Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования «Красноярский государственный медицинский

университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого»

Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра кардиологии, функциональной и клинико-лабораторной

диагностики ИПО

Зав.кафедрой: ДМН, Профессор Матюшин Г. В.

Ответственный за ординатуру: КМН, доцент

Кузнецова О.О.

РЕФЕРАТ

Тема: Стресс - эхокардиография

Выполнила: Ординатор 2 года обучения,

Тарасенко Н.А.

Проверила: КМН, доцент Савченко Е.А.

Красноярск, 2024 г

Оглавление

[Введение 3](#_Toc166253694)

[Патофизиологические основы стресс-эхокардиографии 4](#_Toc166253695)

[Факторы, провоцирующие ишемию 6](#_Toc166253696)

[Диагностические критерии 8](#_Toc166253697)

[Методика. Общие положения 10](#_Toc166253698)

[Особенности различных протоколов стресс-ЭхоКГ 12](#_Toc166253699)

[Диагностическая точность 15](#_Toc166253700)

[Прогностическое значение стресс-индуцированной ишемии миокарда 16](#_Toc166253701)

[Показания для оценки жизнеспособного миокарда. Определение и его прогностическое значение 17](#_Toc166253702)

[Диагностическое и прогностическое значение резерва коронарного кровотока во время стресс- ЭхоКГ с вазодилататорами 19](#_Toc166253703)

[Безопасность фармакологической стресс-ЭхоКГ 21](#_Toc166253704)

[Показания для проведения Стресс-ЭхоКГ 22](#_Toc166253705)

[Особые подгруппы пациентов 24](#_Toc166253706)

[Значение стресс-ЭхоКГ с допплеровским исследованием в оценке больных с митральным стенозом при несоответствии тяжести клинической картины и степени выраженности стеноза. 25](#_Toc166253707)

[Стресс-ЭхоКГ с допплеровским исследованием в оценке больных с недостаточностью клапанов. 26](#_Toc166253708)

[Противопоказания к проведению стресс-ЭхоКГ 29](#_Toc166253709)

[Заключение 30](#_Toc166253710)

[Литература 32](#_Toc166253711)

# Введение

Стресс-эхокардиография (стресс-ЭхоКГ) – это сочетание двухмерной эхокардиографии с физической, фармакологической нагрузкой или электрической стимуляцией. Диагностическим критерием ишемии миокарда является возникновение транзиторных нарушений локальной сократимости на фоне нагрузки. Стресс-ЭхоКГ обладает сходной диагностической точностью и прогностическим значением с радионуклидными нагрузочными методами, но имеет существенно меньшую стоимость, безопасна для окружающей среды и не несет лучевой нагрузки для пациента и врача. Среди различных нагрузочных методов с сопоставимой диагностической и прогностической точностью наиболее часто используется нагрузка на лежачем велосипеде; стресс- ЭхоКГ с добутамином предпочтительна для выявления жизнеспособного миокарда; стресс-ЭхоКГ с дипиридамолом – наиболее безопасный и простой фармакологический стресс тест, подходящий для одновременной оценки локальной сократимости и коронарного резерва.

Данные о дополнительных клинических преимуществах применения контрастной ЭхоКГ с оценкой перфузии миокарда и тканевой допплер-ЭхоКГ противоречивы, тогда как возможность дополнительной оценки коронарного резерва в левой передней нисходящей коронарной артерии при трансторакальной допплер-ЭхоКГ является потенциально важным дополнением к стресс-ЭхоКГ.

Новые области применения стресс-ЭхоКГ связаны с возможностями допплер-стресс-ЭхоКГ при клапанных пороках сердца и дилатационной кардиомиопатии. Несмотря на высокую зависимость результатов от квалификации исследователя, стресс-ЭхоКГ в настоящее время лучший (наиболее дешевый и безопасный) визуализирующий метод из числа неинвазивных способов диагностики ишемической болезни сердца (ИБС).

# Патофизиологические основы стресс-эхокардиографии

Стресс-ЭхоКГ – это сочетание двухмерной эхокардиографии с физической, фармакологической нагрузкой или электрической стимуляцией. Диагностическим критерием ишемии миокарда является возникновение транзиторных нарушений регионарной сократительной функции на фоне нагрузки. Стресс-ЭхоКГ признаком ишемии является появление нарушений локальной сократимости в области с нормальной сократимостью в покое. Стресс-ЭхоКГ признаком жизнеспособного миокарда служит улучшение сократимости на малых уровнях нагрузки в областях с нарушенной сократимостью в покое. Транзиторный локальный дисбаланс между потребностью в кислороде и его доставкой, обычно приводит к ишемии миокарда, признаки и симптомы которой можно использовать при диагностике. Ишемия миокарда приводит к типичному “каскаду” событий, в котором различные признаки ишемии иерархически выстроены в четкой временной последовательности. Различия кровотока, в особенности между субэндокардиальной и субэпикардиальной перфузией, являются предвестниками ишемии, затем следуют метаболические изменения, нарушения локальной сократимости и только затем возникают изменения ЭКГ, глобальная дисфункция ЛЖ и болевой синдром. Патофизиологическая концепция ишемического каскада с клинической точки зрения объясняет различную чувствительность доступных клинических признаков ишемии, причем стенокардия является наименее чувствительным, а регионарное нарушение перфузии – наиболее чувствительным признаком. Эта закономерность обуславливает бесспорное преимущество визуализирующих методов, таких как перфузионная сцинтиграфия миокарда или стресс-ЭхоКГ, над нагрузочными ЭКГ-тестами для неинвазивной диагностики ишемической болезни сердца. Уменьшение коронарного резерва является общим патофизиологическим механизмом для всех методов. Независимо от вида нагрузки и морфологического субстрата ишемия, как правило, распространяется центробежно от полости ЛЖ: она охватывает, прежде всего, субэндокардиальный слой, тогда как субэпикардиальный слой вовлекается позднее, в случае, если ишемия сохраняется. В самом деле, внесосудистое давление в субэндокардиальных слоях выше, чем в субэпикардиальных, что приводит к большим метаболическим потребностям (напряжение стенки ЛЖ является основным фактором потребления миокардом кислорода) и увеличивает сопротивление кровотоку. В отсутствие ишемической болезни сердца, коронарный резерв кровотока может уменьшаться при микрососудистом поражении (синдром Х) или гипертрофии ЛЖ (артериальная гипертензия). При этих состояниях стенокардия с депрессией сегмента ST может сопровождаться регионарными изменениями перфузии, как правило, в отсутствие каких-либо нарушений локальной сократимости при нагрузке. Нарушения локальной сократимости более специфичны для диагностики ишемической болезни сердца, чем нарушения коронарного резерва и/или перфузии.

