

Нагрузочные ЭКГ тесты

Тредмил тест

Кафедра профилактической и неотложной кардиологии

к.м.н. Чомахидзе П.Ш.

Определение

Нагрузочный ЭКГ тест – это исследование состояния сердечно-сосудистой системы с достижением субмаксимальной или максимальной нагрузки под контролем ЭКГ и уровня артериального давления

Основные варианты ЭКГ тестов



V
S



Зависит от навыка и силы ног
Трудно выполнять:
ПОЖИЛЫМ
при болезни суставов, позвоночника

Более привычная нагрузка
Легче дозировать нагрузку

Дороже

Показания к проведению нагрузочного теста

- **Диагностика ИБС**
- Оценка эффективности антиангинальной, гипотензивной и антиаритмической терапии
- Динамическое наблюдение пациентов после реваскуляризации миокарда
- Определение переносимости нагрузки, резерва АД
- Индукция нарушений сердечного ритма и проводимости

Место нагрузочного ЭКГ теста в алгоритме диагностики ИБС



Диагностическая точность тредмил теста

Данные литературы

	Число работ	Общее число больных	Чувствительность	Специфичность	Предсказательная ценность
Gianrossi R.	147	24047	68%	77%	73%
Detrano R.	58	11691	67%	72%	69%

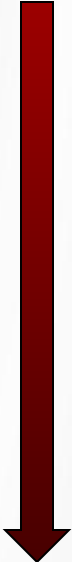
Собственные данные

Число тестов
7100

Чувствительность
81%

Специфичность
88%

Диагностическая точность и стоимость методов диагностики ИБС



	Ч.	Сп.	стоимость
Тредмил-тест	70%	75%	1
Стресс ЭХО-КГ	81%	88%	2
Сцинтиграфия ^{201}Tl	86%	91%	5
МСКТ	90%	95%	10
Коронароангиография	100%	100%	

19

Вероятность ИБС перед проведением нагрузочного теста

Возраст	Пол	Ангинозные боли			
		Типичные	Атипичные	Неангинозные	Нет
30-39	муж	средняя	средняя	< 10%	< 5%
	жен	средняя	< 5%	< 5%	< 5%
40-49	муж	> 90%	средняя	средняя	< 10%
	жен	средняя	< 10%	< 5%	< 5%
50-59	муж	> 90%	средняя	средняя	< 10%
	жен	средняя	средняя	< 10%	< 5%
60-69	муж	> 90%	средняя	средняя	< 10%
	жен	> 90%	средняя	средняя	< 10%

Методика проведения нагрузочного теста

Оценка состояния пациента, наличие противопоказаний к тесту



Терапия пациента и соблюдение рекомендаций по отмене препаратов



Выбор протокола теста



Проведение исследования



Анализ результатов



Общение с лечащим врачом

Абсолютные противопоказания к проведению нагрузочного теста

- острый инфаркт миокарда в течение 1-3 недель в зависимости от тяжести;
- нестабильная стенокардия;
- острый миокардит, перикардит, эндокардит;
- ОНМК или инсульт (острая и подострая фаза);
- критический аортальный стеноз, другие пороки с критическим нарушением внутрисердечной гемодинамики;
- аневризма сердца, аорты, др. сосудов при исходном АД выше 130/80 мм рт.ст.;
- диссекция аорты;
- внутрисердечный тромбоз;
- неконтролируемая артериальная гипертензия;
- неконтролируемые желудочковые нарушения ритма I-IV;
- частые эпизоды АВ блокады II степени, АВ блокада III степени;
- сердечная недостаточность IV функционально класса по NYHA;
- ТЭЛА (давность до 3 месяцев);
- выраженная артропатия, иные внесердечные причины, препятствующие нагрузке;
- пациент неконтактный, неадекватно оценивает происходящее;
- тестирование пациента натощак после забора крови из вены.

Относительные противопоказания к проведению нагрузочного теста

- документально подтвержденный приступ стенокардии в день исследования;
- ОНМК или инсульт в анамнезе при исходном АД выше 120/80 мм рт.ст.;
- гемодинамически значимые (не критические) пороки сердца, в т.ч. приобретенные;
- аневризмы сердца, сосудов;
- желудочковые нарушения ритма высоких градаций на фоне терапии;
- тяжелая неконтролируемые наджелудочковые нарушения ритма;
- эпизоды АВ блокады II степени;
- сердечная недостаточность II-III функционального класса по NYHA, субкомпенсация;
- исходная ЧСС выше 110 в минуту, АД выше 140/90 мм рт.ст.;
- синдром отмены β -адреноблокаторов (тахикардия, артериальная гипертония);
- пациент не обследован
- обострение деформирующего остеоартроза и других болезней суставов;
- анемия, декомпенсация нарушений углеводного обмена;
- лихорадка любого генеза, явления ОРВИ.

Что мешает проведению теста

Сопутствующая патология

Гипертермия
Гипертиреоз
Артериальная гипертензия



потребление
миокарда
O₂

Анемия
Гипоксемия
Голод
Пневмония
Бронхиальная астма
ХОБЛ
Легочная гипертензия
Интерстициальный легочный
фиброз
Повышенная вязкость крови
Полицитемия



снабжение
миокарда
O₂

Исходная ЭКГ: блокада ножек пучка Гиса
фоновое смещение ST-T
выраженная тахикардия

Методика проведения нагрузочного теста

Оценка состояния пациента, показаний и противопоказаний к тесту



Терапия пациента и соблюдение рекомендаций по отмене препаратов



Выбор протокола теста



Проведение исследования



Анализ результатов



Общение с лечащим врачом

Какие лекарства влияют на результат

Бета-адреноблокаторы
Антагонисты Ca⁺⁺ рецепторов
Ивабрадин (кораксан)

