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

Заведующий кафедрой

Д.м.н., профессор Матюшин Геннадий Васильевич.

Реферат на тему:

**Стресс-эхокардиография**

Выполнила:

Ординатор 2 года

Асташкевич Мария Анатольевна

Проверила:

К.м.н., доцент Савченко Елена Александровна

Красноярск 2021

**Стресс-эхокардиография с физической нагрузкой**

**История.**

Еще в 1979 г. были предприняты первые попытки выполнения двумерной ЭхоКГ во время пробы с физической нагрузкой. Лишь в 1985 г. удалось показать, что методика может быть использована в клинической практике. Но потребовалось еще около 10 лет, пока методика стала общепризнанной и клинически востребованной. Этот прогресс в значительной степени был обусловлен техническим улучшением эхоаппаратов. Датчики, дающие изображение высокого разрешения, и возможности цифровой архивации кадров позволили этой методике сегодня добиться высокой диагностической точности.

**Режим второй гармоники.** Особенно действенным подходом для улучшения распознавания эндокарда оказался режим второй гармоники, в котором улавливаются волны с частотой вдвое большей, чем исходная. Уменьшение реверберационных артефактов и подчеркивание линий эндокарда совершенствуют анализ локальных движений стенок миокарда. В различных исследованиях были показаны улучшение анализа локальной сократимости и более высокая диагностическая точность стресс-ЭхоКГ при использовании режима второй гармоники.

Так, Franke и соавт. показали, что в режиме второй гармоники среднее количество сегментов стенки желудочка, не поддающихся анализу во время нагрузки, снижается с 4,3 до 0,9 из 16 анализируемых сегментов. Кроме этого, улучшенная визуализация эндокарда приводит к увеличению согласованности между оценками эхокардиограммы двумя разными исследователями (повышение значение каппы Кохена с 0,40 до 0,69) и к повышению чувствительности в выявлении выраженной коронарной болезни сердца (с 64 до 92%).

Преимущества режима второй гармоники привели к тому, что сегодня его использование в стресс-ЭхоКГ считается обязательным, как это, например, зафиксировано в Меморандуме об обеспечении качества в эхокардиографии, составленном Германским обществом кардиологов.

Цифровые методы хранения изображений.

Существенным основанием для широкого признания и валидизации методики является доступность цифровых методов хранения изображений. Эти методы, интегрированные в современные ультразвуковые аппараты, позволяют на экране располагать рядом друг с другом фрагменты эхокардиограмм, зарегистрированных в покое и во время максимальной достигнутой нагрузки, что значительно облегчает их сравнение. Динамика движений миокарда при этом отображается в виде повторяющейся видеопетли. Как правило, доступны различные настройки изображения под индивидуальные требования, что позволяет сравнивать самые разные видеопоследовательности. Цифровые методы хранения данных позволяют существенно увеличить скорость и точность стресс-эхокардиографической диагностики.

**Преимущества и недостатки различных вариантов нагрузки.**

Существуют региональные различия в использовании конкретного варианта нагрузочной пробы. В то время как в США наибольшее применение находит тредмил-тест, в Европе чаще прибегают к велоэргометрии. Для последней существуют «сидячая» и «лежачая» разновидности. Основное преимущество велоэргометрии заключается в том, что регистрация эхокардиограммы может производиться в момент достижения максимальной нагрузки. Ведь нагрузочная ишемия и вызванные ей нарушения локальной сократимости в части случаев могут быстро снова исчезать. Если регистрация эхокардиограммы происходит не во время максимальной нагрузки или в очень короткий период (не дольше 1 мин) после нее, то индуцированные нарушения локальной сократимости могут быть уже не видны. Соответственно, при записи эхокардиограмм непосредственно во время максимальной нагрузки отмечается примерно на 10% более высокая чувствительность в диагностике КБС, чем при записи сразу после завершения нагрузки. Возможными недостатками велоэргометрии по сравнению с тредмил-эргометрией являются меньшая достижимая нагрузка и большая зависимость от участия пациента в достижении максимальной ступени. Преимуществами физической нагрузки по сравнению с фармакологической являются возможность немедленного прекращения пробы, дополнительно получаемая информация о функциональной толерантности пациента и возможность определения корреляции ишемической реакции с нагрузкой.

