

Функциональные нагрузочные тесты

Цели:

- Выявить клинические и электрокардиографические признаки ишемии миокарда, обусловленной коронарной недостаточностью, с целью диагностики ИБС
- Определить толерантность пациента к физической нагрузке:
 - высокая – 150 Вт и выше
 - средняя – 100-125 Вт
 - низкая – 25-75 Вт

Назначение проб с физической нагрузкой (АСС, АНА)

- Массовые (эпидемиологические) обследования различных контингентов населения с целью раннего выявления сердечно-сосудистой патологии
- Дифференциальная диагностика ИБС и отдельных ее форм
- Выявление и идентификация нарушений ритма сердца
- Выявление лиц с гипертензивной реакцией на нагрузку
- Определение индивидуальной толерантности к физической нагрузке у больных с установленным диагнозом ИБС
- Оценка эффективности лечебных (в том числе хирургических) и реабилитационных мероприятий по результатам динамического исследования больных
- Экспертиза трудоспособности больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями
- Профессиональный отбор
- Оценка прогноза

Ограничения пробы с физической нагрузкой

- невозможность достижения требуемого уровня ЧСС (легочная гипертензия, влияние лекарственных препаратов)
- невозможность выполнения физической нагрузки пациентом (заболевания опорно-двигательного аппарата)
- исходные нарушения реполяризации, затрудняющие или делающие невозможной трактовку результатов

- ❑ У 2-4% кажущихся здоровыми мужчин среднего возраста имеется значимое поражение коронарных артерий
- ❑ У 10% кажущихся здоровыми мужчин, имеющих 2 и более основных факторов риска (АГ, ожирение, СД, гиперхолестеринемия, курение, наследственная предрасположенность, возраст старше 45 лет) имеется значимое поражение коронарных артерий
- ❑ Бессимптомное поражение коронарных артерий определяет повышенный риск развития инфаркта миокарда и внезапной смерти

Характеристика диагностических тестов при ИБС

	Проба с физической нагрузкой	Сцинтиграфия миокарда с Tl^{201}	Стресс-ЭХО-КГ
чувствительность	50-80%	65-90%	65-90%
специфичность	80-95%	90-95%	90-95%

Чувствительность – способность метода давать наименьшее число ложноотрицательных результатов.

Специфичность - способность метода давать наименьшее число ложноположительных результатов.

Пробы с физической нагрузкой

```
graph TD; A[Пробы с физической нагрузкой] --> B[Максимальная нагрузочная проба]; A --> C[Субмаксимальная нагрузочная проба]; B --> D[Для выявления ранних признаков ИБС и уточнения состояния физической работоспособности практически здоровых людей. Применяется при обследовании спортсменов, профессиональном отборе на работу, требующую полного здоровья и высокой физической выносливости];
```

Максимальная
нагрузочная проба

Субмаксимальная
нагрузочная проба

↓

Для выявления ранних признаков ИБС и уточнения состояния физической работоспособности **практически здоровых людей**. Применяется при обследовании спортсменов, профессиональном отборе на работу, требующую полного здоровья и высокой физической выносливости

ЧСС при разных уровнях потребления кислорода во время физической нагрузки (Andersen K., 1971)

% от max нагруз- ки	возраст									
	20-29		30-39		40-49		50-59		60-69	
	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж
	ЧСС в минуту									
75%	160	166	155	149	151	153	144	144	139	140
100%	195	198	187	189	178	179	170	172	162	163

Максимальная нагрузочная проба противопоказана:

- Больным с установленным диагнозом ИБС II-IV ФК
- Больным с очаговыми (рубцовыми) изменениями на ЭКГ
- Лицам со сниженной толерантностью к физическим нагрузкам
- Лицам с склонностью к обморочным состояниям
- Лицам с нарушениями ритма и проводимости сердца
- Лицам с тромбофлебитом, варикозным расширением вен или тромбозами в анамнезе
- Лицам с неврологической мозговой симптоматикой
- Лицам с миопией высокой степени, свежими кровоизлияниями на глазном дне
- Лицам старше 60 лет (относительное противопоказание)

Субмаксимальная нагрузочная проба проводится при:

- Наличии болей, локализующихся в грудной клетке
- Наличии неспецифических изменений ЭКГ, снятой в покое
- Наличии нарушений липидного обмена (выявление «скрытой» коронарной недостаточности может указывать на начальное развитие атеросклероза коронарных артерий)
- Профилактических осмотрах
- Определении индивидуальной толерантности больных ИБС к физической нагрузке
- Подборе и оценке эффективности лечебных и реабилитационных мероприятия у больных ИБС, в том числе перенесших инфаркт миокарда

Абсолютные противопоказания к нагрузочному тесту (Gibbons R., 1997)