**Заключение: нарушения локальной сократимости и перфузии миокарда (или коронарного резерва) являются более точными признаками для выявления и определения локализации ишемической болезни сердца, чем изменения на ЭКГ. Однако, нарушения локальной сократимости более специфичны, так как возникают только при ишемии миокарда, тогда как изменения перфузии миокарда более чувствительны и могут происходить в отсутствие истинной ишемии.**

# Факторы, провоцирующие ишемию

Наиболее часто при стресс-ЭхоКГ используются физическая нагрузка, добутамин и дипиридамол. Физическая нагрузка провоцирует ишемию на фоне увеличения потребности в кислороде и используется наиболее часто. Однако из 5 пациентов с показаниями к стресс-ЭхоКГ один не сможет выполнить физическую нагрузку, еще один достигнет лишь субмаксимального уровня нагрузки, а еще у одного ЭКГ не позволит интерпретировать динамику сегмента ST. Таким образом, использование метода, независимого от физической нагрузки, позволяет расширить возможности выполнения стресс-ЭхоКГ.

Использование фармакологических препаратов для стресс-ЭхоКГ позволяет минимизировать гипервентиляцию, тахикардию, гиперкинетичность нормальных стенок и чрезмерную экскурсию грудной клетки, которые затрудняют ультразвуковое исследо вание во время физической нагрузки. Все эти факторы ухудшают качество изображения, а плохая визуализация при стресс-ЭхоКГ ведет к значительному увеличению межисследовательской вариабельности и снижению диагностической точности.

Дипиридамол (или аденозин) и добутамин действуют на разные рецепторы: добутамин стимулирует адренорецепторы, тогда как дипиридамол, аккуму- лирующий эндогенный аденозин, стимулирует аденозиновые рецепторы. Они индуцируют ишемию посредством разных гемодинамических механизмов: добутамин преимущественно увеличивает потребность миокарда в кислороде, а дипиридамол (или аденозин) в основном уменьшает субэндокардиальный кровоток. В присутствии коронарного атеросклероза дилатация артериол в соответствующем регионе может парадоксально негативно влиять на региональные миокардиальные слои, так как улучшение кровоснабжения хорошо перфузируемых в условиях покоя регионов происходит за счет регионов или слоев с пограничным балансом кровотока в состоянии покоя.

Анатомическим субстратом для возникновения “вертикального обкрадывания” является стеноз эпикардиальной коронарной артерии. При этом субэпикардиальный слой “обкрадывает” субэндокардиальный слой. Патофизиологическим механизмом вертикального “обкрадывания” служит снижение перфузионного давления на уровне стеноза. При наличии коронарного стеноза введение коронарных вазодилататоров приводит к падению постстенотического давления и, как следствие, критическому снижению субэндокардиального перфузионного давления, которое в свою очередь провоцирует уменьшение абсолютного субэндокардиального кровотока, несмотря на субэпикардиальную гиперперфузию. Утолщение миокарда тесно связано с нарушением именно субэндокардиального, а не трансмурального кровотока, что объясняет развитие нарушения локальной сократимости на фоне ишемии, несмотря на увеличение трансмурального кровотока. Так как потребность субэндокардиального слоя миокарда в кислороде больше, чем субэпикардиального, резистивные сосуды субэндокардиального слоя расширяются больше, чем субэпикардиального, неизбежно приводя к селективной гипоперфузии субэндокардиального слоя. “Горизонтальное обкрадывание” возникает при наличии коллатеральной циркуляции между двумя сосудистыми бассейнами. “Обкрадывание” миокарда происходит в бассейне, питаемым более стенозированным сосудом. При этом артериолярный резерв вазодилатации должен быть сохранен, по крайней мере, частично в сосуде-доноре и отсутствовать в сосуде, получающем коллатеральный кровоток. При введении вазодилататоров кровоток в зоне коллатерального кровоснабжения уменьшается в сравнении с состоянием покоя. Несмотря на различные патофизиологические механизмы развития ишемии, при применении высоких доз препаратов в соответствии с апробированными протоколами дипиридамол и добутамин обеспечивают сходную диагностическую точность.

**Заключение: физическая нагрузка, добутамин и вазодилататоры (в адекватных высоких дозах) при стресс-ЭхоКГ одинаково эффективны для провокации нарушений сократимости на фоне критического стеноза эпикардиальных коронарных артерий. Добутамин и физическая нагрузка в основном действуют за счет увеличения потребности миокарда в кислороде, тогда как дипиридамол и аденозин вызывают уменьшение субэндокардиального кровотока вследствие непропорциональной вазодилатации и развития феномена “обкрадывания”.**

# Диагностические критерии

Все варианты стресс-ЭхоКГ заключений могут быть легко представлены в виде формул, основанных на фундаментальных типах ответа миокарда: нормальный, ишемический, жизнеспособный и рубцовый. При нормальном ответе нормокинетичные сегменты в покое остаются нормокинетичными или переходят в гиперкинез во время теста. При ишемическом ответе сократительная функция сегментов ЛЖ ухудшается во время нагрузки от нормокинеза до гипокинеза, акинеза или дискинеза (как правило, для положительного теста необходимо развитие нару шений сократимости, по крайней мере, в двух смежных сегментах.

При рубцовом варианте ответа сегменты, имеющие дисфункцию в покое, остаются без динамики на фоне нагрузки. При жизнеспособном ответе сегменты с дисфункцией в покое могут демонстрировать постоянное улучшение функции во время пробы, соответствуя оглушенному миокарду (без риска ишемии), или улучшение функции на ранних этапах пробы с последующим ухудшением на пике нагрузки (двухфазный ответ).

Двухфазный ответ соответствует гибернированному миокарду (риск ишемии), сократительная функция которого часто улучшается после реваскуляризации. Акинез в покое, переходящий в дискинез во время пробы, обычно является следствием пассивного механического увеличения внутрижелудочкового давления под действием нормально сокращающихся стенок, и не должен рассма- триваться как признак ишемии.

Как и у большинства визуализирующих технологий, при стресс-ЭхоКГ некоторые особенности пациента могут ограничивать качество изображения, что в свою очередь может снижать точность метода. Например, ожирение и заболевания легких могут приводить к плохой визуализации примерно у 10% больных. В настоящее время для улучшения визуализации эндокарда рекомендуется применение режима тканевой гармоники и использование ультразвуковых контрастных веществ. Учитывая субъективность интерпретации сократимости миокарда, улучшение качества визуализации может уменьшить межисследовательскую вариабельность.

**Заключение: все виды ответов миокарда на нагрузку при стресс-ЭхоКГ могут быть сведены к четырем типам: нормальный (покой = нагрузка = нормальная функция), ишемический (покой = норма; нагрузка = нарушение сократимости); рубцовый (покой = нагрузка = наруше- ние сократимости); жизнеспособный (покой = наруше- ние сократимости; нагрузка = норма или двухфазный ответ).**

**Четкая визуализация эндокарда является ключевым фактором для оптимальной интерпретации результатов стресс-ЭхоКГ. Рекомендуется рутинное использование тканевой гармоники (при её наличии) для оптимальной визуализации границ эндокарда. При неоптимальной визуализации для улучшения определения границ эндокарда можно использовать контрастные средства.**

# Методика. Общие положения

Во время стресс-ЭхоКГ электроды ЭКГ размещают стандартным образом на конечностях и грудной клетке, немного смещая вверх или вниз при необходимости освободить найденное оптимальное акустическое окно. 12-канальная ЭКГ регистрируется в покое и каждую минуту на протяжении исследования. Одно отведение ЭКГ также постоянно отображается на мониторе эхокардиографа для оценки изменений сегмента ST и аритмий врачом, проводящим исследование. АД измеряют в состоянии покоя и на каждой ступени нагрузки. Обычно регистрируются эхокардиографические изображения в парастернальных позициях по длинной и короткой осям, апикальных четырех- и двух- и трехкамерной позициях. В некоторых случаях используются субкостальные позиции. Изображения из всех позиций записываются в состоянии покоя и сохраняются в цифровом формате. Для сравнительного анализа используется режим с одновременным показом четырех изображений на экране. Запись изображений только на видеопленку недостаточна и может использоваться в качестве резервной в случаях технической неисправности.