**Аппаратное обеспечение.** Необходимое аппаратное обеспечение состоит из прибора для двумерной ЭхоКГ, велоэргометра или тредмила, аппарата для регистрации ЭКГ в 12 отведениях, цифрового преобразователя и, по возможности, специальной эхокардиографической кушетки с вырезом для облегчения апикального доступа. Современные аппараты для велоэргометрии имеют специальное ложе с возможностью установки под различными углами наклона между горизонталью и вертикалью. Благодаря этому пациент может выполнять нагрузку, находясь в любом полусидячем положении. Кроме того, ложе должно иметь возможность наклона вбок, чтобы даже во время выполнения нагрузки обеспечить оптимальное положение для эходоступа. Конечно, помещение должно быть оборудовано необходимой реанимационной аппаратурой.

**Протокол нагрузки.**

В назначенный день пациент в течение всего времени до начала исследования не должен принимать антиангинальные препараты. Бета-блокаторы должны быть отменены за 3 дня до пробы. После наложения ЭКГ-электродов выполняется регистрация ЭКГ (12 отведений) и ЭхоКГ в покое; затем подается начальная нагрузка в 25 или 50 Вт. Как правило, каждые 2 минуты нагрузка увеличивается на 25 Вт. Следует стремиться к достижению максимальной для данного пациента нагрузки, или по крайней мере к 85% от возрастного максимума ЧСС (220 минус возраст), либо к другому уровню нагрузки, характеризуемому появлением кардиальных симптомов. Пробу с пациентами, недавно перенесшими инфаркт миокарда, ограничивают 70% максимальной возрастной ЧСС. Для выявления аритмий во время исследования проводится постоянная регистрация ЭКГ. Кроме того, на каждой ступени нагрузки сохраняется участок 12-канальной ЭКГ и измеряется артериальное давление.

**Критерии прекращения пробы.**

Обычно в качестве конечных точек выбираются следующие критерии: утомление пациента, появление ангинозных болей, одышка, тяжелая желудочковая аритмия, депрессия сегмента ST на ЭКГ не менее чем на 0,2 мВ, повышение систолического АД более 220 мм рт.ст., появление выраженного нарушения локальной сократимости. При этом следует заметить, что однозначного определения выраженности нарушения локальной сократимости, требующего прекращения пробы, не существует. Критерий прекращения также зависит от конкретной задачи исследования. Если требуется выявить многососудистое поражение, то допускается появление более выраженных нарушений локальной сократимости. Но при появлении дискинезии в двух и более коронарных зонах проба должна быть прекращена, чтобы предотвратить развитие осложнений. При тредмил-эргометрии нет возможности непрерывного эхокардиографического наблюдения и использования в качестве критерия прекращения появляющихся нарушений локальной сократимости.

**Стресс-эхокардиография с фармакологической нагрузкой**

**Показания и преимущества.**

Во многих случаях по причине ортопедического, сосудистого, неврологического или респираторного заболевания пациент не в состоянии выполнить пробу с физической нагрузкой в необходимом для кардиологического обследования объеме. Альтернативные варианты физической нагрузки (например, варианты ручной эргометрии) не получили распространения из-за низкой чувствительности в диагностике ишемической болезни сердца. В качестве подходящей альтернативы для пациентов с физическими ограничениями зарекомендовали себя фармакологические нагрузочные тесты; кроме того, они не зависят от мотивации пациента. Высокая практичность современных фармакологических проб привела к тому, что все больший успех получает их применение и у пациентов, которых можно подвергнуть физической нагрузке. При этом было выявлено то преимущество этого подхода, что удается избежать развивающейся при физической нагрузке гипервентиляции легких, затрудняющей высококачественную регистрацию эхокардиограмм на пике нагрузки. Кроме того, регистрация эхопоследовательностей во время фармакологической пробы происходит в условиях большего временного окна, чем это необходимо сделать в рамках эргометрии. Это облегчает, особенно для малоопытного исследователя, регистрацию высококачественных эхокардиограмм.