↓ ЧСС затрудняют достижение
субмаксимальной ЧСС

Кордарон
Нитраты

улучшают коронарный
кровоток

Гипотензивные препараты

↓ АД искажают реакцию АД

Диуретики, препараты калия

Электролитные нарушений
ST-T, ЧСС

Необходимость отмены терапии перед тестом

- Диагностика ИБС **Отмена терапии**
- Определение переносимости нагрузки, резерва АД **Отмена терапии**
- Индукция нарушений сердечного ритма и проводимости **Отмена терапии**
- Оценка эффективности антиангинальной, гипотензивной и антиаритмической терапии **На фоне терапии**
- Динамическое наблюдение пациентов после реваскуляризации миокарда **На фоне терапии**

Отмена препаратов за 3 дня до теста

Осложнения

Тяжелый приступ стенокардии	0.05 %
Тяжелые нарушения сердечного ритма	0.04 %
Синкопальные состояния	0.04 %
Инфаркт миокарда	0.01 %
Острое нарушение мозгового кровообращения	1 пациент
Диссекция аневризмы аорты	1 пациент
Смертность (данные литературы)	<u>0.01 %</u>

n=8000

Раннее осложнение - во время теста или через час после него

Позднее осложнение – в течение 24 часов после теста

Методика проведения нагрузочного теста

Оценка состояния пациента, показаний и противопоказаний к тесту



Терапия пациента и соблюдение рекомендаций по отмене препаратов



Выбор протокола теста



Проведение исследования



Анализ результатов



Общение с лечащим врачом

Выбор протокола тестирования

Противопоказаний нет
Нет тяжелой патологии сердца
Сопутствующая патология незначимая

BRUCE

2.7 км/час, 10%

Есть относительные противопоказания
Есть известное значимое поражение КА
Есть тяжелая патология сердца
Сопутствующие заболевания значимы

Mod BRUCE

2.7 км/час, 0%

Тяжелое состояние, в т.ч. НК III ф.класса
Тяжелая стенокардия – III ф.класса
Тяжелая сопутствующая патология легких, суставов и др.
Низкая переносимость нагрузки

NAUGHTON

1.6 км/час, 0%

Цель – достигнуть субмаксимальной ЧСС без осложнений



85% от максимальной (200-возраст)

Методика проведения нагрузочного теста

Оценка состояния пациента, показаний и противопоказаний к тесту



Терапия пациента и соблюдение рекомендаций по отмене препаратов



Выбор протокола теста



Проведение исследования



Анализ результатов



Общение с лечащим врачом

Подготовка пациента

Дать разъяснения пациенту

Получить письменное согласие

Наложить электроды

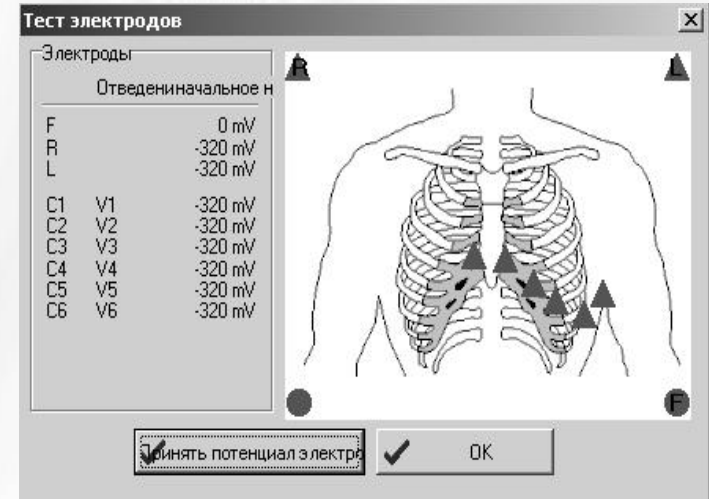
Измерить АД

Зарегистрировать исходную ЭКГ

Убедиться с исправности оборудования

При необходимости – коррекция АД

Принять окончательное решение о возможности проведения
и выборе протокола теста



Контроль ЭКГ и АД

Печать ЭКГ:

исходная ЭКГ

нарастание ЧСС на каждые 10-15 сокращений в мин.

появление динамики ST-T

индукция нарушений ритма

жалобы пациента

достижение искомой ЧСС

Измерение АД:

каждые 2 минуты

чаще при гипер- или гипотонии

Критерии прекращения нагрузки

Достижение субмаксимальной или максимальной ЧСС

Ишемическая динамика сегмента ST более 1 мм

Индукция нарушений ритма и проводимости
групповая желудочковая эктопия
предсердная тахикардия, фибрилляция предсердий
преходящая блокада проведения по системе Гиса
синоатриальная или атриовентрикулярная блокада II, III степени