Далее проводится непрерывное мониторирование эхокардиограммы с периодической регистрацией изображений. При наличии очевидных или возможных нарушений локальной сократимости проводится полноценное ЭхоКГ обследование с записью всех необходимых позиций, что позволяет оптимально документировать наличие и распространенность ишемии миокарда. Те же самые позиции получают и регистрируют во время фазы восстановления после прекращения пробы (физическая нагрузка или стимуляция) или назначения антидота (аминофиллин для дипиридамола, бета-блокатор для добутамина, нитроглицерин для эргометрина). Иногда ишемия может регистрироваться поздно, уже после прекращения инфузии препаратов. В этом случае транзиторные нарушения сократимости во время пробы могут быть оценены сравнением нагрузки с покоем, нагрузки с восстановлением и с пиком нагрузки. Необходимо получить аналогичные изображения в одних и тех же позициях на каждой ступени пробы. Анализ исследования обычно проводят с использованием 16- или 17 сегментной модели ЛЖ и 4-бальной шкалы оценки локальной сократимости.

Диагностически значимыми критериями прекращения стресс-ЭхоКГ являются достижение максимальной дозы препарата (для фармакологического теста) или максимальной нагрузки (для теста с физической нагрузкой), достижение целевой ЧСС, очевидные ЭхоКГ признаки положительной пробы (акинез 2-х или более сегментов ЛЖ), выраженная боль в грудной клетке или очевидные ЭКГ признаки положительной пробы (смещение сегмента ST более

2 мм). Диагностически незначимыми критериями прекращения стресс-ЭхоКГ являются непереносимые симптомы или ограничивающие бессимптомные побочные эффекты, такие как артериальная гипертензия (повышение систолического АД>220 мм рт. ст. или диастолического АД>120 мм рт. ст.), симптомная артериальная гипотензия со снижением АД>40 мм рт ст., наджелудочковые аритмии (суправентрикулярная тахикардия или фибрилляция предсердий), сложные желудочковые нарушения ритма (желудочковая тахикардия или частые полиморфные желудочковые экстрасистолы).

**Заключение: для проведения безопасного исследования с оптимальной диагностической точностью требуется применение стандартных протоколов стресс-ЭхоКГ. Во время стресс-ЭхоКГ в дополнение к ЭхоКГ, необходимо тщательное мониторирование жизненных функций (клинический статус, ЧСС, АД, ЭКГ). Проба должна проводиться кардиологами, владеющими техникой проведения реанимационных мероприятий.**

# Особенности различных протоколов стресс-ЭхоКГ

Наиболее часто стресс-ЭхоКГ проводится с физической нагрузкой, добутамином или дипиридамолом.

Физическая нагрузка

Стресс-ЭхоКГ с физической нагрузкой выполняется с использованием протоколов для тредмила или велоэргометра. При выполнении тредмил-теста мониторирование ЭхоКГ затруднено, поэтому большинство протоколов предполагают выполнение ЭхоКГ сразу после прекращения нагрузки. Необходимо начать постнагрузочное сканирование максимально быстро (за период не более 1 минуты после прекращения нагрузки). Для этого пациент должен немедленно переместиться с тредмила на кушетку и занять положение на левом боку. Сканирование должно быть выполнено в пределах 1–2 минут. Эта методика основана на предположении о том, что нарушения локальной сократимости сохраняются достаточно долго после прекращения нагрузки и смогут быть обнаружены в фазу восстановления. При быстром восстановлении сократимости результат теста будет ложноотрицательным. Преимуществом использования тредмила является его широкая рас- пространенность и привычность ходьбы для пациента, в то время как на велосипеде многие больные не могут выполнять нагрузку. Данные о толерантности к физической нагрузке, величине прироста ЧСС, сердечном ритме и динамике АД анализируются и вместе с локальной сократимостью становятся частью окончательного заключения.

Стресс-ЭхоКГ с выполнением нагрузки на велоэргометре может осуществляться в вертикальном положении или в положении лежа. Больные крутят педали в постоянном темпе (обычно частота педалирования 60 оборотов в минуту) при увеличивающемся сопротивлении вращению педалей. Нагрузка увеличивается ступенчато с одновременным выполнением ЭхоКГ. Для успешного выполнения стресс-ЭхоКГ с велоэргометрией (ВЭМ) требуется сотрудничество пациента (поддержание правильного темпа при педалировании). Основным преимуществом использования ВЭМ является возможность регистрации изображений на различных этапах нагрузки (а не только после нагрузки). Хотя изображения могут быть получены на протяжении всего времени выполнения нагрузки, в большинстве случаев интерпретация результатов основана на сравнении изображений в покое и на пике нагрузки. В положении пациента лежа на спине получать изображения различных ЭхоКГ позиций во время выполнения ступенчатой нагрузки относительно легко. С появлением велоэргометров, позволяющих отклонить корпус пациента влево, качество визуализации еще больше улучшилось. В вертикальном положении изображения можно получить, как правило, только из апикального или субкостального доступа. Если попросить пациента наклониться кпереди над поручнем и вытянуть руки, в большинстве случаев удается получить изображения сердца из апикального доступа. Для получения субкостальной позиции необходимо, чтобы пациент немного прогнулся спиной вперед, при этом, следует обращать внимание на получение неукороченного изображения верхушки ЛЖ.

Добутамин

Стандартный протокол стресс-ЭхоКГ с добутамином предполагает непрерывное внутривенное введение добутамина, начиная с 5 мкг/кг/мин и увеличение его дозы каждые 3 минуты до 10, 20, 30 и 40 мкг/кг/мин. Если не достигнуты критерии пре- кращения нагрузки, добавляют атропин (в дозе 0,25 мг каждую минуту до максимальной дозы 1 мг) на фоне продолжающейся инфузии добутамина в дозе 40 мкг/кг/мин. Ранее предлагались более консервативные протоколы с большей продолжительностью ступеней и максимальной дозой добутамина 20–30 мкг/кг/мин, однако их чувствительность невысока. Более агрессивные протоколы с максимальными дозами добутамина 50–60 мкг/кг/мин и атропина 2 мг не полностью доказали свою безопасность. Кроме того, до настоящего времени в крупных исследованиях не продемонстрировано их преимущество над стандартным протоколом.

