

**Медицинский университет Караганды  
Кафедра внутренних болезней №1**



**СРС**  
**Тредмил-тест и велоэргометрия**

Выполнила: интерн 7057 Миникиева К.Р.  
Проверила: к.м.н. доцент кафедры ВБ№1 Жусупова А.М.

**Караганда 2019**

# Содержание:

1. Введение: физиологическое обоснование
2. Показания
3. Противопоказания
4. Подготовка к процедуре
5. Критерии прекращения нагрузочных проб
6. Видео материал
7. Интерпретация результатов
8. Сравнительная оценка нагрузочных проб
9. Обратная связь
10. Список использованной литературы

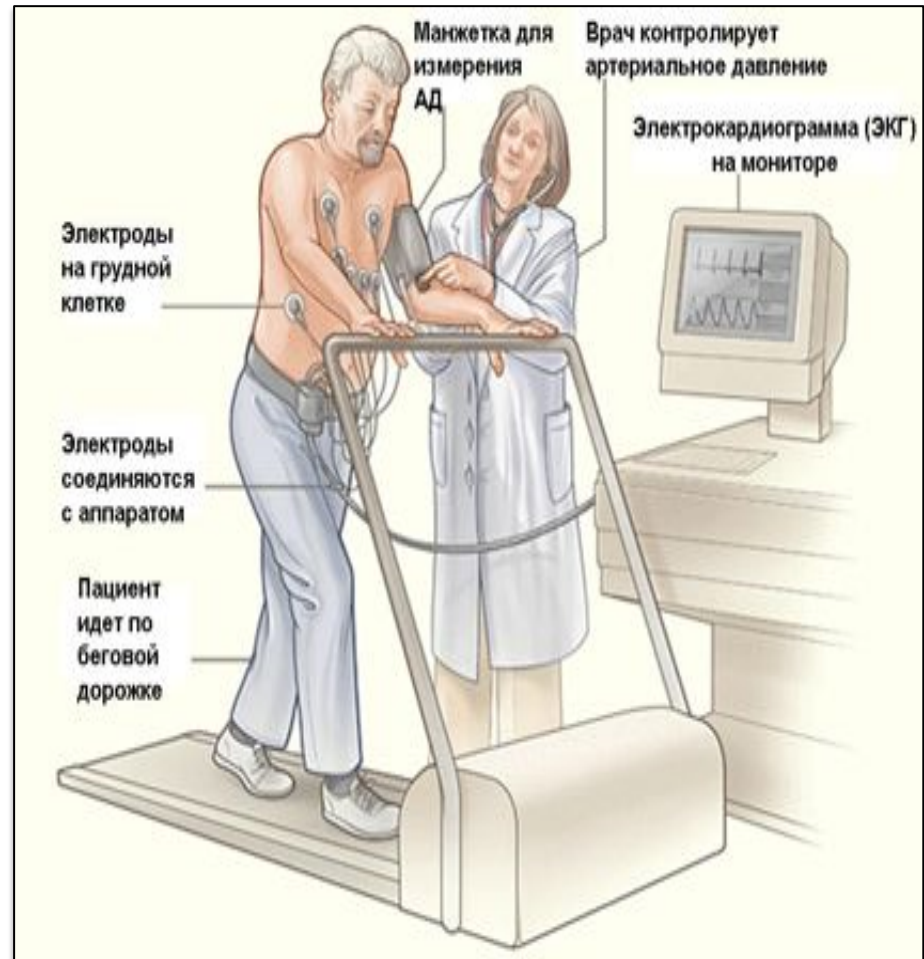
# Физиологическое обоснование

Потребление кислорода при нагрузке- наиболее строгий, количественно определяемый, воспроизводимый параметр, пригодный для стандартизации проб с физической нагрузкой .

Фактором, обеспечивающим при необходимости высокое потребление кислорода, является величина сердечного выброса. Чем выше у испытуемого ЧСС при возрастающей нагрузке, тем выше максимальное потребление кислорода и соответственно физическая работоспособность человека и функциональное состояние сердечно-сосудистой системы лучше.

