда в стресс-эхокардиографии // Сибирский медицинский журнал. 2010. №4. С. 72-76. (соавт. Абалмасов В.Г., Стручков П.В.).

39. Комплексная модернизация процессов индукции ишемии миокарда и визуализации в стресс-эхокардиографии // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2010. №6. С. 108-116.
40. Оценка эффективности физической реабилитации после оперативной реваскуляризации миокарда методом чреспищеводной нагрузочной стресс-эхокардиографии // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2011. №2. С.23-27. (соавт. Абалмасов В.Г., Стручков П.В.).
41. Инновационный метод экспертной оценки инотропного и коронарного резервов сердечно-сосудистой системы // Сборник тез. докл. конф. «Новые технологии клинической и спортивной реабилитации». Москва, 2011. С.184-186 (соавт. Абалмасов В.Г., Стручков П.В.).
42. Ультразвуковая диагностика ишемии миокарда // Функциональная диагностика. 2011. № 4. С.29-33. (соавт. Абалмасов В.Г., Стручков П.В.).
43. Чреспищеводное ультразвуковое исследование резервного потенциала сердечно-сосудистой системы на этапе восстановительного лечения ишемической болезни сердца // Вестник медицинского стоматологического института. 2011. №4. С.22-25. (соавт. Абалмасов В.Г., Стручков П.В.).
44. Вертикальная велоэргометрическая чреспищеводная стресс-эхокардиография // Российский кардиологический журнал. 2011. №5. С.37-40. (соавт. Абалмасов В.Г., Стручков П.В.).
45. Verification of paroxysmal heart rhythm disturbance during days-long focused trend ECG registration with ELSCAN system //14th Congress of the International Society of Holter and Noninvasive Electrocardiology. Moscow, 2011. С.148.

ПАТЕНТЫ НА ИЗОБРЕТЕНИЯ

46. Способ диагностики ишемической болезни сердца / RU № 2332931 С1 // опубликован 10.09.2008, бюллетень №25. (соавт. Маслюк А.И.).
47. Способ диагностики ишемической болезни сердца / RU № 2372024 С1 // опубликован 10.11.2009, бюллетень №31. (соавт. Маслюк А.И.).
48. Устройство для чреспищеводной эхокардиографии с электрической стимуляцией предсердий / RU № 2374989 С2// опубликован 10.12.2009, бюллетень № 34. (соавт. Маслюк А.И.).

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АД – артериальное давление
- ВЭМ – велоэргометрия
- ИБС – ишемическая болезнь сердца
- ИР - инотропный резерв
- КА – коронарные артерии
- КАГ – коронароангиография
- КДО – конечно - диастолический объем
- КСО – конечно - систолический объем
- КР – коронарный резерв
- ЛФК – лечебная физическая культура
- ЛЖ – левый желудочек
- НЛС – нарушение локальной сократимости
- ОА – огибающая артерия
- ПКА – правая коронарная артерия
- ПНА – передняя нисходящая артерия
- СКН – скрытая коронарная недостаточность
- Стресс-ЭхоКГ – стресс-эхокардиография
- ТТ - трансторакальная
- ЧПЭС – чреспищеводная электрическая стимуляция
- ЧСС – частота сердечных сокращений
- ФВ – фракция выброса
- ЭКГ – электрокардиография
- ЭхоКГ – эхокардиография
- WPW – синдром Вольфа-Паркинсона-Уайта

Тривоженко А.Б.