1. Острый инфаркт миокарда (менее 3 недель от начала заболевания)
2. Нестабильная стенокардия
3. Неконтролируемые нарушения ритма, сопровождающиеся симптомами или гемодинамическими нарушениями
4. Аортальный стеноз с выраженной симптоматикой
5. Неконтролируемая сердечная недостаточность IIБ и III стадий
6. Острая легочная эмболия или инфаркт легких с выраженной легочной недостаточностью
7. Острый миокардит или перикардит
8. Острый разрыв (диссекция) аорты

Относительные противопоказания к нагрузочному тесту

- ❖ Аневризма сердца или сосудов
- ❖ Выраженная гипертония (САД более 200 мм рт ст, ДАД более 120 мм рт ст)
- ❖ Тахикардия неясного генеза (более 100 уд. в мин.)
- ❖ Блокада ножек пучка Гиса (невозможность оценить изменения конечной части желудочкового комплекса)
- ❖ Указания в анамнезе на серьезные нарушения ритма или обморочные состояния
- ❖ Умеренно выраженный аортальный стеноз
- ❖ ГКМП с обструкцией выносящего тракта левого желудочка
- ❖ Умственная или физическая неполноценность, ведущая к невозможности проведения нагрузки или адекватной ее оценки

Методика проведения

- ✓ Избегать значительных физических усилий как минимум за 12 часов до проведения исследования
- ✓ Стремиться проводить пробу на «чистом» фоне
- ✓ Прекратить прием антиангинальных препаратов (за исключением случаев оценки эффективности лечения)
- ✓ Отменить нитраты за 6-8 часов до проведения пробы, другие лекарственные средства (сердечные гликозиды, бета-блокаторы, антагонисты кальция, мочегонные) – минимум за 2 суток до исследования
- ✓ Не прерывать лечение антикоагулянтами, антидиабетическими средствами

Методика проведения

- ✓ В день проведения пробы больной не должен принимать пищу или курить за 2-3 часа до исследования
- ✓ Не рекомендуется выполнять пробу натощак, желателен легкий завтрак
- ✓ Соответствующая одежда
- ✓ Полное информирование пациента о характере проводимого исследования, связанном с ним риске
- ✓ Получение подписанного и заверенного информированного согласия пациента на проведение нагрузочного теста

Методика проведения

- ✓ В России наиболее привычен протокол исследования с назначением ступенчатых нагрузок (25-50-75-100-125-150 Вт и т.д.)
- ✓ Длительность каждой ступени 3-5 минут (возможно проведение велоэргометрии с ежеминутным непрерывным наращиванием нагрузки)
- ✓ Обязательный контроль АД перед началом пробы, на каждой ступени, в минуты отдыха
- ✓ Внезапное прекращение нагрузки часто приводит к коллаптоидному состоянию

Измерения, проводимые при проведении нагрузочного теста (Gibbons R.J., 1997)

Электрокардиографические:

- Максимальная депрессия сегмента ST
- Максимальный подъем сегмента ST
- Характер снижения сегмента ST – косонисходящее, косовосходящее, горизонтальное
- Число отведений ЭКГ с депрессией (элевацией) сегмента ST
- Продолжительность депрессии (элевации) сегмента ST после нагрузки (в восстановительном периоде)
- Индексы ST/ЧСС (при наличии компьютерных программ)
- «Двойное произведение» на высоте нагрузки
- Нарушения ритма, вызванные нагрузкой
- Время до начала ишемического смещения сегмента ST

Измерения, проводимые при проведении нагрузочного теста (Gibbons R.J., 1997)

Гемодинамические:

- Максимальная ЧСС
- Максимальное систолическое и диастолическое АД
- Максимальное «двойное произведение»
- Общее время непрерывной нагрузки
- Артериальная гипотензия на нагрузке

Измерения, проводимые при проведении нагрузочного теста (Gibbons R.J., 1997)

Клинические симптомы:

- Величина нагрузки, вызвавшей появление симптомов ишемии миокарда
- Время нагрузки до начала стенокардии
- Стенокардия, вызванная нагрузкой
- Другие клинические проявления (коллапс, приступ удушья, резкая слабость, перемежающаяся хромота и др.)