Дипиридамол

Стандартный протокол стресс-ЭхоКГ с дипиридамолом подразумевает внутривенное введение 0,84 мг/кг дипиридамола в течение 10 минут в два этапа: 0,56 мг/кг за 4 минуты (“стандартная доза”), после 4-минутного перерыва, если тест все еще отрицательный, то дополнительно вводится 0,28 мг/кг за 2 минуты. Если не достигнуты критерии прекращения нагрузки, то добавляют атропин (в дозе 0,25 мг до максимальной дозы 1 мг). Полная доза дипиридамола 0,84 мг/кг может быть введена также за 6 минут. Чем короче время инфузии, тем больше чувствительность. Аминофиллин (240 мг) должен быть приготовлен на случай немедленного быстрого введения при развитии неблагоприятных явлений, связанных с дипиридамолом, и обычно вводится в конце пробы незави симо от ее результата.

Аденозин

Аденозин можно использовать по схожей методике. Обычно вводится доза 140 мг/кг/мин в течение 6 минут. Эхокардиографические изображения регистрируются до и на фоне введения аденозина.

Электрическая стимуляция

При наличии у пациента постоянного электрокардиостимулятора, его можно использовать для проведения абсолютно неинвазивного стресс теста, путем перепрограммирования водителя ритма на более высокую ЧСС. Стимуляцию начинают с частоты 100 ударов в минуту и увеличивают каждые 2 минуты на 10 ударов до субмаксимальной ЧСС (85% от возрастной максимальной ЧСС) или до достижения дру гих стандартных критериев прекращения нагрузки. Тот же самый протокол можно выполнить в ускоренном варианте с более короткими ступенями (20–30 сек каждая) до целевой ЧСС. Однако некоторые искусственные водители ритма не позволяют программирование до целевой ЧСС, что является основным ограничением метода. Возможности устройства необходимо проверять, до назначения данного варианта стресс-ЭхоКГ. Двухмерная ЭхоКГ регистрируется до начала стимуляции и на протяжении всей пробы. Окончательная запись проводится после 3 минут стимуляции на максимально достигнутой ЧСС (обычно 150 ударов в минуту) или на целевой ЧСС.

Тест на вазоспазм: эргометрин

Эргометрин вводится внутривенно болюсно (50 мкг) каждые 5 минут до получения положительного ответа или достижения суммарной дозы 0,35 мг. После каждой инъекции эргометрина регистрируется ЭКГ в 12 отведениях, а локальная сократимость ЛЖ мониторируется постоянно. Критериями положительной пробы являются появление транзиторной элевации или депрессии сегмента ST более 0,1 mV через 0,08 с после точки j (ЭКГ критерий) или обратимых нарушений локальной сократимости по данным двухмерной ЭхоКГ (ЭхоКГ критерий). Критериями прекращения теста являются положительный ответ по данным ЭКГ или ЭхоКГ, введение полной дозы эргоновина 0,35 мг, развитие значимых нарушений ритма или гемодинамики (систолическое АД >200 мм рт.ст. или <90 мм рт.ст). При патологическом ответе сразу начинается внутривенное введение нитроглицерина; также рекомендуется прием нифедипина сублингвально (10 мг) для профилактики возможных отсроченных эффектов эргометрина. Эти препараты могут быть назначены по необходимости.

**Заключение: для достижения оптимальной диагностической точности стресс-ЭхоКГ необходимо выполнение максимальной симптом-лимитированной нагрузки. При стресс-ЭхоКГ с физической нагрузкой предпочтительно использование “лежачего” велоэргометра. Стресс-ЭхоКГ с добутамином и дипиридамолом должны проводиться по высокодозовым протоколам, обеспечивающим высокую чувствительность, сопоставимую с выполнением максимальной физической нагрузки.**

# Диагностическая точность

Стресс-ЭхоКГ с физической и фармакологической (инотропная или вазодилататорная) нагрузкой имеют сопоставимую диагностическую точность. Выбор теста определяется относительными противопоказаниями. Лаборатории, выполняющие большой объем стресс-ЭхоКГ, должны выполнять три основные варианта стресс-тестов, чтобы иметь возможность использования стресс-ЭхоКГ у всех пациентов. Если предпочтительный вариант стресс-ЭхоКГ не удается довести до целевой ЧСС в связи с возникновением побочных эффектов, необходимо проведение другого варианта пробы, так как недостаточная нагрузка (физическая или фармакологическая) приводит к снижению диагностической ценности исследования.

# Прогностическое значение стресс-индуцированной ишемии миокарда

Наличие (или отсутствие) стресс-индуцированных нарушений локальной сократимости позволяет выделить группы больных с различным прогнозом. Эти результаты основаны на данных тысяч пациентов, полученных, в том числе, в рамках многоцентровых исследований при проведении стресс-ЭхоКГ с физической нагрузкой, добутамином и дипиридамолом. При обследовании 9000 больных при нормальном результате стресс-ЭхоКГ ежегодный риск неблагоприятных событий составил 0,4–0,9%, что сопоставимо с риском при нормальном результате перфузионной сцинтиграфии с нагрузкой. Таким образом, у больных с подозрением на наличие ИБС нормальный результат стресс-ЭхоКГ ассоциируется с прекрасным прогнозом, что позволяет избежать проведения коронарной ангиографии. Положительный и отрицательный результат пробы можно далее стратифицировать в соответствии с клиническими характеристиками (сахарный диабет, дисфункция почек и терапия во время проведения стресс-теста), данных ЭхоКГ в покое (глобальная систолическая функция ЛЖ) и дополнительными показателями стресс-ЭхоКГ (дилатация полости ЛЖ, резерв коронарного кровотока, реваскуляризация в анамнезе).

**Заключение: Стресс-ЭхоКГ с физической или фармакологической нагрузкой (инотропные препараты или вазодилататоры) имеют одинаковую прогностическую ценность для стратификации риска. Наибольшая доказательная база получена для стресс-ЭхоКГ с дипиридамолом, добутамином и физической нагрузкой. При нормальных результатах ЭхоКГ в покое и при стресс- ЭхоКГ ежегодный риск смерти составляет 0,4–0,9%, что сопоставимо с риском при нормальных результатах перфузионной сцинтиграфии миокарда с нагрузкой. Таким образом, у больных с подозрением на ИБС нормальные результаты стресс-ЭхоКГ свидетельствуют о хорошем прогнозе и позволяют избежать проведения коронарной ангиографии.**

# Показания для оценки жизнеспособного миокарда. Определение и его прогностическое значение

К настоящему времени самый большой опыт диагностики жизнеспособного миокарда накоплен при стресс-ЭхоКГ с низкими дозами добутамина, применение которого является наиболее предпочтительным. В то же время возможна оценка жизнеспособного миокарда с использованием низких доз дипиридамола или небольшой физической нагрузки, а также эноксимона.

При ишемии миокарда снижение сократимости может происходить из-за некроза миокарда, оглушения или гибернации. Если некроз миокарда, как правило, приводит к необратимой дисфункции миокарда, то оглушение и гибернация соответствуют обратимой дисфункции миокарда. Реваскуляризация при хронической обратимой дисфункции миокарда, которая обозначается как гибернированный или жизнеспособный миокард, служит важным методом лечения при сердечной недостаточности ишемического генеза. В обсервационных исследованиях было показано, что больные с ишемической дисфункцией ЛЖ и значимым объемом жизнеспособного миокарда (не менее 5 сегментов или изменение ИНЛС>0,25) имеют более низкую послеоперационную летальность, большее улучшение локальной и глобальной сократимости ЛЖ, менее выраженные симптомы сердечной недостаточности и лучшую долгосрочную выживаемость после реваскуляризации, чем больные, имеющие большой объем нежизнеспособного миокарда.