У пациента с ИБС, когда коронарные артерии «забиты» атеросклеротическими бляшками, приток крови к сердцу во время физической активности не может быть увеличен из-за суженного просвета коронарных артерий, поэтому миокард «сигнализирует» о недостатке кислорода болевыми приступами в грудной клетке — приступами стенокардии и соответствующими ЭКГ признаками.

**Тредмил-тест-** метод исследования состояния сердца при физической нагрузке (движения пациента по специальной беговой дорожке (тредмилу) с различной скоростью от 1 до 10 миль/ч), наличие и степень тяжести индуцируемой ишемии, выявляются скрытые нарушения ритма и проводимости сердца, а также функциональные возможности сердечной гемодинамики пациента, включая реакцию артериальной гипертензии для оценки степени ее тяжести.



## В чем суть тредмил теста?

Суть теста заключается в том, чтобы заставить сердце исследуемого разогнаться до определенной частоты сокращений и оценить его реакцию на нагрузку и кровоснабжение (определяется по ЭКГ или жалобам). Конечной целью исследования является достижение субмаксимальной частоты сердечных сокращений.

Наиболее распространен протокол использования тредмила по R. Bruce (темп ходьбы предусматривает более быстрый темп наращивания мощности нагрузки; темп ходьбы 5 миль\ч достигается ч/з 12 мин от начала пробы)

Наиболее распространенные пробы с физической нагрузкой с применением тредмила

Протокол R. Bruce

Степень	Скорость миль/ч км/ч	Угол подъема %	Длительность мин
1	1,7 2,7	10	3
2	2,5 4,0	12	3
3	3,4 5,5	14	3
4	4,2 6,8	16	3

**Велоэргометрия-**  
электрокардиографический метод диагностики, выполняемый на велоэргометре с применением возрастающей ступенчатой физической нагрузки(во время процедуры пациент крутит педали велоэргометра (велотренажера))



# Показания:

- Диагностика ИБС.
- Определение тяжести стенокардии (функционального класса), оценка эффективности ее лечения.
- Оценка прогноза у кардиологических больных.
- Выбор тренировочной нагрузки для реабилитации кардиологических больных.
- Определение реакции сердечно-сосудистой системы на нагрузку, физической выносливости пациента.



# Абсолютные противопоказания:

- ранние сроки острого инфаркта миокарда
- нестабильная стенокардия
- нарушения ритма, сопровождающиеся нарушениями гемодинамики
- тяжелый аортальный стеноз
- декомпенсированная хроническая сердечная недостаточность
- тромбоэмболия легочной артерии
- острый миокардит или перикардит
- расслаивающаяся аневризма аорты

# Относительные противопоказания:

- проксимальный стеноз левой коронарной артерии
- умеренные стенозы клапанов сердца
- электролитные нарушения
- неконтролируемая артериальная гипертензия (>200/110 мм рт.ст.)
- тахи- или брадиаритмии
- гипертрофическая кардиомиопатия
- высокая степень атриовентрикулярной блокады
- лихорадка
- неспособность выполнять инструкции врача-исследователя.

# Подготовка к процедуре:

- Нитраты пролонгированного действия отменяются за 12 часов (изосорбида мононитрат), а также бета-адреноблокаторы (коронал, конкор, эгилок, беталок, бипрол и др). Дигоксин и другие сердечные гликозиды отменяют за 2 недели, так как он затрудняет интерпретацию результатов. Антикоагулянты и противодиабетические ЛС не отменяется.
- Крайне нежелательно курить или употреблять алкоголь и кофе за сутки до процедуры.
- В день исследования допустим легкий завтрак и прием незначительного количества воды.
- На обследование рекомендуется прийти в удобной одежде и легкой обуви.