Двойное произведение

ЧСС x АД сист. x 10^{-2}

I ФК - более 278, мощность - 150 Вт, число метаболических единиц - 7 и более

II ФК - 218-277, мощность - 100-125 Вт, число метаболических единиц - 4,0-6,9

III ФК - 151-217, мощность - 75 Вт, число метаболических единиц - 2,0-3,9

IV ФК - менее 150, мощность – 50 Вт, число метаболических единиц - менее 2

Критерии прекращения пробы

Клинические критерии:

- достижение субмаксимальной ЧСС
- приступ стенокардии
- снижение АД на 10-20% от исходного уровня или отсутствие его повышения при возрастании нагрузки
- значительное повышение АД (более 220/110 мм рт ст)
- приступ удушья, выраженная одышка
- резкая слабость
- головокружение, тошнота, сильная головная боль
- отказ больного от дальнейшего проведения пробы (боязнь, выраженное утомление, дискомфорт)
- возникновение перемежающейся хромоты

Критерии прекращения пробы

Электрокардиографические критерии:

- горизонтальное, направленное косо вниз, корытообразное снижение сегмента ST на 1 мм и более
- медленное косовосходящее снижение сегмента ST со снижением точки j на 2 мм
- подъем сегмента ST на 1 мм и более
- частые экстрасистолы и другие нарушения возбудимости миокарда (пароксизмальная тахикардия, мерцательная аритмия и др.)
- нарушение атриовентрикулярной и внутрижелудочковой проводимости
- изменения комплекса QRS: резкое падение вольтажа зубца R, углубление и уширение имевшихся ранее зубцов Q и QS, переход зубцов Q в QS

Результаты пробы:

- ✓ Отрицательная проба (а – определенно отрицательная, б – отрицательная, но с особенностями)
- ✓ Сомнительная проба
- ✓ Положительная проба
- ✓ Неинформативная (незавершенная) проба

Определенно (недвусмысленно) отрицательная проба

Испытуемый **достиг заданной возрастной ЧСС**, но, несмотря на естественное утомление, у него **не возникло** ни клинических, ни электрокардиографических критериев ишемии или дисфункции миокарда.

Отрицательная проба, но с особенностями

Испытуемый **достиг заданной возрастной ЧСС**, но во время пробы отмечается:

- ✓ нечастая экстрасистолия (менее 4 в минуту)
- ✓ коллаптоидное состояние
- ✓ головокружение или головная боль
- ✓ существенное повышение АД (более 230/120 мм рт ст)
- ✓ реверсия или инверсия зубца Т
- ✓ выраженная одышка
- ✓ боли в мышцах ног

Сомнительная проба

Во время выполнения пробы у больного:

- ✓ развился **болевым приступ**, типичный для стенокардии или напоминающий ее (атипичный), но при этом **не было ишемических изменений на ЭКГ**
- ✓ наблюдалось горизонтальное снижение сегмента ST на 0,5 мм или медленно-восходящее снижение сегмента ST до 1 мм
- ✓ обнаружены нарушения ритма и проводимости (частая или политопная экстрасистолия, развитие атриовентрикулярных или внутрижелудочковых блокад, появление пароксизмов наджелудочковой или желудочковой тахикардии)
- ✓ произошло падение АД на 20 мм рт ст. и более на высоте нагрузки

Положительная проба

В процессе проведения пробы появляются объективные (**электрокардиографические**) признаки ишемии миокарда с **одновременным развитием приступа стенокардии или без него.**

Если проба проводится под контролем других методов исследования, учитывают их данные:

ЭХО-КГ-контроль – **нарушение сократимости** миокарда в двух сегментах и более;

сцинтиграфия миокарда – появление локальных дефектов **нарушения перфузии** миокарда при сравнении с исходным состоянием

Незавершенная (неинформативная) проба

Проба, **не достигшая установленной ЧСС**, при которой отсутствуют какие-либо клинические или электрокардиографические признаки ишемии.

Пробу следует повторить через 1-2 дня, стремясь довести ее до объективных критериев прекращения.

Ложноположительный результат

Появление на ЭКГ признаков ишемии миокарда во время или после физической нагрузки у больных с неизмененными по данным КАГ коронарными артериями.

Причины:

- ✓ Относительная или функциональная недостаточность сердечного выброса (например, при митральном стенозе)
- ✓ Нарушения электролитного баланса
- ✓ Гормональные нарушения (гиперфункция симпатико-адреналовой системы, прием эстрогенов)
- ✓ Нарушения транспорта кислорода (различные гипоксии)
- ✓ Прием лекарственных средств (препаратов дигиталиса, хинидина, резерпина и др.)
- ✓ Физические перегрузки, курение или прием пищи перед исследованием

Ложноотрицательный результат

Отсутствие на ЭКГ признаков ишемии миокарда у больных с установленным диагнозом ИБС.

Встречаемость от 10 до 37%.