Повышение АД выше 200/100 мм рт.ст. или Снижение АД ниже исходного

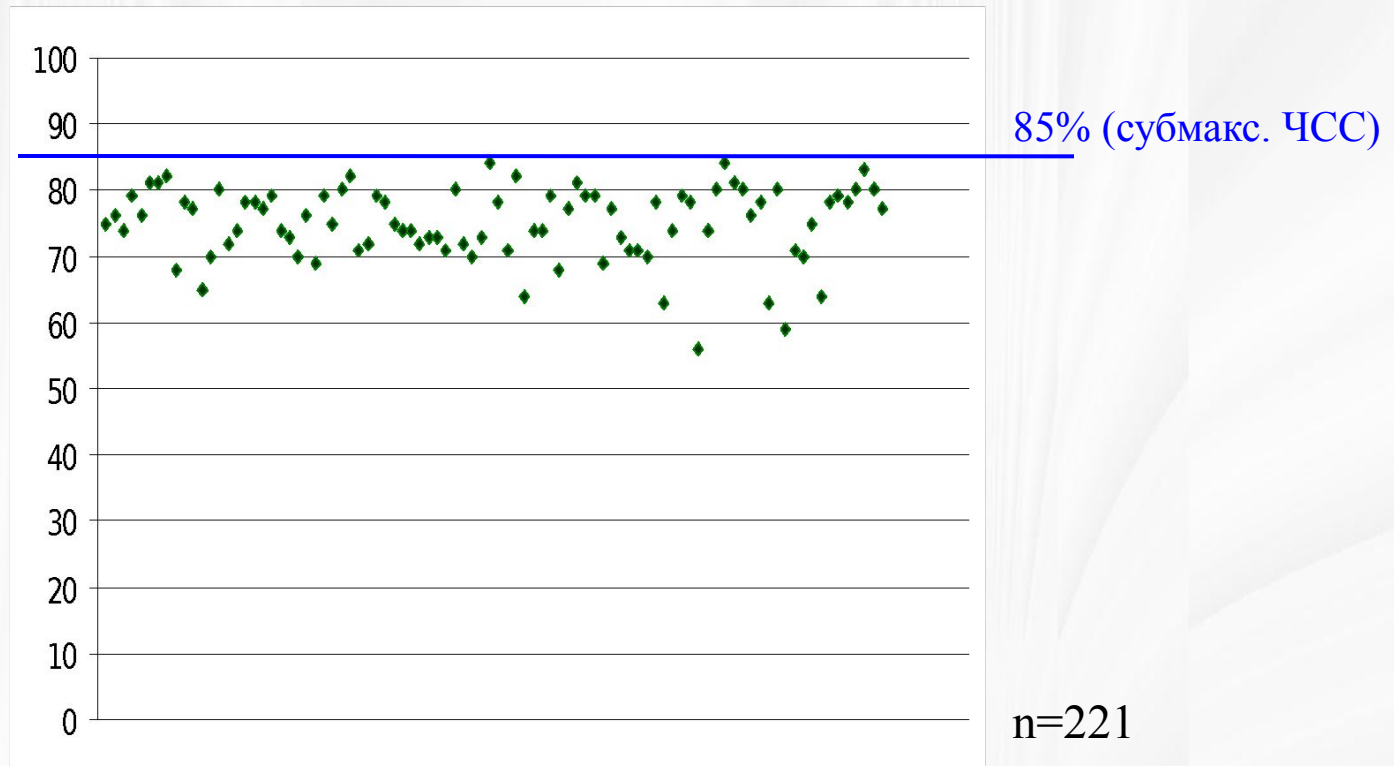
Жалобы

Выраженный болевой синдром
Выраженная усталость, тяжелая одышка
Головокружение, нарушение походки резкая головная боль

Плохое качество ЭКГ сигнала, неисправность оборудования
Нежелание пациента продолжать нагрузку

Значимость субмаксимальной ЧСС

ЧСС (% от макс.)



У всех пациентов ишемические изменения выявляются на ЧСС ниже субмаксимальной

Клинический пример

Пациент А., 52 лет, мужчина, считал себя практически здоровым
Жалобы на дискомфорт в груди около 1 месяца, назначен тредмил
До нагрузки – ЭКГ в норме, АД 120,70 мм рт.ст.

На 2 ступени теста – **слабость, бледность** – тест остановлен – ЭКГ в норме

В течение следующей минуты:

снижение АД с 150/90 мм рт.ст. до 70/40 мм рт.ст.