## Расчет нагрузки

220-возраст пациента в годах= ЧСС в минуту

При проведении субмаксимальной нагрузочной пробы, критерием прекращения нагрузки будет достижение субмаксимальной ЧСС (75%-80% от максимальной, это величина рассчитывается по таблицам в зависимости от пола и возраста),

которая рассчитывается по формуле Г.М. Яковлева:  
$$\text{ЧСС} = \text{ЧСС в покое} + K(215 - \text{возраст} - \text{ЧСС в покое}).$$
 $K$ -коэффициент поправки, он составляет 0,9 для спортсменов; 0,8 для здоровых; 0,7 для больных; 0,6 для перенесших ИМ.

## К абсолютным критериям прекращения нагрузочной пробы относят:

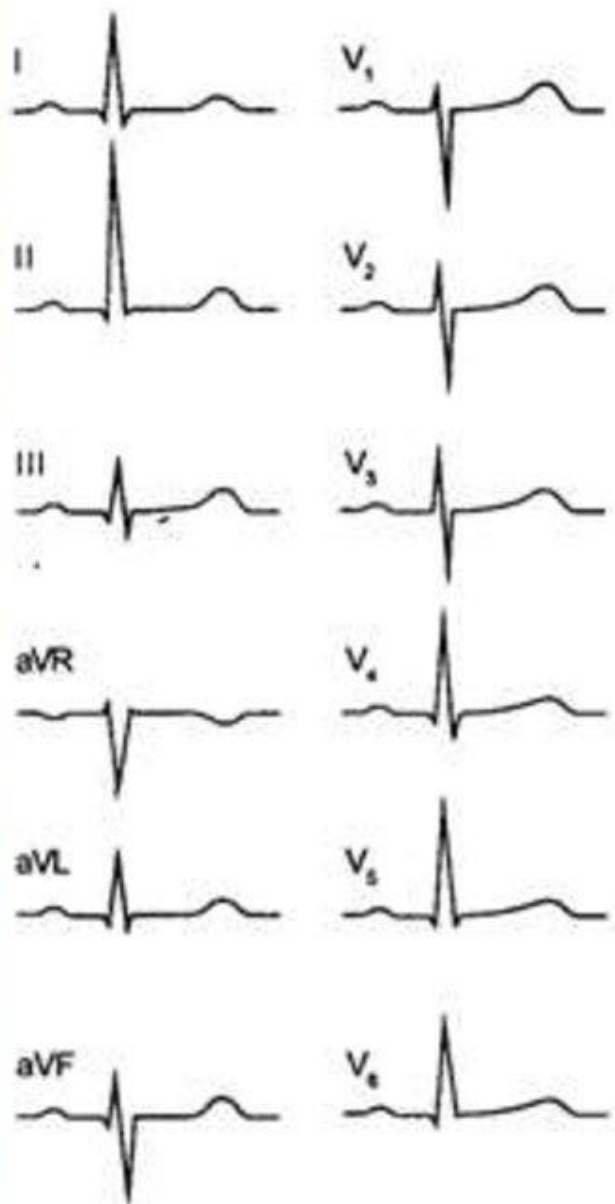
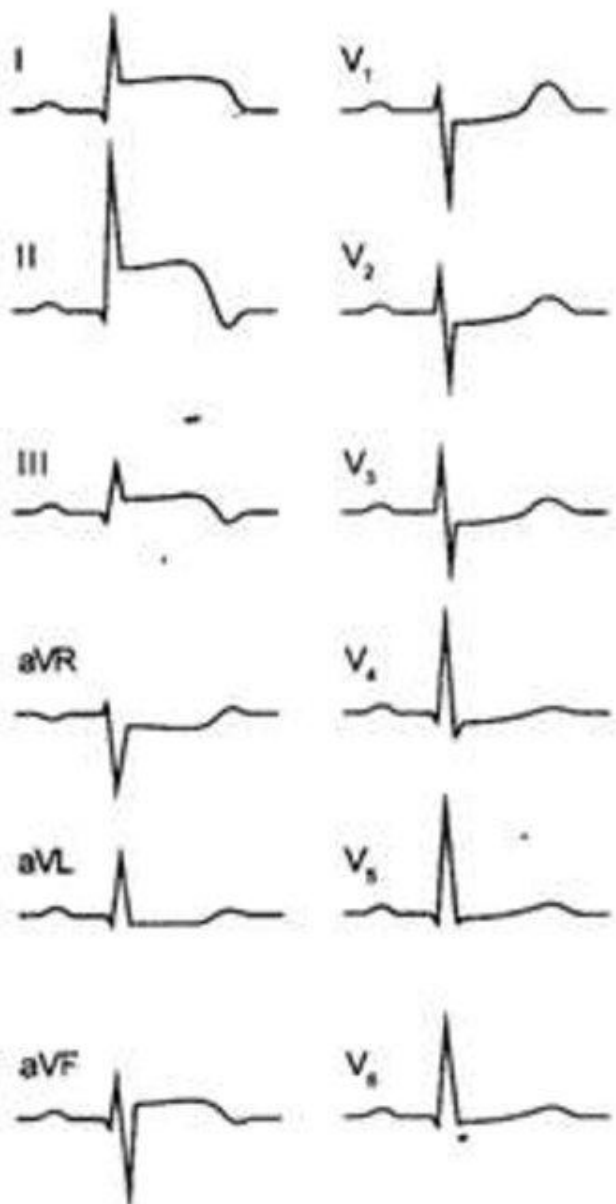
- „падение (САД)  $>10$  мм рт.ст. от исходного (несмотря на увеличение работоспособности) в сочетании с другими признаками ишемии;
- „выраженную стенокардию; „
- неврологические проявления в виде головокружения, нарушения координации движений;
- „признаки нарушения перфузии в виде цианоза или бледности кожных покровов; „
- технические проблемы при мониторинговании ЭКГ или артериального давления;
- „устойчивую желудочковую тахикардию; „
- элевацию сегмента ST  $>1$  мм в отведениях без патологических зубцов Q (за исключением отведений V1 и aVR); „
- нежелание пациента продолжать исследование

