

# Нагрузочные ЭКГ-тесты в диагностике ИБС

# Классификация стенокардии напряжения согласно Канадской ассоциации кардиологов (1976)

<b>Функциональный класс</b>	<b>Признаки</b>
<b>I ФК</b>	Обычная физическая активность не вызывает стенокардии. Боли появляются только при высоких уровнях нагрузки (например, спортивные мероприятия)
<b>II ФК</b>	Умеренное ограничение физической активности. Обычная физическая нагрузка (быстрая ходьба, бег, подъем по лестнице более 1 пролета) вызывает боль
<b>III ФК</b>	Значительно ограничение физической активности. Больной комфортно чувствует себя только в состоянии покоя, но малейшие физические нагрузки (ходьба в спокойном темпе на 100-200 м, подъем по лестнице на 1 пролет) приводят к появлению боли.
<b>IV ФК</b>	Неспособность переносить какую-либо физическую нагрузку без болевых ощущений, стенокардия возникает даже в покое

**Перед проведением нагрузочного ЭКГ-теста врач должен задуматься над тремя основными вопросами:**

1. Зачем этому пациенту нагрузочный тест?
2. Подготовлен ли пациент к исследованию?
3. Сопоставим ли риск возможного осложнения с вероятной пользой и информативностью проведенного нагрузочного теста?

# Основные показания к нагрузочному тесту:

- Диагностика ишемической болезни сердца
- Определение индивидуальной толерантности к физической нагрузке у больных с установленным диагнозом ИБС и уточнение ФК стенокардии
- Оценка эффективности лечебных, в т.ч. хирургических и реабилитационных мероприятий
- Экспертиза трудоспособности больных ССЗ
- Оценка прогноза
- Оценка эффективности антиангинальных препаратов



# Расчет субмаксимальной ЧСС

**75% от (220 - возраст пациента)**

**или**

**85% от (200 – возраст пациента)**

## Влияние различных препаратов на результаты нагрузочных проб:

- **β-адреноблокаторы** (в т.ч. соталол) и **антагонисты кальция** (верапамил, дилтиазем):
  - ↓ прирост ЧСС на фоне нагрузки, не позволяя достичь субмаксимальной ЧСС
  - ↓ потребность миокарда в кислороде, искажая динамику ST-T и толерантность к нагрузке
- **Кордарон** ↓ прирост ЧСС, нередко делая исследование неинформативным
- **Кораксан** за счет отрицательного хронотропного эффекта ↓ прирост ЧСС и затрудняет достижение субмаксимальной ЧСС
- **Нитраты** влияют на динамику ST-T и выраженность ангинозных болей, что может привести к ложноотрицательным результатам теста
- **Диуретики** за счет электролитных нарушений приводят к неспецифическим изменениям ST-T, на фоне длительного приема возрастает вероятность ложноположительного теста
- **Гипотензивные препараты** искажают тип реакции АД на нагрузку
- **Дигоксин** способствует ложноположительным результатам тестирования из-за возможного появления неишемической «корытообразной» депрессии сегмента ST

# Подготовка пациента к исследованию:

- Постепенная отмена  **$\beta$ -адреноблокаторов** за 4 дня до исследования таким образом, чтобы за сутки до исследования пациент их не принимал
- В день исследования пациент не должен принимать **нитраты**
- **Желательно**, чтобы пациент до проведения теста не принимал
  - блокаторы кальциевых каналов с отрицательным хронотропным эффектом (верапамил)
  - диуретики
  - сердечные гликозиды

**Нагрузочный тест должен проводиться в первой половине дня, через 1-2 часа после легкого завтрака.**

**Не рекомендуется проводить тест сразу после забора крови из вены.**

**За 2-3 часа до исследования пациент не должен курить, пить крепкие стимулирующие напитки**

## **Абсолютные противопоказания к проведению нагрузочного теста:**

- **Острый инфаркт миокарда в течение 1-3 недель в зависимости от тяжести (рекомендации ВНОК – 7 дней)**
- **Нестабильная стенокардия**
- **ОНМК**
- **Тромбоэмболия легочной артерии**
- **Острый тромбофлебит**
- **Критический аортальный стеноз**

## **Абсолютные противопоказания к проведению нагрузочного теста:**

- **Нарушения ритма и проводимости: тахикардии, частые эпизоды АВ-блокады II степени, АВ-блокада III степени, неконтролируемые желудочковые нарушения ритма Lawn III-IV**
- **Сердечная недостаточность III-IV ФК по NYHA**
- **Синкопальные состояния без предварительного проведения Эхо-КГ и суточного мониторирования ЭКГ**
- **Выраженная артропатия, иные внесердечные причины, препятствующие нагрузке**
- **Пациент неконтактный, неадекватно оценивает происходящее**

# Относительные противопоказания к проведению нагрузочного теста

(врач имеет право отказать в проведении теста или перенести исследование):

- Документально подтвержденный приступ стенокардии в день исследования
- Гемодинамически значимые (не критические) пороки сердца, в т.ч. приобретенные
- Аневризмы сердца, сосудов
- Желудочковые нарушения ритма высоких градаций на фоне терапии
- Тяжелые неконтролируемые наджелудочковые нарушения ритма

## Относительные противопоказания к проведению нагрузочного теста

- Исходная ЧСС выше 110 в минуту, АД выше 140/90 мм рт.ст., синдром отмены  $\beta$ -блокаторов
- Пациент не обследован (осмотр, анамнез, ЭКГ покоя, желательно Эхо-КГ и суточное мониторирование ЭКГ)
- Анемия, декомпенсация нарушений углеводного обмена
- Лихорадка неясного генеза, явления ОРВИ.