Потеря сознания

Выраженная брадикардия

Депрессия сегмента ST

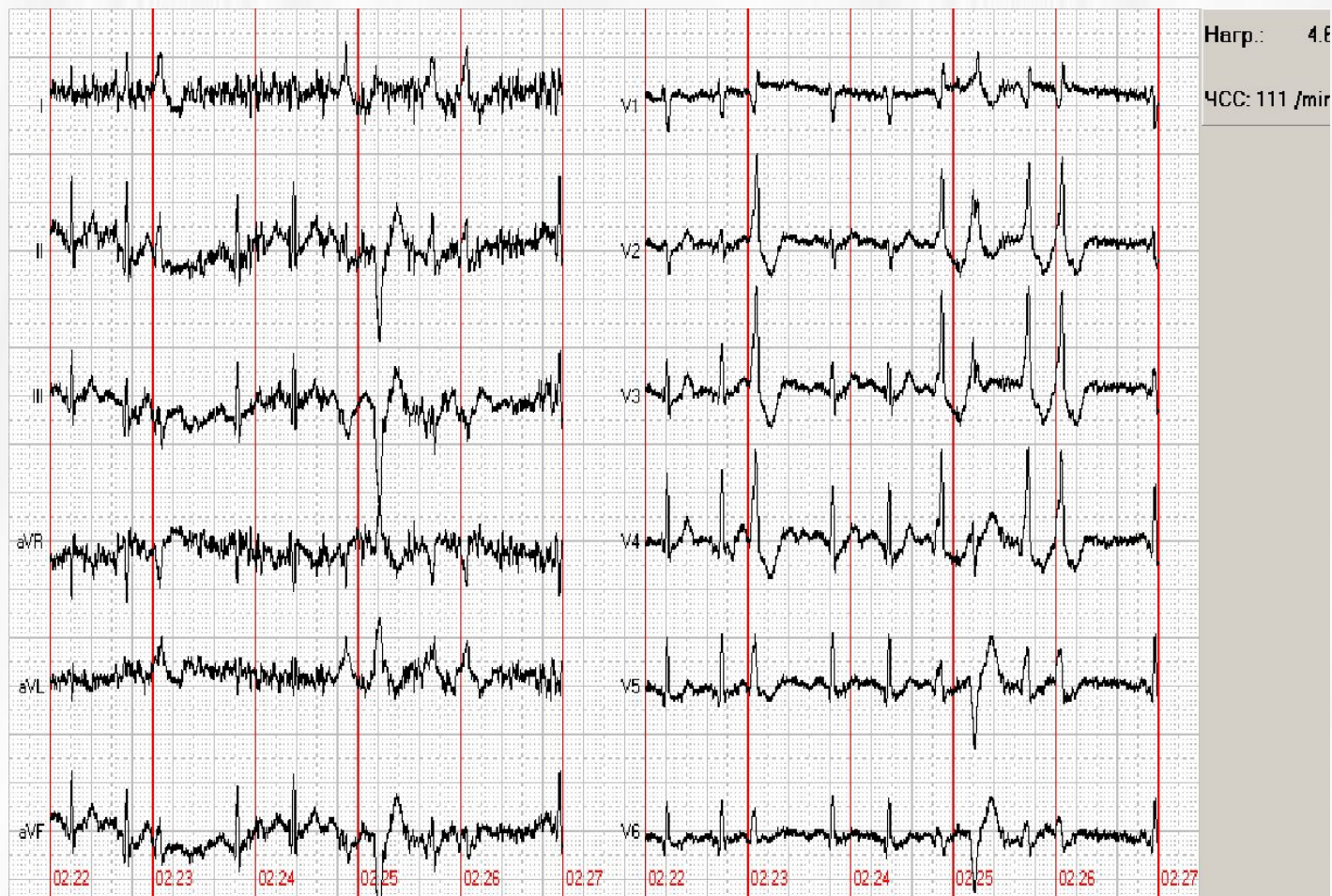


Перевод в отделение реанимации в течение 1 минуты

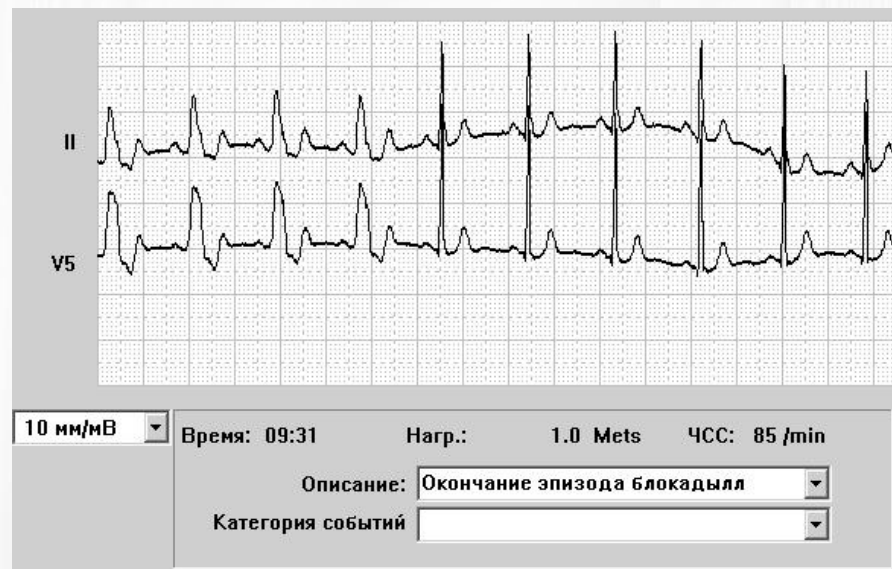
Через 2-3 минуты - самостоятельное нарастание АД, пришел в себя

По ЭХОКГ – критический аортальный стеноз – grad 85 мм рт.ст.

Индукция нарушений ритма



Желудочковая тахикардия ??