## Относительными критериями прекращения нагрузочной пробы являются:

- „ падение САД  $>10$  мм рт.ст. от исходного без сопутствующих признаков ишемии; „
- горизонтальная или косонисходящая депрессия сегмента ST  $>2$  мм; „
- нарушения ритма, включая политопные желудочковые экстрасистолы (ЖЭ), наджелудочковые тахиаритмии, нарушения проводимости и брадиаритмии; „
- общая усталость, одышка, судороги в ногах; „
- блокада ножек пучка Гиса, а также нарушения внутрижелудочкового проведения, которые невозможно отдифференцировать от желудочковой тахикардии; „
- нарастающая боль в грудной клетке;
- „ значительное повышение АД (САД  $>250$  мм рт.ст., ДАД  $>115$  мм рт.ст.).

# Интерпретация результатов

- **Положительный тест**- ангинозный приступ или его эквивалент; - ишемическая кодируемая, т.е. достоверная, характерная для ИБС, депрессия сегмента ST без ангинозной боли(горизонтальная или нисходящая депрессия сегмента  $ST \geq 0,1$  мV, сохраняющаяся по крайней мере в течение 0,06-0,08 сек после J-точки в одном и более отведениях ЭКГ));
  - ангинозный приступ + кодируемая депрессия сегмента ST;
  - у женщин тест считается положительным при сочетании ангинозной боли и депрессии сегмента ST в двух- трех отведениях ЭКГ на 1,5 - 2мм на фоне низкой или средней толерантности к физической нагрузке;
- **Отрицательный тест**- достижение намеченной (субмаксимальной, максимальной) ЧСС без ангинозной боли и ЭКГ - признаков транзиторной ишемии миокарда.
- **Сомнительный тест** — если жалобы есть, а ишемии по ЭКГ нет
- **Тест незавершенный или неинформативный** считается, если пациент откажется от проведения дальнейшего увеличения нагрузки раньше времени (по различным причинам) и таким образом необходимой частоты сердечных сокращений достигнуто не будет

**А****Б**

**Электрокардиограмма больного В., 46 лет, до (А) и во время (Б) эпизода стенокардии Prinzmetall.**



**Ложно-положительный**- это наличие на ЭКГ признаков ишемии миокарда у лиц с нормальным состоянием коронарного русла по данным КАГ (чаще у женщин).