## Информированное согласие

**Я, Иванов Иван Петрович**, информирован лечащим врачом о необходимости проведения нагрузочной пробы. Полученные данные очень важны для диагностики моего заболевания и его успешного лечения.

Во время теста будут оцениваться переносимость нагрузки, наличие ишемии миокарда, нарушений сердечного ритма и проводимости, реакция АД и ряд других показателей. Будет определена эффективность проводимой терапии (в случае таковой), необходимость ее коррекции.

**Нагрузка будет прекращена** при появлении изменений ЭКГ (согласно нормативным критериям), повышения уровня АД выше допустимого, жалоб на боль в груди, одышки и т.д.

В целях предосторожности и безопасности во время теста будет непрерывно мониториться ЭКГ и периодически определяться уровень АД.

**Я предупрежден, что риск нагрузочных проб** минимален, однако может развиваться приступ боли в груди, появиться нарушения ритма сердца, повыситься АД и, крайне редко (0,001%), возможен летальный исход.

Медицинский персонал будет присутствовать во время проведения пробы и окажет мне вовремя необходимую помощь

**Я обязуюсь** информировать лечащего врача о проводимой терапии, интересующих его данных о моем заболевании, появлении каких-либо жалоб во время проведения нагрузочного теста. Обязуюсь в точности выполнять требования врача, проводящего нагрузочный тест.

Я прочитал информированное согласие, полностью ориентирован в необходимости проведения и возможных осложнениях теста. У меня нет вопросов к врачу.

**Я соглашаюсь на проведение нагрузочной пробы.**

Пациент \_\_\_\_\_ Врач \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

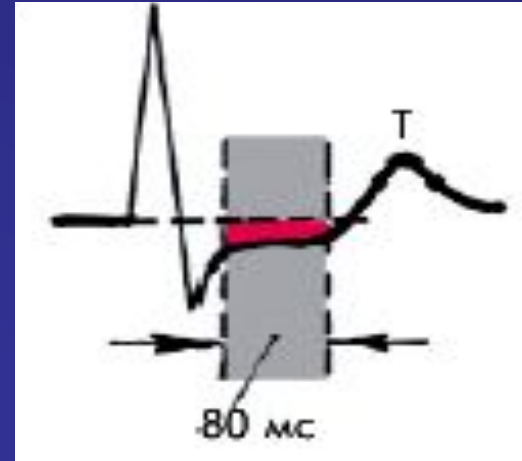






# ЭКГ-критерии ишемии миокарда

Горизонтальная депрессия сегмента ST не менее 1 мм,  
(если снижение сохраняется на протяжении не менее 80 мс от точки соединения - j)



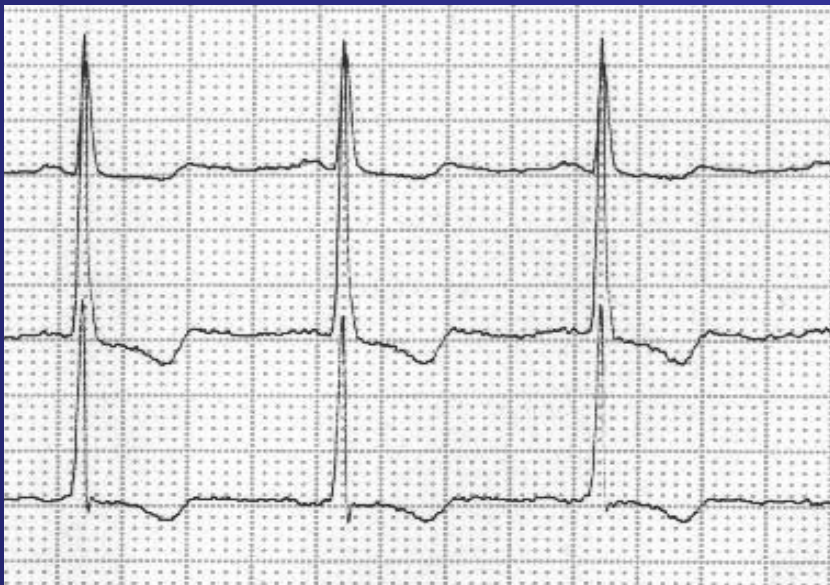
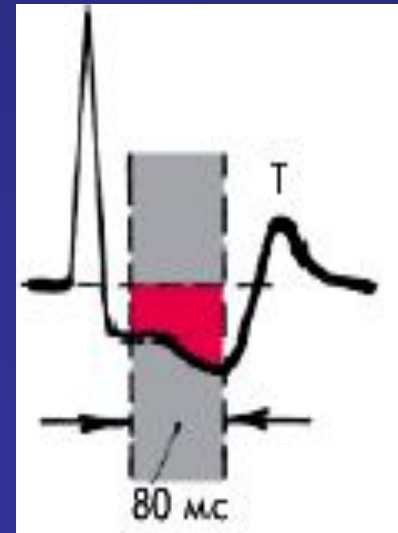
До нагрузки