Методика проведения нагрузочного теста

Оценка состояния пациента, показаний и противопоказаний к тесту



Терапия пациента и соблюдение рекомендаций по отмене препаратов



Выбор протокола теста



Проведение исследования



Анализ результатов



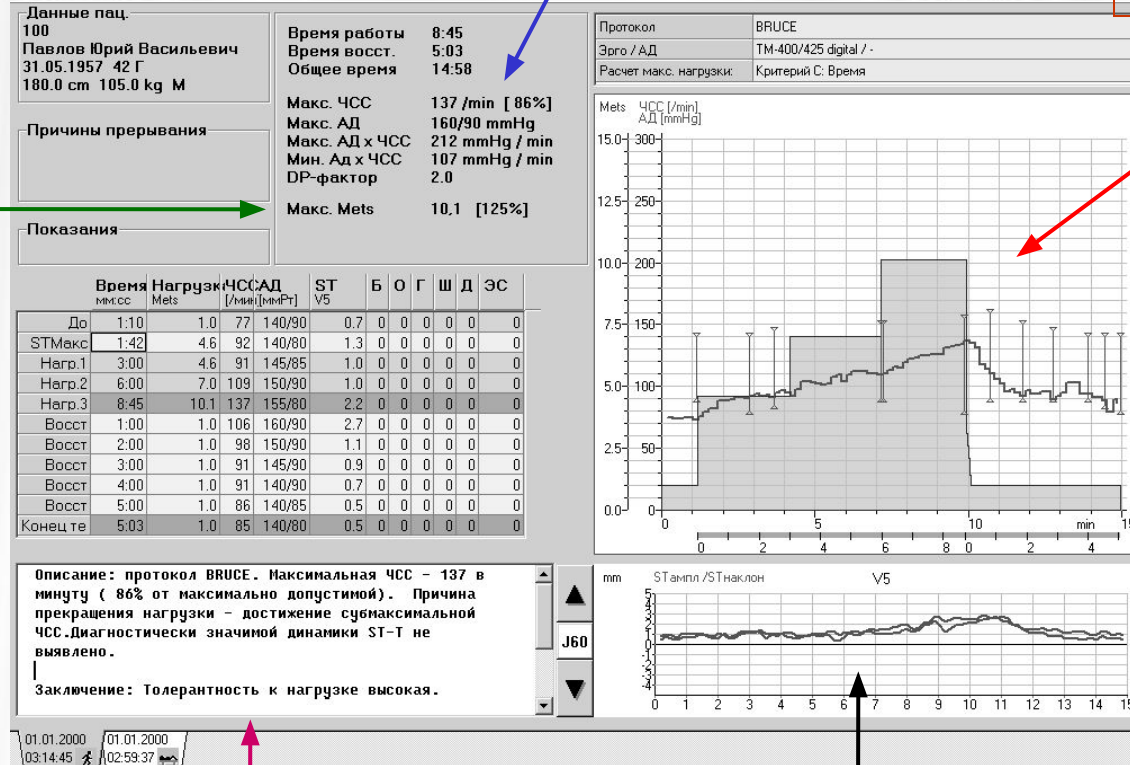
Общение с лечащим врачом

Анализ полученных данных

Выполненная работа

ЧСС – исходная, максимальная

Тренд АД и ЧСС



Ваше заключение

ST тренд в выбранном отведении

Анализ полученных данных

Выполненная работа

Измеряется в METS – эквивалент потребления кислорода

1 METS = 3.5 мл O₂/мин/кг веса тела

METS	Вт	Толерантность
до 3.9	35-50	низкая
4.0-6.9	50-75	средняя
более 7.0	100-125	высокая
более 10.0	более 125	очень высокая

Анализ полученных данных

Реакция АД на нагрузку

Нормотонический тип реакции АД на нагрузку

Исходное АД, мм рт. ст.	Степень теста (протокол Bruce)	Диапазон АД (мм рт. ст.)
115/70-135/90	1	140/90-150/90
	2	150/90-160/90
	3	160/90-180/100
	4-7	не более 190/100

Гипертонический тип реакции АД

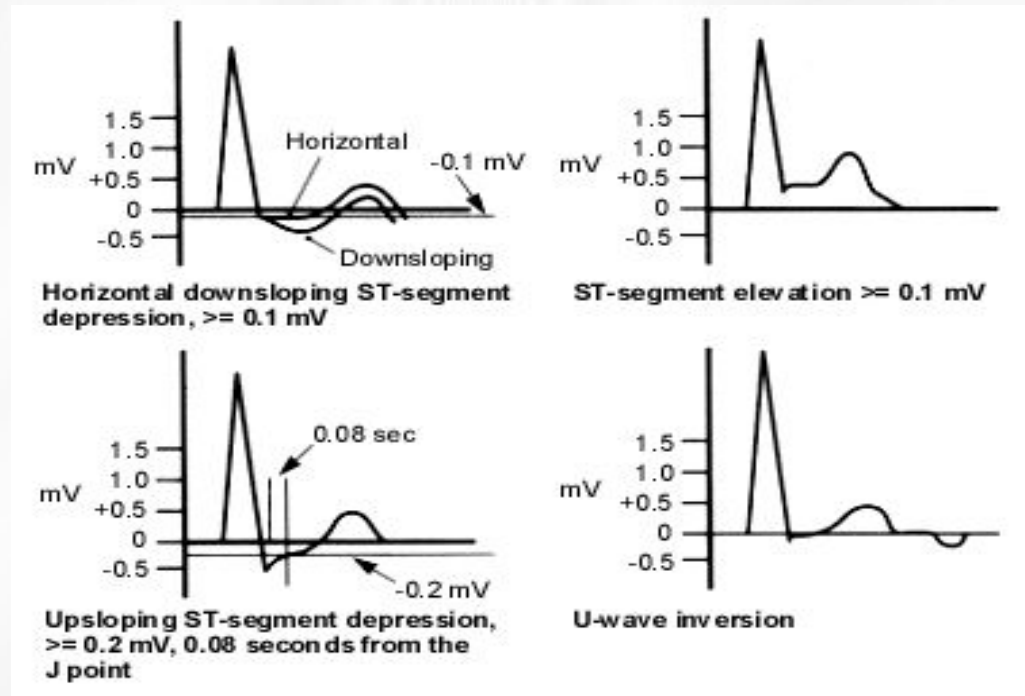
Гипотонический тип реакции АД

Анализ полученных данных

Динамика ST сегмента

Ишемическая форма ST

косонисходящая
депрессия сегмента ST
с отрицательным или
двухфазным зубцом T
горизонтальная
депрессия сегмента ST
на 1 мм и более
медленная
косовосходящая
депрессия сегмента ST
на 2 мм и более
элевация сегмента ST



Сомнительны е формы

Диагностически не значимая

К осовосходящая	неустойчивая
только одно отведение	менее 1 мм
без жалоб	

Элевация сегмента ST

- встречается редко (3-7% пациентов с ИБС)
- чаще у пациентов с нестабильной стенокардией и перенесших инфаркт миокарда с Q зубцом
- обусловлен спазмом коронарных артерий
- отражает сегментарные изменения сократимости

Оценка риска

Риск сердечно-сосудистых эпизодов по Дьюку

$$(t-5) \times (ST_{\max} - 4k)$$

t - время нагрузки (мин)

ST_{max} – максимальная амплитуда депрессии/элевации сегмента ST (мм)

k – показатель тяжести стенокардии:

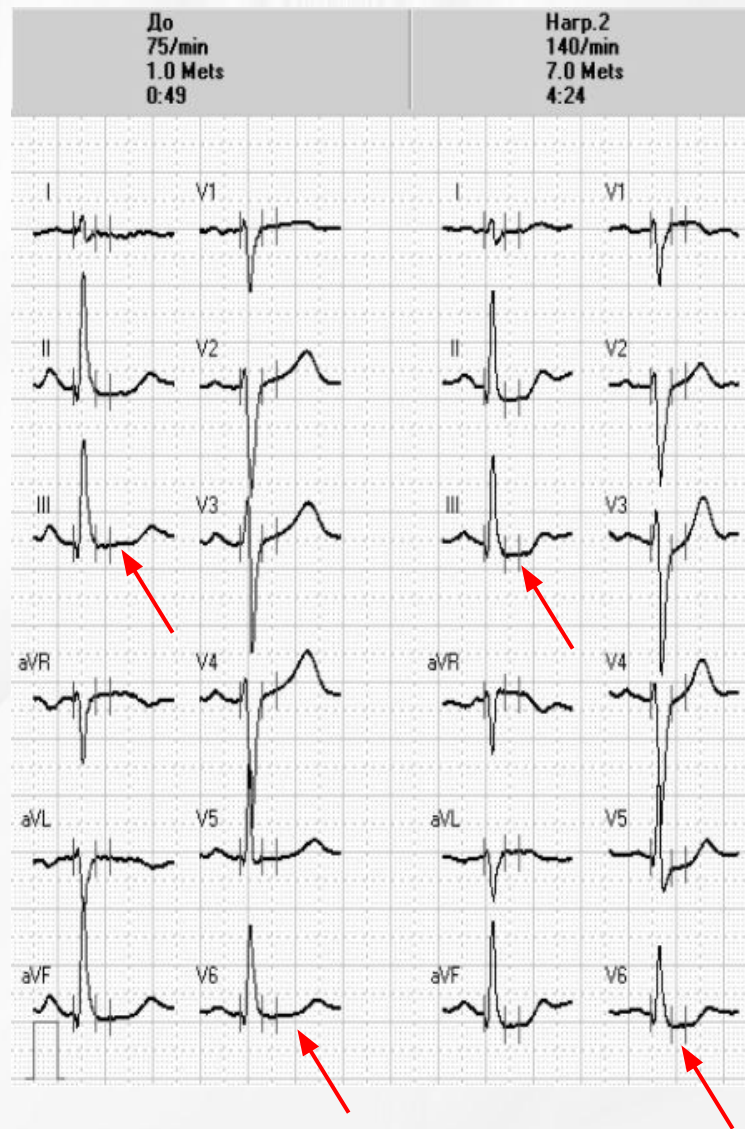
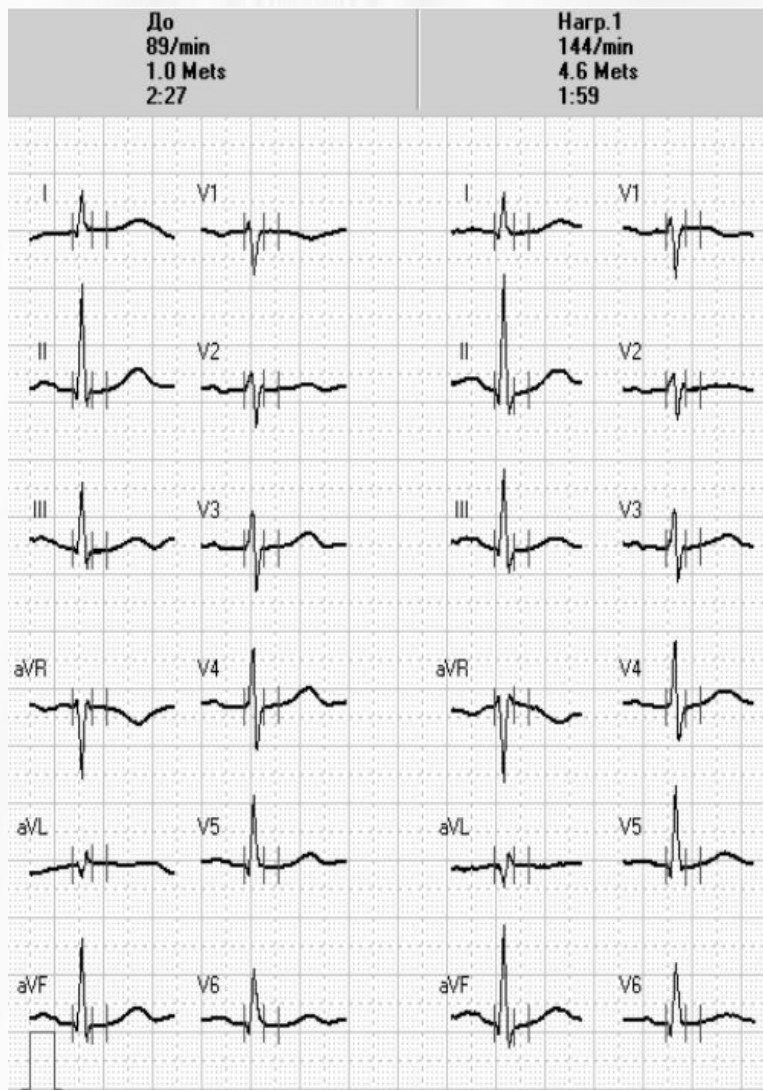
0 – отсутствие стенокардии;

1 – боль, не ограничивающая нагрузку;

2 – боль, являющаяся причиной остановки теста.

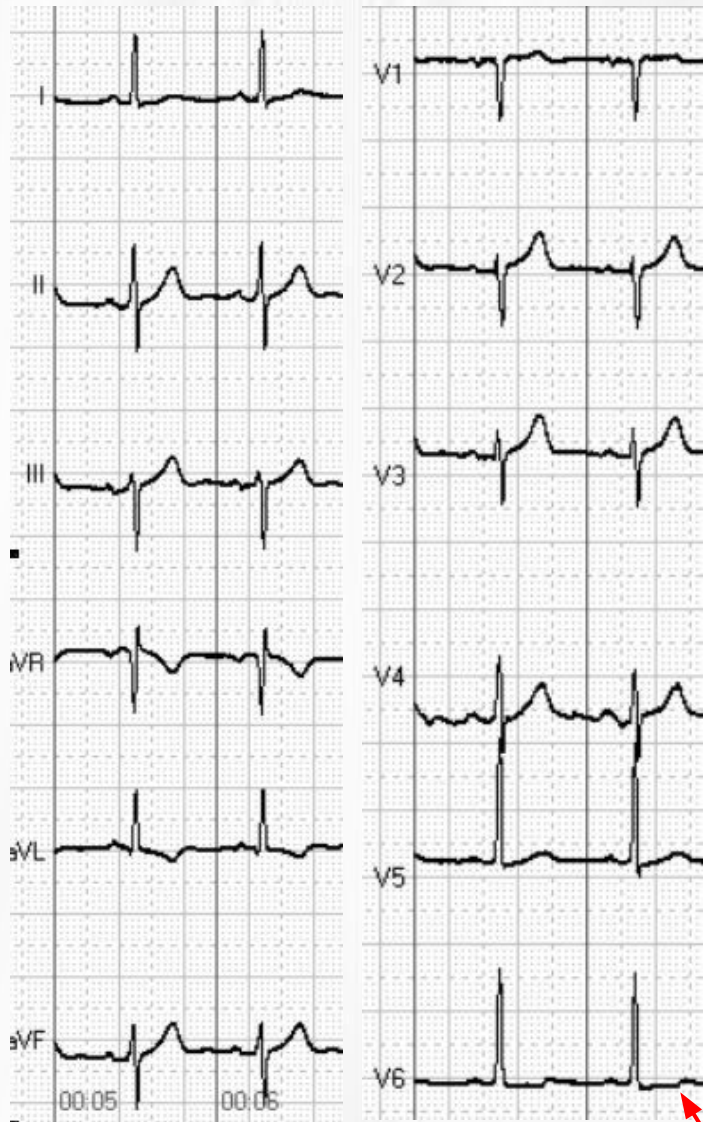
Низкий риск: **более +5** Средний риск: **от +4 до -10** Высокий риск: **ниже -11**