Возможные причины ложноположительных тестов:

- 1. Прием хинидина, препаратов дигиталиса, резерпина,  $\beta$ -блокаторов, седативных средств, кордарона, преднизолона.
- 2. Нарушение электролитного обмена на фоне приема диуретиков с развитием гипокалиемии.
- 3. Гормональные нарушения, прием эстрогенов, симпатикотония.
- 4. Гипоксическое состояние (заболевания легких, анемия)
- 5. Гипервентиляция.
- 6. Пороки сердца, пролабирование митрального и трикуспидального клапанов.
- 7. Гипертрофия левого желудочка любого генеза.
- 8. Курение, прием крепкого чая, кофе за 1- 1,5 часа до проведения теста
- 9. Феномен WPW, CLC, блокады ножек пучка Гиса.
- 10. Наличие НЦД, особенно у женщин.
- 11. Субъективная оценка врачом - исследователем болевого синдрома, как ангинозного приступа, в том случае, когда он не сопровождается ишемическими изменениями ЭКГ.

**Ложноотрицательные пробы:** это отсутствие ишемических изменений ЭКГ у больных с верифицированным диагнозом ИБС.

Возможные причины ложноотрицательных тестов:

- 1. Недостаточная мощность нагрузки.
- 2. Невыраженное поражение сосудов, чаще поражение 1 коронарной артерии, особенно у физически подготовленных лиц.
- 3. Искажение процессов реполяризации на ЭКГ рубцами, гипертрофией левого желудочка, блокадами ножек пучка Гиса, феноменом WPW.
- 4. Возникновение транзиторной ишемии миокарда одновременно на противоположных стенках левого желудочка, приводящее к псевдонормализации ЭКГ.
- 5. Хорошее развитие коллатералей.

## Функциональные классы у больных ИБС по данным ВЭМ (Д.М. Аронов)

Функциональные классы	I	II	III	IV
Двойное произведение	$\geq 278$ ед.	218-277 ед.	151-217 ед.	$\leq 150$ ед.
Мощность освоенной нагрузки	$> 100$ W	75-100 W	50-75 W	$< 50$ W
МПК в МЕТ-ах	$\geq 7$	4,0 - 6,9	2,0 - 3,9	$< 2$

# Сравнительная оценка нагрузочных проб

## Тредмил-тест

- Тредмил тест более физиологичный и удобный для пациентов, особенно пожилых.
- При нагрузке на тредмиле пациенты достигают более высоких значений максимального потребления кислорода (от 5 до 20%), что должно учитываться при сравнении разных исследований.
- Однако системы на базе тредмила требуют большего помещения, и, как правило, они более дороги.
- Проба на тредмиле показана толерантным к физическим нагрузкам пациентам при отсутствии на ЭКГ в покое ишемических изменений сегмента ST, блокад, гипертрофии ЛЖ, нарушение внутрисердечной проводимости, искусственного водителя ритма