**Стресс-эхокардиография с добутамином.**

Среди фармакологических нагрузочных проб инфузия возрастающих доз добутамина является, конечно, самой распространенной. Добутамин - это катехоламин, обладающим первичным β1-миметическим действием и увеличивающий потребность миокарда в кислороде в результате повышения частоты и силы сердечных сокращений, в меньшей степени — в результате повышения артериального давления. Поэтому гемодинамические эффекты добутамина отличаются от таковых, возникающих при пробе с физической нагрузкой. Как правило, удается достигнуть уровня ЧСС 120-150/мин. Однако реакция пациентов на добутаминовую пробу заметно варьирует. Федеральным агентством по лекарственным препаратам и медицинским продуктам (Bundesinstitut fur Arzneimittel und Medizinprodukte, BfArM) добутамин разрешен к применению для стресс-ЭхоКГ, если для пациента невозможно выполнение физической нагрузки в достаточном для диагностических целей объеме.

**Протокол нагрузки.**

В большинстве протоколов каждая ступень нагрузки длится 3 мин, сама же нагрузка определяется как скорость инфузии: 10, 20, 30 и 40 мкг/кг/мин. Если же при помощи введения одного добутамина не удалось увеличить ЧСС в достаточной степени, можно дополнительно вводить атропин болюсными дозами по 0,25 мг каждую минуту до максимальной суммарной дозы в 1 мг. По-видимому, это увеличивает чувствительность добутаминовой стресс-ЭхоКГ, не снижая ее специфичности. Дополнительное введение атропина особенно успешно у пациентов, постоянно получающих бета-адреноблокаторы, поскольку удается достичь необходимой нагрузки на сердце и повысить чувствительность теста в диагностике коронарной болезни сердца. Во время пробы с добутамином проводится либо непрерывная, либо очень частая регистрация эхокардиограммы, чтобы своевременно выявить развивающиеся нарушения локальной сократимости.

**Побочные действия.**

В ходе добутаминового теста могут возникать самые разные побочные эффекты. Большинство из них относятся к слабым и самостоятельно купирующимся. Сюда относят: беспокойство пациента, страх, ощущения сердцебиений и жара; в некоторых случаях у больного появляются тахипноэ или неспецифические торакальные жалобы, не соответствующие ангинозным болям. Часто отмечаются одиночные желудочковые экстрасистолы, что не является указанием на наличие ИБС. К более редким осложнениям относятся желудочковые тахикардии, фибрилляция желудочков и инфаркт миокарда. Следствием введения добутамина может быть развитие фибрилляции предсердий, которую при ее дальнейшем персистировании следует купировать обычным образом. Особенным для добутаминовой пробы осложнением является развитие парадоксальной гипотензии. Это побочное действие описано с частотой до 20% всех исследуемых. В качестве причины предполагаются вазодилатация, ваговазальные реакции, динамическая обструкция выносящего тракта или прогрессирующая левожелудочковая недостаточность в условиях ишемии. В качестве дополнительного критерия прекращения пробы, кроме уже названных выше для пробы с физической нагрузкой, следует упомянуть снижение систолического давления более чем на 20 мм рт.ст. Противопоказаниями для введения атропина являются закрытоугольная глаукома, миастения и обструкция мочевыводящих путей. Тяжелые осложнения, особенно нарушения ритма высоких градаций, отмечаются чаще, чем при физической нагрузке. Однако тяжелые осложнения в совокупности все равно остаются редкими. В больших статистических обзорах описывается уровень около 0,3% тяжелых осложнений (желудочковые тахикардии, фибрилляция желудочков, выраженная гипотензия, инфаркт миокарда) (50, 68); фибрилляция предсердий - как правило, спонтанно купирующаяся - развивается примерно в 1% случаев. Из-за более высокого риска осложнений при выполнении добутаминового теста по сравнению с физической нагрузкой следует уделить особое внимание безопасности пациента. Реанимационная техника должна находиться в непосредственной доступности. Также в наличии должен быть препарат бета-адреноблокатора для внутривенного введения, чтобы купировать тяжелые желудочковые нарушения ритма и развитие персистирующих ишемических реакций.