Пример нормального и положительного тредмил теста

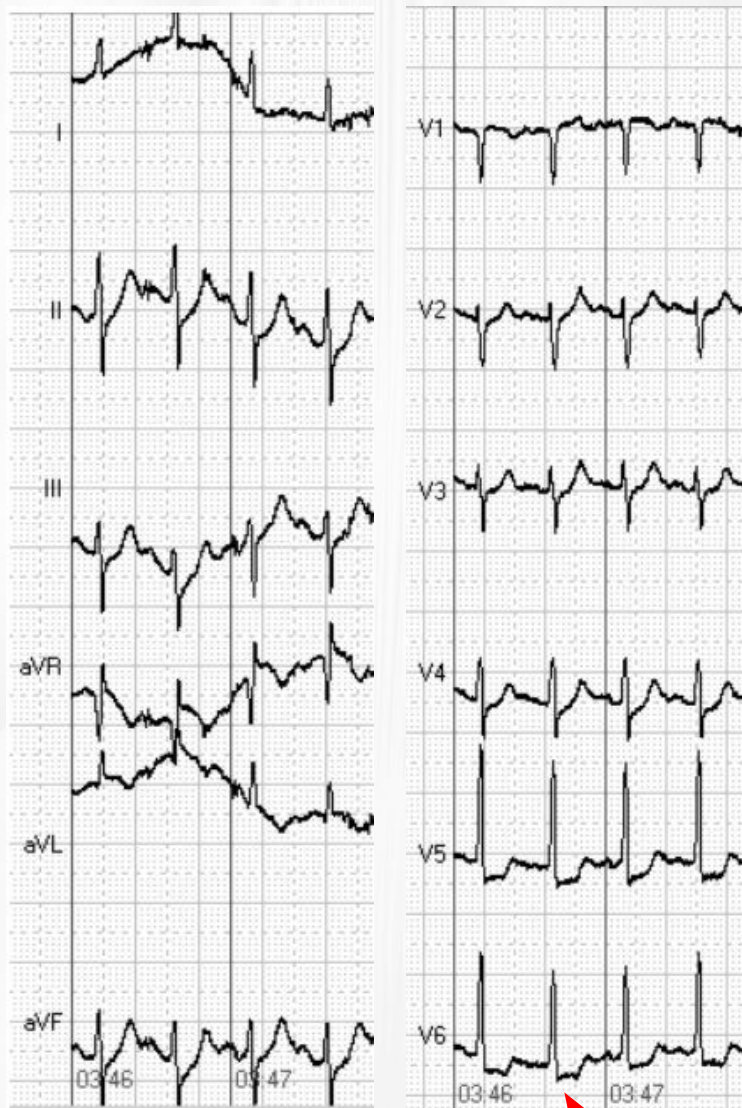


Еще один положительный тредмил тест

До начала нагрузки



Максимальная динамика ST



Особенности тредмил теста

женщины

Пол	Чувствительность	Специфичность	Диагностическая точность
Мужчины	71%	82%	80%
Женщины	69%	62% ↓	67% ↓

Причиной ложноположительных тестов чаще являются:

- возраст старше 45 лет
- синдром пре- или постменопаузы
- избыточный вес
- сочетании с
 - пролапсом митрального клапана
 - гиперлипидемия
 - артериальная гипертензия
- ЭКГ покоя - неспецифические изменения конечной части желудочкового комплекса