В большинстве лабораторий используется протокол стресс-ЭхоКГ с введением низких доз добутамина на двух этапах (5 и 10 мкг/кг/мин), продолжительность каждого этапа – 3 мин. Некоторые исследователи начинают пробу с еще более низкой дозы 2,5 мкг/кг/мин, так как у больных с критическим стенозом коронарной артерии ишемия миокарда может быть спровоцирована даже на таких низких дозах, как 5 мкг/кг/мин. Переход к высоким дозам добутамина, даже при условии выявления сократительного резерва при введении низких доз, позволяет достичь “двухфазного ответа” сократимости. Неудивительно, что “двухфазный ответ” сократимости в сравнении с другими возможными реакциями на добутамин обладает наилучшей предсказательной ценностью улучшения сократительной функции ЛЖ на фоне реваскуляризации. По результатам недавнего исследования при отсутствии динамики или постоянном улучшении функции на низких и высоких дозах добутамина после реваскуляризации менее 15% сегментов ЛЖ восстанавливали свою функцию, тогда как при двухфазном ответе сократительная функция после реваскуляризации восстанавливалась в 72% сегментов. Таким образом, при отсутствии противопоказаний рекомендуется комбинированный протокол с низкими и высокими дозами добутамина.

**Заключение: стресс-ЭхоКГ с добутамином является наиболее широко используемым методом для оценки жизнеспособности миокарда. Данный тест показан больным с систолической дисфункцией ЛЖ при решении вопроса о необходимости реваскуляризации миокарда. При противопоказаниях к введению добутамина или его плохой переносимости для выявления локального резерва сократимости жизнеспособного миокарда можно использовать другие виды нагрузки (низкий уровень физической нагрузки, аденозин, дипиридамол и эноксимон).**

# Диагностическое и прогностическое значение резерва коронарного кровотока во время стресс- ЭхоКГ с вазодилататорами

Определение резерва коронарного кровотока (РКК) при нагрузке вносит свои особенности в выбор стресс-теста, используемых датчиков и методики исследования. Кроме традиционных эхо- кардиографических позиций, используемых при стресс-ЭхоКГ, в протокол стресс-ЭхоКГ включаются специфические проекции для визуализации левой передней межжелудочковой артерии (ПМЖА). Задняя нисходящая артерия и левая огибающая артерия также могут быть визуализированы, но с большими трудностями и менее успешно. Использование резерва коронарного кровотока, как самостоятельного диагностического критерия имеет так много принципиальных ограничений, что представляет исключительно академический интерес: во-первых, исследуется только ПМЖА, во-вторых, РКК не позволяет дифференцировать микрососудистую дисфункцию и макрососудистое поражение коронарных артерий. Таким образом, более интересно (и практически более значимо) определять дополнительную ценность РКК к стандартной оценке нарушений локальной сократимости в бассейне ПМЖА. Оценка РКК увеличивает чувствительность стресс-ЭхоКГ для диагностики поражения ПМЖА при незначительном уменьшении специфичности. По многим показателям анализ РКК и локальной сократимости дают взаимодополняющую информацию во время стресс-теста. С патофизиологической точки зрения, для возникновения нарушений локальной сократимости при нагрузке требуется ишемия, тогда как ухудшение РКК может наблюдаться и при отсутствии стресс-индуцированной ишемии. Нормальный РКК имеет более высокое отрицательное прогностическое значение. Данные о кровотоке и функции дополняют друг друга, так как возникновение нарушений локальной сократимости более специфично для ИБС, а нормальный РКК более ценен для исключения ИБС. У больных с дилатационной кардиомиопатией нарушения РКК при введении дипиридамола позволяют выделить группу больных с высоким риском прогрессирования систолической дисфункции ЛЖ и сердечной недостаточности. При этой же патологии комбинированная оценка РКК и контрактильного резерва обладает дополнительной прогностической ценностью. Комбинация обычного анализа локальной сократимости в двухмерном режиме с оценкой РКК, по данным импульсноволнового допплеровского исследования в средних и дистальных сегментах ПМЖА, имеет дополнительное прогностическое значение у больных с подтвержденной или предполагаемой ИБС. Уменьшение РКК служит дополнительным показателем выраженности ишемии в стратификации риска по данным стресс-ЭхоКГ, тогда как больные с отсутст вием нарушений локальной сократимости на нагрузке и нормальным РКК при стресс-ЭхоКГ с дипиридамолом имеют благоприятный прогноз.

**Заключение: При наличии необходимого оборудова ния и опыта рекомендуется проводить комбинированную стресс-ЭхоКГ оценку с вазодилататором с диагностической и прогностической целью. Оценка резерва коронарного кровотока в бассейне ПМЖА возможна в большинстве случаев при наличии опыта, однако не подходит в качестве самостоятельного и независимого диагностического критерия, вследствие низкой специфичности и ограниченности зоной ПМЖА. Тем не менее, определение резерва коронарного кровотока принципиально увеличивает прогностическую ценность стандартного анализа локальной сократимости ЛЖ.**

# Безопасность фармакологической стресс-ЭхоКГ

Незначительные, но ограничивающие побочные эффекты препятствуют достижению максимальной фармакологической нагрузки менее чем у 10% больных при использовании добутамина и менее чем у 5% пациентов при использовании дипиридамола.

Во-первых, фармакологический стресс-тест всегда должен проводиться в присутствии врача. Во-вторых, каждый нагрузочный тест связан с определенным, хотя и небольшим риском. В-третьих, не все нагрузочные тесты имеют одинаковый риск развития серьезных осложнений, при этом стресс- ЭхоКГ с добутамином, по-видимому, более опасна, чем другие фармакологические варианты стресс-ЭхоКГ, такие как с дипиридамолом или аденозином. Данные выводы сделаны на основании многоцентровых иссле- дований, мета-анализов, опубликованных исследований, проспективного регистра осложнений (Немецкий Регистр) и ретроспективных данных. Стресс-ЭхоКГ с физической нагрузкой, вероятно, более безопасна, чем фармакологические варианты.

**Заключение: Стресс-ЭхоКГ с физической нагрузкой более безопасна, чем фармакологические варианты. Среди фармакологических проб, дипиридамол более безопасен, чем добутамин. Как врач, так и больной должны знать о частоте осложнений. Частота осложнений (по данным литературы и собственного опыта конкретной лаборатории) должна быть указана в информированном согласии.**

# Показания для проведения Стресс-ЭхоКГ

Показания для проведения Стресс-ЭхоКГ можно сгруппировать в довольно широкие категории, которые, в конечном счете, могут охватывать подавляющее большинство больных:

1. диагностика ишемической болезни сердца;
2. оценка прогноза и стратификация риска у больных с установленным диагнозом (например, после перенесенного ИМ);
3. предоперационная оценка риска;
4. выявление возможных кардиальных причин одышки при физической нагрузке;
5. оценка пациентов после реваскуляризации миокарда;
6. определение локализации ишемии;
7. оценка степени выраженности клапанных стенозов.