**Недостатки.**

Недостатком добутаминовой пробы по сравнению с физической нагрузкой является ее продолжительность, состоящая из 15-20-минутного собственно нагрузочного теста, а также периодов подготовки пациента и последующего наблюдения за ним. Интерпретация результатов добутаминовой стресс-ЭхоКГ может быть осложнена тем, что в реакции пациента на добутамин существуют как выраженные межиндивидуальные различия, так и внутрииндивидуальные, т.е. различия в реакции на добутаминовую нагрузку отдельных сегментов левого желудочка. Особенно часто отмечается, что в базальных задних и перегородочных сегментах происходит значительно меньший прирост сократимости при введении добутамина, чем в остальных отделах. В результате в отдельных случаях может быть довольно сложно отличить нормальный результат стресс-эхокардиографического исследования от патологического.

**Стресс-эхокардиография с аденозином.**

Инфузии аденозина также используются в рамках исследований с нагрузочным тестом. Введение аденозина может индуцировать у пациентов с КБС развитие нарушений локальной сократимости миокарда. Аденозин вызывает вазодилатацию. Механизм индукции аденозином ишемии основан на провоцировании феномена межкоронарного обкрадывания. Следствием введения аденозина является расширение здоровых сегментов коронарных сосудов, тогда как у стенозированных сегментов способность к дилатации в значительной мере утеряна. В результате снижается проксимальное пер-фузионное давление и кровоток перераспределяется в ущерб стенозированным сегментам. Из-за ишемии развивается нарушение локальной сократимости, служащее маркером коронарной болезни сердца.

1. Протокол нагрузки. Действие аденозина длится лишь несколько секунд. Поэтому применение антагониста не требуется. Типичный протокол аденозинового теста предполагает инфузию дозы в 140 мкг/кг массы тела в течение 4 мин.

2. Побочные действия и противопоказания. Легкие побочные эффекты от введения аденозина заключаются в развитии небольшой одышки, ощущении жара, тошноты или тяжести в желудке. Они относительно часто встречаются, однако купируются самостоятельно. Аденозин может провоцировать нарушения проводимости. Выраженные осложнения, такие как тяжелая гипотензия или другие, крайне редки. Поэтому нагрузка аденозином является очень безопасной методикой с более низким риском тяжелых осложнений, чем добутаминовая проба. Однако аденозин не следует применять у пациентов с манифестирующим цереброваскулярным заболеванием или бронхоспазмом. Кроме того, для нагрузки аденозином или дипиридамолом не подходят пациенты, получающие препараты теофиллина, поскольку последний ингибирует их действие.

**Стресс-эхокардиография с дипиридамолом.**

Хотя дипиридамол является веществом, успешно апробированным в стресс-ЭхоКГ, в Германии он сегодня не поступает в продажу и при необходимости его назначения следует обращаться в зарубежную аптеку. В России дипиридамол используется, в частности, для проведения нагрузочных тестов. Механизм действия соответствует таковому для аденозина, причем дипиридамол вызывает повышение уровня эндогенного аденозина.