Чаще всего требуется дополнительное обследование – предпочтительна ОФЭКТ

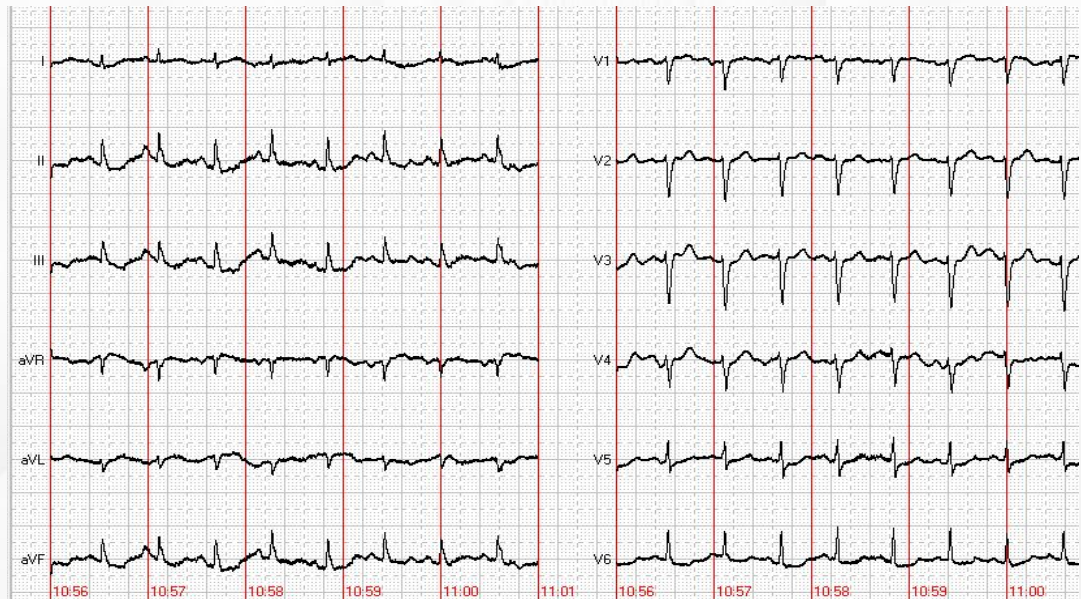
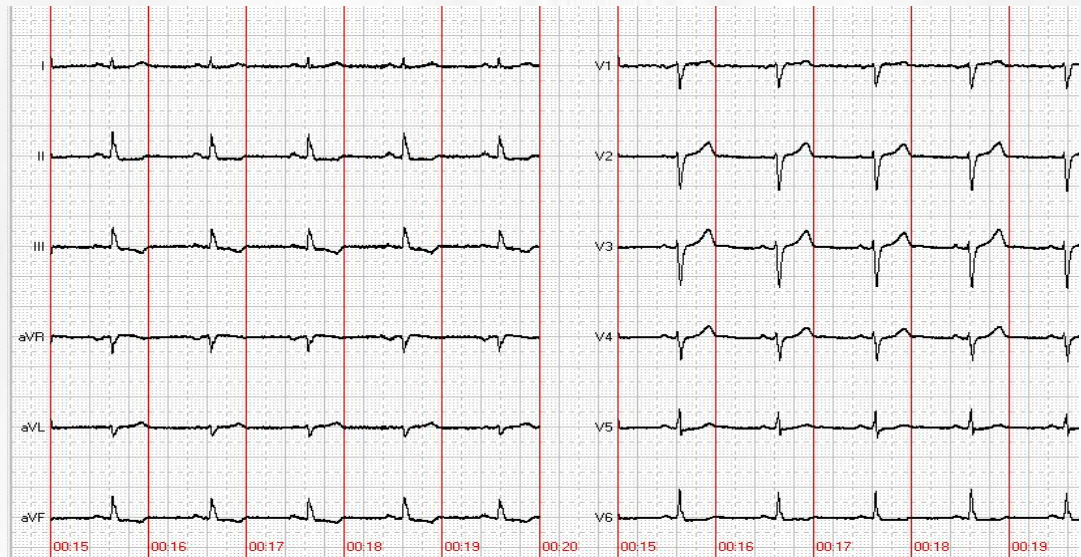
Классический “женский” тест

Пациентка Т, 52 лет,
Климактерический с.
Дисгормональная КМП
ST-T – неспецифические
изменения

Протокол BRUCE
Макс. ЧСС 150 в мин
Макс. АД 180/90 мм рт.ст.
Нагрузка – 8.2 METS

Углубление депрессии до 0.5 мм.
Сомнительная динамика.

По КАГ – чистые КА



Особенности **нагрузочного ЭКГ теста** при ожирении

- высокая вероятность ИБС при положительном результате
 - гипертоническая реакция на нагрузку
 - высокий стартовый прирост ЧСС и АД
 - одышка, артралгии
 - ограничения оборудования
 - разработка программы реабилитации
- } **Протокол MOD-BRUCE**

	Чувствительность	Специфичность	Диагностическая точность
ИМТ ниже 30	71%	82%	80%
ИМТ выше 30	69%	62%	67%

Особенности тредмил теста

После реваскуляризации

	Чувствительность	Специфичность	Диагностическая точность
В выявлении рестенозов	75%	88%	81%

собственные данные, n=62

1 этап – через **1-2** недели после вмешательства – результат реваскуляризации

2 этап – наблюдение за пациентом через **1, 3, 6, 12** месяцев, далее 1 раз в год и при рецидиве жалоб.

Тесты проводятся на фоне плановой терапии.

При сомнительном результате – ОФЭКГ или стресс-ЭХОКГ на фоне постепенной отмены терапии в условиях стационара.

Чаще индуцируются аритмии и преходящие нарушения проводимости

Особенности тредмил теста

После инфаркта миокарда

ИМ без осложнений – тредмил тест через 3-4 дня

ИМ осложненный – тредмил тест через 3-4 недели

Риск повторного инфаркта повышается при:

- невозможность выполнения 2 ступени протокола Bruce (толерантность менее 6.5 METs)
- максимальной ЧСС ниже 120 в минуту
- продолжительности восстановительного периода более 6 мин;
- гипотонической реакции АД на нагрузку
- подъеме сегмента ST

Если исходная ЭКГ изменена, чувствительность и специфичность снижается до **62%** и **73%** соответственно

Рекомендовано применение ОФЭКГ и стресс-ЭХОКГ

КАЧЕСТВО
ОБОРУДОВАНИЯ

КОНТАКТ С
ПАЦИЕНТОМ

МИНИМУМ ОСЛОЖНЕНИЙ
МАКСИМАЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ
МАКСИМАЛЬНАЯ СПЕЦИФИЧНОСТЬ
ВЫСОКАЯ ВОСПРОИЗВОДИМОСТЬ

КВАЛИФИКАЦИЯ ВРАЧА

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ
ОБСЛЕДОВАНИЕ
(ЭХО КГ, ХОЛТЕР)
И ПОДГОТОВКА (ТЕРАПИЯ?)

Спасибо за внимание