Действует следующее правило: чем менее информативен ЭКГ-тест с физической нагрузкой, тем более строгими будут показания для проведения стресс- ЭхоКГ. С учетом этого можно выделить главные и особенные показания для выполнения стресс- ЭхоКГ:

1. больные, которым тест с физической нагрузкой противопоказан (например, при тяжелой артериальной гипертензии);
2. больные, которым тест с физической нагрузкой не может быть адекватно выполнен (например, при перемежающейся хромоте)
3. больные, у которых тест с физической нагрузкой был недостаточным для диагностики или его результаты были сомнительными;
4. полная блокада ЛНПГ или другие значительные изменения на ЭКГ в покое, затрудняющие интерпретацию ЭКГ во время проведения нагрузки;
5. субмаксимальный ЭКГ-тест.

Стресс-ЭхоКГ имеет наибольшее дополнительное диагностическое и прогностическое значение у больных с незавершенным или сомнительным результатом ЭКГ-теста с физической нагрузкой. Фармакологическая стресс-ЭхоКГ является методом выбора у больных, не способных достичь достаточного уровня физической нагрузки или которым она противопоказана. Результаты стресс-ЭхоКГ с физической и фармакологической нагрузкой должны использоваться как для стационарных, так и амбулаторных больных, как фактор, определяющий необходимость направления пациента на коронарную ангиографию. При любом варианте поражения коронарных артерий прогностическое значение реваскуляризации миокарда намного выше при документированной ишемии во время нагрузки. Больным с положительной пробой, особенно с факторами “высокого риска” (появление ишемии на низких дозах препарата или небольшой нагрузке, медленное восстановление и/или отсутствие эффекта от антидота, появление зон акинезии или дискинезии более чем в 5 сегментах ЛЖ), должны быть направлены на коронарную ангиографию.

**Заключение: стресс-ЭхоКГ не должна использоваться как первый метод с диагностической и прогностической целью у больных с доказанной или предполагаемой ишемической болезнью сердца. Стресс-ЭхоКГ проводится при недиагностическом результате ЭКГ- теста с физической нагрузкой или невозможности интерпретации ЭКГ (например: при полной БЛНПГ или работе электрокардиостимулятора). Чем менее информативен и/или более труден для анализа ЭКГ- тест с физической нагрузкой, тем более обоснованными являются показания для проведения стресс-ЭхоКГ.**

# Особые подгруппы пациентов

Клапанные пороки сердца

Применение стресс-ЭхоКГ при клапанных пороках сердца до сих пор исследуется, и не во всех клинических рекомендациях отражено значение этой методики у данной категории больных. Фактически, в документах Европейского Общества Кардиологов не упоминается диагностическое применение стресс-ЭхоКГ у этих пациентов, тогда как в документах Американской ассоциации сердца и американской коллегии кардиологов выделены определенные ситуации, при которых результаты стресс-ЭхоКГ влияют на решение о хирургическом лечении пациентов.

В некоторых особых случаях, например у больных с аортальным стенозом и низким трансклапанным градиентом, использование стресс-ЭхоКГ при принятии клинических решений значительно изменило прогноз пациентов. У отдельных пациентов с аортальным стенозом и низкой трансаортальной скоростью и градиентом давления, а также дисфункцией ЛЖ целесообразно определять трансклапанный градиент давления и рассчитывать площадь аортального клапана в покое и на фоне физической нагрузки или введения низких доз фармпрепарата (например, добутамина) для дифференцировки выраженного аортального стеноза от умеренного. Данный подход основан на том, что у больных, не имеющих в действительности анатомического выраженного аортального стеноза, во время нагрузки будет наблюдаться увеличение площади аортального отверстия при незначительном изменении трансклапанного градиента давления за счет увеличения ударного объема. Таким образом, если на фоне введения добутамина происходит увеличение ударного объема и увеличение площади аортального отверстия более чем на 0,2 см2 при незначительном изменении трансклапанного градиента давления, то наиболее вероятно, что исходная оценка выраженности аортального стеноза была завышенной. Наоборот, у пациентов с выраженным аортальным стенозом на фоне увеличения ударного объёма и трансклапанного градиента площадь аортального отверстия будет неизменной. У таких больных ожидается наиболее благоприятный ответ на хирургическое лечение. У больных без увеличения ударного объема при введении добутамина (<20%) (“недостаточный контрактильный резерв”) прогноз крайне неблагоприятный как при консервативном, так и при хирургическом лечении. Хотя у всех пациентов с низким сердечным выбросом и выраженным аортальным стенозом прогноз неблагоприятный, в группе больных с сохраненным контрактильным резервом при хирургическом лечении прогноз лучше, чем при консервативном лечении. При выборе тактики лечения больных с низкоградиентным аортальным стенозом необходимо принимать во внимание результаты стресс-ЭхоКГ с добутамином.

Ведение бессимптомных больных с аортальным стенозом продолжает оставаться поводом для дебатов. Широкие различия в индивидуальных исходах заставляют поднимать вопрос о раннем плановом хирургическом лечении. В этом отношении представляет интерес использование теста с физической нагрузкой, и в нескольких исследованиях уже было показано его прогностическое значение. Данные, полученные при стресс-ЭхоКГ, обладают дополнительной прогностической ценностью к результатам ЭхоКГ в покое или нагрузочного ЭКГ-теста. Низкая толерантность к физической нагрузке с развитием одышки или депрессии сегмента ST связана с неблагоприятным прогнозом. Повышение среднего трансклапанного градиента давления более, чем на 20 мм рт.ст., может свидетельствовать о худшем прогнозе и может в пограничных случаях способствовать решению о раннем протезировании. Для включения данного показателя в рутинную тактику обследования бессимптомных больных с высокоградиентным аортальным стенозом требуются дополнительные исследования.

**Заключение: при дисфункции ЛЖ и низкоградиентном аортальном стенозе рекомендуется проведение стресс- ЭхоКГ с низкими дозами добутамина для оценки тяжести аортального стеноза. У бессимптомных больных с тяжелым аортальным стенозом стресс-ЭхоКГ с физической нагрузкой может играть важную роль при определении тактики ведения больного.**

## Значение стресс-ЭхоКГ с допплеровским исследованием в оценке больных с митральным стенозом при несоответствии тяжести клинической картины и степени выраженности стеноза.