1. Протокол нагрузки. Наиболее распространенный протокол нагрузки предусматривает болюсное введение дипиридамола в дозе 0,56 мг/кг массы тела в течение 4 мин, после чего следует 4-минутный период наблюдения. При отсутствии изменений вводится еще один болюс (0,28 мг/кг за 2 мин). Таким образом, суммарная максимальная доза составит 0,84 мг/кг массы тела пациента. Этот принятый сегодня протокол с более высокой дозой дипиридамола повышает чувствительность в диагностике КБС по сравнению с использовавшимся ранее протоколом с дозой не более 0,56 мг/кг. Но даже при использовании новой схемы с повышенной дозой достигаемая диагностическая чувствительность в некоторых работах была определена на разочаровывающе низком уровне. Поэтому для повышения диагностической точности методики были предложены дополнительное введение атропина, добутамина или сочетание с физической нагрузкой.

2. Побочные действия и противопоказания. По существу побочные эффекты дипиридамола и его противопоказания соответствуют таковым у аденозина. Однако следует учитывать более длительный период полувыведения дипиридамола. Поэтому при его применении следует иметь под рукой препарат теофиллина в качестве антагониста. Нельзя забывать, что теофиллин имеет существенно меньший период полувыведения и поэтому эффект дипиридамола может восстанавливаться.

**Выбор оптимального варианта нагрузки**

1. Фармакологическая или физическая нагрузка? Фармакологическая нагрузка, как правило, позволяет регистрировать эхокар-диограмму в более спокойных условиях, чем физическая эргометрия, поскольку пациенты не двигаются и не подвержены гипервентиляции. Кроме того, исследователь имеет больше времени для записи изображений на пике нагрузки, чем при эргометрии. Поэтому начинающим исследователям проще проводить стресс-ЭхоКГ в сочетании с фармакологическим тестом. Но фармакологическая нагрузка имеет и ряд существенных недостатков, таких как более высокий риск осложнений, особенно при использовании добутамина, и невозможность определения уровня нагрузки, при котором возникает ишемия. Соответственно, есть основания предпочесть для использования в рутинной практике пробу с физической нагрузкой.

2. Добутамин или аденозин/дипиридамол? Для пациентов, которые не в состоянии выполнить достаточную для диагностики физическую нагрузку, встает вопрос о выборе оптимального препарата. У пациентов с тяжелыми желудочковыми аритмиями и склонностью к существенному повышению АД следует предпочесть аденозин. Наоборот, у пациентов с бронхиальной астмой или нарушениями проводимости предпочтение отдается добутамину. Если ни одного из упомянутых ограничений нет, то в пользу добутаминовой пробы говорит ее более высокая диагностическая точность, особенно у пациентов с однососудистым поражением.

**Список используемой литературы**

1. Коэн Дж. Л., Грин Т. О., Оттенвеллер .1 и др. Цифровая эхокардиография с добутамином для выявления ишемической болезни сердца. Am J Cardiol 1991; 67: 1311-8.

2. Crouse LJ, Harbrecht JJ, Vacel J1 et al. Эхокардиография с нагрузкой как скрининговый тест на заболевание коронарной артерии и корреляция с коронарной артериографией. Am J Cardiol 1991; 67: 1213-8.

3. Crouse LJ, Vacek Jl, Beauchamp GD et al. Эхокардиография с нагрузкой после аортокоронарного шунтирования. Ам Дж. Кардиол 1992; 70: 572.

4. Дагианти А., Пенко М., Агати Л. и др. Стресс-эхокардиография: сравнение физических упражнений, дипиридамола и добутамина в выявлении и прогнозировании степени ишемической болезни сердца. Дж. Ам Колл Кардиол 1995; 26: 18-25.

5. Давила-Роман В.Г., Ваггонер А.Д., Сикард Г.А., Гельтман Э.М., Шехтман К.Б., Перес Дж. Э. Стресс-эхокардиография с добутамином позволяет прогнозировать исход хирургического вмешательства у пациентов с аневризмой аорты и заболеванием периферических сосудов. Дж. Ам Колл Кардиол 1993; 21: 957-63.