Чаще - **у больных ИБС молодого возраста** с редкими приступами стенокардии напряжения **при изолированном поражении** одной магистральной коронарной артерии. Определенное значение имеет и **выраженность коллатерального кровообращения.**

**Несоответствие заключения
истинному состоянию венечного
кровотока обнаруживается лишь
при коронарной ангиографии.**

Состояния, провоцирующие или усиливающие ишемию миокарда

Увеличивающие потребление миокардом кислорода	Снижающие снабжение миокарда кислородом
<p data-bbox="347 335 676 385" style="text-align: center;">Несердечные</p> <p data-bbox="57 406 367 464">Гипертермия</p> <p data-bbox="57 478 357 535">Гипертиреоз</p> <p data-bbox="57 549 859 678">Симпатомиметическая активность (прием кокаина)</p> <p data-bbox="57 692 357 749">Гипертензия</p> <p data-bbox="57 763 386 821">Беспокойство</p> <p data-bbox="367 985 656 1042" style="text-align: center;">Сердечные</p> <p data-bbox="57 1056 888 1120">Гипертрофическая кардиомиопатия</p> <p data-bbox="57 1135 511 1192">Аортальный стеноз</p> <p data-bbox="57 1206 811 1263">Дилатационная кардиомиопатия</p> <p data-bbox="57 1278 338 1335">Тахикардия</p>	<p data-bbox="1265 335 1593 385" style="text-align: center;">Несердечные</p> <p data-bbox="985 406 1168 464">Анемия</p> <p data-bbox="985 478 1265 535">Гипоксемия</p> <p data-bbox="985 549 1246 606">Пневмония</p> <p data-bbox="985 621 1458 678">Бронхиальная астма</p> <p data-bbox="985 692 1130 749">ХОБЛ</p> <p data-bbox="985 763 1497 821">Легочная гипертензия</p> <p data-bbox="985 835 1294 892">Апноэ во сне</p> <p data-bbox="985 906 1651 963">Повышенная вязкость крови</p> <p data-bbox="1294 992 1574 1049" style="text-align: center;">Сердечные</p> <p data-bbox="985 1063 1439 1120">Аортальный стеноз</p> <p data-bbox="985 1135 1806 1192">Гипертрофическая кардиомиопатия</p>

Осложнения нагрузочных проб

Психологическая
неподготовленность
больного

Вегетососудистые
реакции на нагрузку,
ортостаз и
гипервентиляция

Провокация тяжелой коронарной недостаточности:

инфаркт миокарда
внезапная смерть
фибрилляция желудочков
отек легких

Приступ стенокардии, купируемый нитроглицерином или
проходящий спонтанно при прекращении нагрузки,
не считается осложнением пробы.

Частота осложнений при проведении проб с физической нагрузкой

Авторы	Число проб	Нефатальные осложнения	Смертность	Общее число осложнений
P.Rochmus и H.Blackburn	170.000	2,4	1,0	3,4
D.Scherer и M.Kaltenbach	712.285	1,4	0,2	1,6
J.-H.Atterhog	50.000	5,2	0,4	5,6
R.Stuart и M.Ellestad	514.448	8,3	0,5	8,8
L.Cahalin	10.577	3,8	0,9	4,1

Обеспечение безопасности нагрузочных проб

Оборудование:

- Дефибриллятор
- Оральные и трахеальные воздуховоды
- Ручной масочный респиратор
- Стерильный лоток со шприцами и иглами (в том числе для пункции сердца)
- Ларингоскоп

Препараты:

- Таблетки нитроглицерина
- Нашатырный спирт
- Наркотические (промедол, омнопон, морфин) и ненаркотические (фентанил с дроперидолом, трамал, баралгин, анальгин) анальгетики в ампулах
- Атропин по 1 мг в ампулах
- Лидокаин по 50 мг в ампулах
- Гидрокарбонат натрия (4% стерильный раствор)
- Стерильный изотонический раствор хлорида натрия
- Кофеин и мезатон в ампулах
- Норадrenalин и адреналин в ампулах
- Сердечные гликозиды (ампулы со строфантинном и коргликоном)
- Гидрокортизон для внутривенного введения
- Лазикс в ампулах

Прогностическое значение нагрузочных проб

- при высокой мощности пороговой нагрузки к концу 5-летнего наблюдения были живы 98% больных со стенокардией, при средней – 87,9% и низкой – 71,9%
- при косо вниз направленном снижении сегмента ST на 2 мм коронарные проявления развивались у 13% больных ежегодно, при горизонтальном смещении на 2 мм - у 9%
- при прекращении пробы у больных ИБС на I ступени нагрузки частота коронарной смерти равнялась 15-20% в год, на IV ступени – 2-4,5% в год

Прогностическое значение нагрузочных проб

- горизонтальное или косонисходящее смещение сегмента ST **с типичным приступом стенокардии** – гемодинамически значимый стеноз коронарных артерий у мужчин в 95% случаев, у женщин – в 50% случаев
- изменения ЭКГ **при «возможном» приступе стенокардии** – в 85% случаев у мужчин, в 25% - у женщин
- при появлении во время пробы **неспецифического** болевого приступа – в 40% случаев у мужчин, в 10% - у женщин
- **при отсутствии болевого приступа** – в 30% случаев у мужчин и в 5% у женщин