Выполненное в покое трансторакальное ЭхоКГ исследование обычно предоставляет достаточно информации для определения тактики ведения бессимптомных больных с небольшим митральным стенозом (которые получают консервативное лечение) и для больных с симптомами на фоне умеренного и тяжелого митрального стеноза, которые являются кандидатами для выполнения чрескож ного или оперативного лечения. Тем не менее, у некоторых больных может требоваться детальная оценка гемодинамической значимости стеноза в случаях, когда клиническая картина не соответствует степени выраженности стеноза. У бессимптомных больных с тяжелым стенозом (средний градиент >10 мм рт.ст. и площадь отверстия митрального клапана меньше 1,0 см 2) или у больных с клиническими проявлениями и умеренным стенозом (средний градиент от 5 до 10 мм рт.ст. и площадь отверстия митрального клапана от 1,0 до 1,5 см 2) измерение давления в легочной артерии во время физической нагрузки (или введения добутамина) может помочь дифференцировать пациен- тов, которым показано хирургическое лечение, от тех, кому показана консервативная терапия. У этой группы больных измерение систолического давления в легочной артерии (по скорости трикуспидальной регургитации) и трансмитрального градиента давления во время физической нагрузки может быть использовано вместо инвазивных данных, и таким образом позволяет избежать катетеризации.

**Заключение: стресс-ЭхоКГ с физической нагрузкой (или добутамином) с акцентом на определение трансмитрального градиента давления и давления в легочной артерии позволяет оценить характер симптомов у больных с митральным стенозом, у которых данные ЭхоКГ в покое не позволяют определиться между протезированием клапана и консервативной терапией.**

## Стресс-ЭхоКГ с допплеровским исследованием в оценке больных с недостаточностью клапанов.

В некоторых случаях, когда симптомы у пациента не соответствуют выраженности регургитации, стресс-ЭхоКГ может выявить больных с неблагоприятным прогнозом. Недостаточный контрактильный резерв, а именно отсутствие увеличения ФВ ЛЖ на фоне нагрузки, позволяет выявить больных с латентной дисфункцией ЛЖ, которым может быть показано оперативное лечение. По рекомендациям ACC/AHA возможным показанием к хирургическому лечению у больных с латентной систолической дисфункцией ЛЖ является недостаточный контрактильный резерв в сочетании с повышением систолического давления в легочной артерии на фоне нагрузки выше 60 мм рт.ст. У больных с ревматическим поражением митрального клапана, – небольшим митральным стенозом и регургитацией в покое стресс-ЭхоКГ с физической нагрузкой может выявить выраженную митральную регургитацию. Кроме того, стресс-ЭхоКГ имеет значение для выявления динамической гемодинамически значимой митральной регургитации у больных с систолической дисфункцией ЛЖ. У некоторых больных динамическая митральная регургитация может быть причиной отека легких и является предиктором плохого прогноза. У больных с увеличением эффективной площади отверстия регургитации или систолического давления в легочной артерии на пике нагрузки, отмечается более высокая частота осложнений и смертности. Как и у больных с хронической митральной регургитацией, при ведении бессимптомных больных с выраженной аортальной регургитацией следует особенно опасаться развития необратимой дисфункции ЛЖ. У больных с нормальной функцией в покое увеличение контрактильного резерва на фоне физической нагрузки или введения добутамина является предиктором улучшения функции ЛЖ после протезирования клапана. Ценность определения контрактильного резерва сохраняется и у больных с аортальной регургитацией с развившейся дисфункцией ЛЖ. Любое увеличение ФВ ЛЖ на фоне стресс-ЭхоКГ с добутамином является предиктором восстановления систолической функции и благоприятного исхода после операции. Несмотря на эти данные, возможности стресс-ЭхоКГ при аортальной регургитации не так хорошо изучены, по сравнению с митральной регургитацией.

**Заключение: стресс-ЭхоКГ может использоваться для оценки клапанной регургитации при несоответствии симптомов и степени выраженности регургитации по данным ЭхоКГ в покое.**

Обследование перед внесердечными операциями

Больные, которым проводятся внесердечные операции, имеют существенный риск сердечно- сосудистых осложнений и смертности. При этом инфаркт миокарда во время операции является наиболее частым осложнением. Имеются данные о том, что основным механизмом развития такого инфаркта является надрыв бляшки в коронарной артерии, с формированием тромба и последующей окклюзией сосуда, аналогично инфарктам миокарда, не связанным с хирургическим вмешательством. Вероятность надрыва бляшки определяется ответом на операцию, который включает в себя выделение провоспалительных цитокинов, выброс катехоламинов, с увеличением гемодинамической нагрузки, развитие вазоспазма, снижение фибринолитической активности, активацию тромбоцитов и последующую гиперкоагуляцию. Этим механизмом объ ясняется половина неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, возникающих при хирургическом вмешательстве. У пациентов с установленным диагнозом ИБС периоперационный инфаркт миокарда может быть обусловлен длительным нарушением баланса между потребностью миокарда в кислороде и его доставкой из-за продолжительной тахикардии и увеличения сократимости миокарда. По эпидемиологическим данным известно, что ишемическая болезнь сердца является ведущей причиной осложнений и смертности после сосудистых и общехирургических операций. Диагностическим и терапевтическим следствием этих выводов является необходимость эффектив- ного выявления ИБС и определение периоперационного риска пациентов до операции. У пациентов низкого и среднего риска, с предполагаемым периоперационным риском сердечно-сосудистых событий менее 5%, этот риск может быть точно определен с использованием клинических шкал (например, A. Detsky или L. Goldman), ЭКГ и ЭхоКГ в покое. Однако у пациентов с предполагаемым риском более 5%, рекомендуется дополнительное проведение провокационных тестов. Стресс-ЭхоКГ с фармакологической нагрузкой, вероятно, является методом выбора, так как позволяет получить данные, как о патологии клапанов, так и об ишемии миокарда. Возможности стресс-ЭхоКГ с физической нагрузкой ограничены из-за низкой толерантности пациентов к физической нагрузке, в основном связанной с показаниями к операции, такими как заболевания суставов или сосудов. Сцинтиграфия миокарда и стресс-ЭхоКГ с фармакологической нагрузкой имеют сопоставимое прогностическое значение для выявления стресс-индуцированной ишемии. Без сомнений стресс-ЭхоКГ с дипиридамолом и добутамином имеет очень высокое отрицательное прогностическое значение (90–100%); отрицательный результат ассоциируется с очень низкой частотой неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, и даёт основание провести безопасное хирургическое вмешательство. Тест позволяет стратифицировать риск как периоперационных, так и отдаленных неблагоприятных событий. На сегодняшний день проведение коронарной реваскуляризации перед операцией на периферических сосудах у больных с положительным результатом стресс-ЭхоКГ не считается обоснованным, за исключением случаев, когда результаты предполагают поражение ствола левой коронарной артерии или его эквивалент (например, двухсосудистое поражение с наличием проксимального стеноза ПМЖА. Более консервативный подход, c активным кардиологическим наблюдением в сочетании с фармакологической кардиопротекцией кардиоселективными бета-блокаторами и статинами, может быть выбран у больных с менее выраженной ишемической реакцией при нагрузке. Стратификация риска по данным стресс- ЭхоКГ с фармакологической нагрузкой, возможно, является наиболее ценной для пациентов старше 70 лет, с наличием или анамнезом стенокардии, инфаркта миокарда и сердечной недостаточности. У остальных пациентов частота неблагоприятных событий на фоне бета-блокаторов настолько низка, что для стратификация риска с помощью стресс- ЭхоКГ, по всей видимости, нет оснований.