## Велоэргометрия

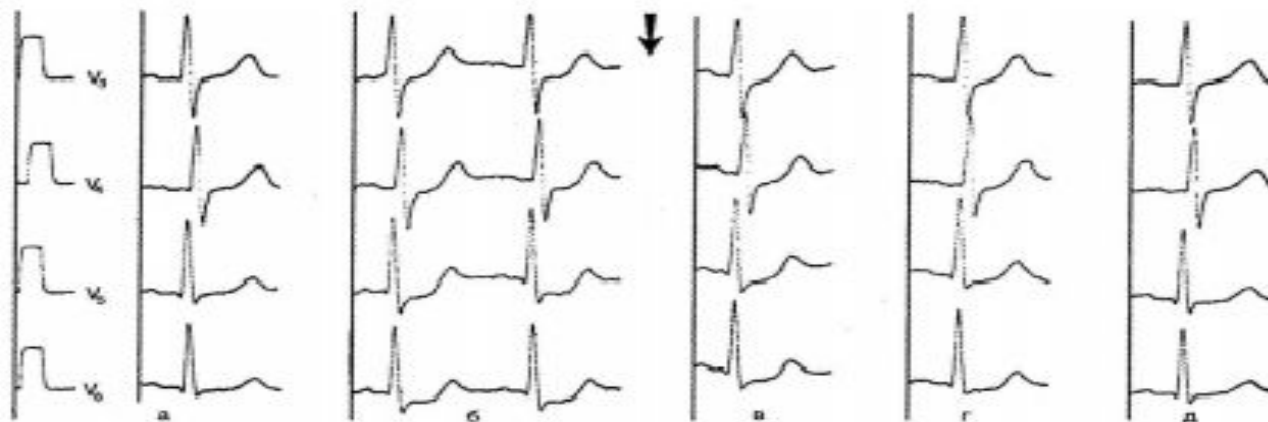
- Велоэргометр более дешев, занимает меньше пространства, при работе на нем меньше шума, чем при использовании тредмила .
- Также при работе на нем, в отличие от тредмила движения верхней половины тела менее выражены, что облегчает запись ЭКГ и контроль АД
- ВЭМ невозможно проводить у больных с заболеваниями опорно-двигательного аппарата, сосудов нижних конечностей и т.д.
- Часть больных не может достичь субмаксимального уровня нагрузки из-за детренированности, отсутствие навыков езды на велосипеде

## Дайте заключение по велоэргометрической пробе

Больной Б., 49 лет, мастер.

На ЭКГ-покоя изменений нет. ЧСС 74 в минуту, АД 120/75 мм рт. ст.

Велоэргометрическая проба: больной выполнил непрерывно-возрастающую нагрузку мощностью 150 кгм/мин в течение 3 минут, 300 кгм/мин в течение 3 минут и 450 кгм/мин в течение 3 минут. Общая продолжительность нагрузки 9 минут. Общий объем работы 2700 кгм. На высоте нагрузки ЧСС 122 в минуту, АД 170/100 мм. рт. ст., «двойное произведение» 207 ус. ед. Проба была прекращена в связи с появлением болей за грудиной, сопровождавшихся горизонтальным снижением сегмента ST на 2 м в отведениях  $V_4 - V_6$ . Изменения ЭКГ сохранялись на 1-й и 3-й минутах отдыха и исчезли лишь к 5-й минуте отдыха.



**а** – ЭКГ покоя;

**б** – нагрузка 450 кгм/мин; период восстановления;

**в** – 1 мин,

**г** – 3 мин,

**д** – 5 мин.

Ответ:

Проба считается положительной, так как на фоне выполнения нагрузки мощностью 450 кгм/мин появилась горизонтальная депрессия сегмента ST более 1 мм. Толерантность к физической нагрузке средняя.



**Спасибо  
за  
внимание**

# Список использованной литературы

- Н.В. Корнеев, Т.В. Давыдова "Функциональные нагрузочные пробы в кардиологии". Издательство "МЕДИКА", 2011 год.
- Гурвич М.А. Хроническая ишемическая болезнь сердца. Руководство для врачей, 2003 год
- Прогностическое значение велоэргометрии у больных ИБС со стабильной стенокардией, 2008
- Учебное пособие. Функциональные нагрузочные пробы в диагностике ИБС. Кузнецов Г.Э. , Либис Р.А., Тенчурина Л.Р 2010г