**Заключение: стресс-ЭхоКГ рекомендуется пациентам с высоким риском и наличием ИБС в анамнезе перед плановым хирургическим вмешательством высокого риска и не рекомендуется пациентам с низким или умеренным риском.**

# Противопоказания к проведению стресс-ЭхоКГ

Плохое акустическое окно затрудняет выполнение любого варианта стресс-ЭхоКГ. Сложности при проведении Эхо-КГ в покое значительно увеличивают вероятность получения не интерпретируемых результатов исследования во время нагрузки, и должны быть показанием для проведения стресс-ЭхоКГ с фармакологической нагрузкой, являющейся технически более простой. Однако данное ограничение для проведения стресс-ЭхоКГ в настоящее время не должно превышать 5% от всех направленных пациентов. С появлением новых технологий по изготовле нию датчиков и внедрением тканевой гармоники, а также благодаря внутривенным препаратам для контрастирования полости ЛЖ, оптимальная визуализация границ эндокарда стала возможна у подавляющего большинства пациентов и должна достигаться в каждой стресс-ЭхоКГ лабора- тории.

К специфическим противопоказаниям к проведению стресс-ЭхоКГ с дипиридамолом (или аденозином) относятся выраженные нарушения проводимости, так как аденозин может вызывать преходящую блокаду атриовентрикулярного узла, а также тяжелые бронхо-лёгочные заболевания, требующие постоянной терапии ксантинами, так как аденозин является сильным бронхоконстриктором. Больные с систолическим АД в покое ниже 100 мм рт.ст., как правило, не должны получать дипиридамол, а добутамин должен применяться с осторожностью. У большинства пациентов добутамин вызывает повышение систолического АД, но в некоторых случаях может приводить к его снижению. Дипиридамол обычно вызывает умеренное снижение систолического АД на 10–20 мм рт.ст., но иногда может привести к более выраженному его снижению. Аденозин более предпочтителен у пациентов с нестабильным поражением сонных артерий, так как у него небольшое время полураспада (менее 10 сек). У этих больных необходимо избегать развития выраженной артериальной гипертензии или длительной гипотензии, что делает аденозин препаратом выбора. Пациентам, не достигнувшим целевой ЧСС при применении добутамина, или индуцированной ишемии при применении дипиридамола, как правило, дополнительно вводится атропин. В данной ситуации атропин опасен только для пациентов с закрыто-угольной глаукомой, составляющих меньшую часть пациентов с глаукомой. Тяжелое заболевание предстательной железы также является противопоказанием для применения атропина.

# Заключение

Поскольку на диагностическую точность исследования влияет множество факторов, достоверную информацию по сравнительной ценности различных методик можно получить, только проводя непосредственное сравнение результатов у достаточно большого числа пациентов при соблюдении одинаковых условий. Достоинствами стресс-ЭхоКГ по сравнению с обычным нагрузочным ЭКГ-тестом являются более высокая чувствительность и, особенно, более высокая специфичность.

Согласно современным рекомендациям стресс- ЭхоКГ обладает более высокой специфичностью, более широкой областью применения, большим удобством в применении и меньшей стоимостью по сравнению с перфузионной сцинтиграфией миокарда.

К преимуществам перфузионной сцинтиграфии миокарда с нагрузкой относится более высокая частота технической успешности, более высокая чувствительность (особенно при однососудистом поражении огибающей артерии), более высокая точность при наличии множественных нарушений локальной сократимости ЛЖ в покое, а также более обширная база данных для оценки прогноза. В рекомендациях Европейского Кардиологического Общества по диагностике и лечению стабильной стенокардии указывается, что “в целом, стресс-ЭхоКГ и перфузионная сцинтиграфия миокарда как с физической, так и с фармакологической (с применением инотропных или вазодилатирующих препаратов) нагрузкой, имеют весьма близкие области применения. Выбор метода в большой степени зависит от возможностей учреждения и квалификации специалистов”.

Магнитно-резонансная томография (МРТ) – наиболее новая методика в области визуализации сердца. Ее достоинством является отсутствие ионизирующего облучения, однако, по сравнению с ЭхоКГ, это значительно более дорогостоящий и менее доступный метод. Вследствие высокой стоимости, большой продолжительности исследования и труднодоступности, рекомендуется использовать МРТ только в тех случаях, когда стресс-ЭхоКГ неинформативна или выполнить ее невозможно.

Высокая стоимость нагрузочных визуализирующих методик требует определенного финансового обоснования. Предложены три основных аргумента: во-первых, при отрицательном результате нагрузочной пробы с визуализацией миокарда риск сердечно-сосудистых событий настолько низкий, что позволяет отвергнуть необходимость реваскуляризации с прогностической точки зрения. Во-вторых, в отличие от обычной нагрузочной пробы использование тестов с визуализацией в определенных случаях снижает дальнейшую стоимость диагностических и лечебных мероприятий. В третьих, ряд исследований показал, что в сравнении с коронароангиографией (при которой выявление коронарных стенозов чаще всего заканчивается вмешательством) определение тактики лечения на основании результатов функциональных проб столь же эффективно с прогностической точки зрения, при меньшем уровне затрат. Принимая во внимание многочисленные данные о сравнительно одинаковой точности стресс- ЭхоКГ и перфузионной сцинтиграфии миокарда, выбор между этими методиками должен зависеть от оценки биологического риска, связанного с ионизирующим облучением. Такая тактика рекомендована как исполнительным Европейским Законодательством (1997), так и Европейской комиссией по Медицинской Визуализации (2001).

**Заключение: Стресс-ЭхоКГ является предпочтительной визуализирующей методикой, вследствие меньшей стоимости, широкой доступности и, что наиболее важно, отсутствия ионизирующего облучения. Сцинтиграфия миокарда с нагрузкой позволяет получить ту же информацию, что и стресс-ЭхоКГ, но каждое исследование приводит к облучению эквивалентному 600–1300 обычным рентгеновским исследованиям грудной клетки. Это несет значительный биологический риск как для пациента, так и для общества в целом, поскольку небольшой индивидуальный риск, умноженный на миллионы тестов в год, существенно влияет на всю популяцию.**

# Литература

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКОЙ АССОЦИАЦИИ СТРЕСС-ЭХОКАРДИОГРАФИЯ: СОГЛАСОВАННОЕ МНЕНИЕ ЭКСПЕРТОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКОЙ АССОЦИАЦИИ (EAE)

(ЧАСТЬ ЕВРОПЕЙСКОГО КАРДИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА)

Российский кардиологический журнал 2013; 4 (102), приложение 2

1. <https://lib.ossn.ru/jour/article/viewFile/579/397>
2. <https://cardiovascularultrasound.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-7120-11-30>
3. Старший Р., Лахири А.: Улучшенное выявление ишемии миокарда с помощью стресс-добутаминовой эхокардиографии с использованием “двухфазной” реакции утолщения стенки во время инфузии низких и высоких доз добутамина. Я.М. Колл Кардиол. 1995
4. Варга А., Родригес Гарсия М.А., Пикано Э.: Безопасность стресс-эхокардиографии (из международного реестра осложнений стресс-эхокардиографии)