После нагрузки

# ЭКГ-критерии ишемии миокарда

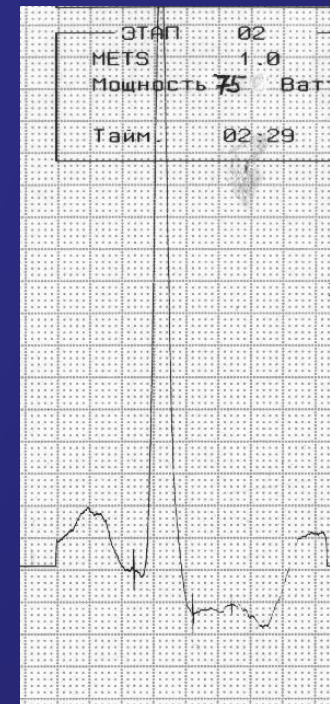
Косонисходящая депрессия сегмента ST не менее 1 мм в сочетании с отрицательным или двухфазным зубцом Т



До нагрузки



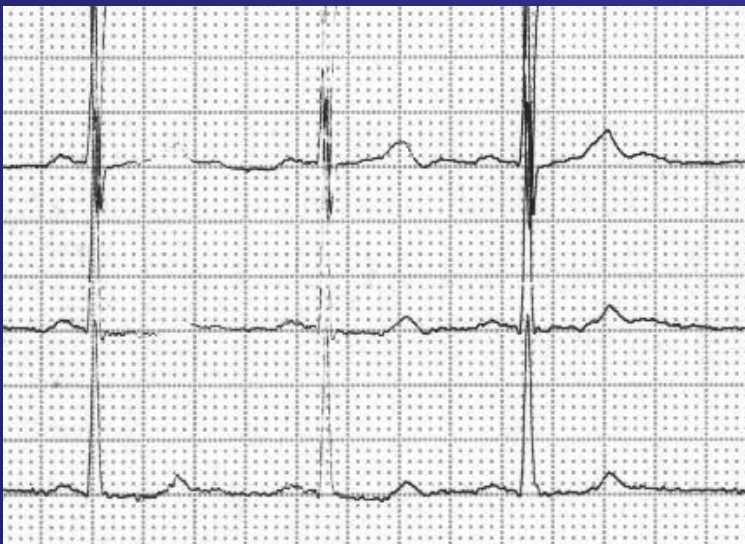
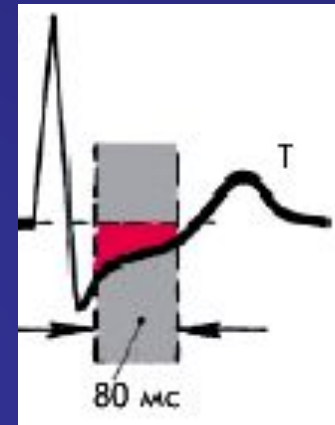
После нагрузки



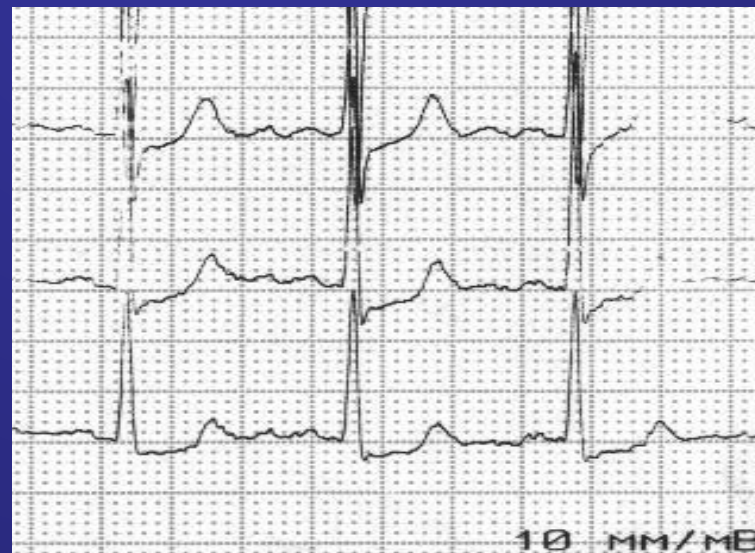


# ЭКГ-критерии ишемии миокарда

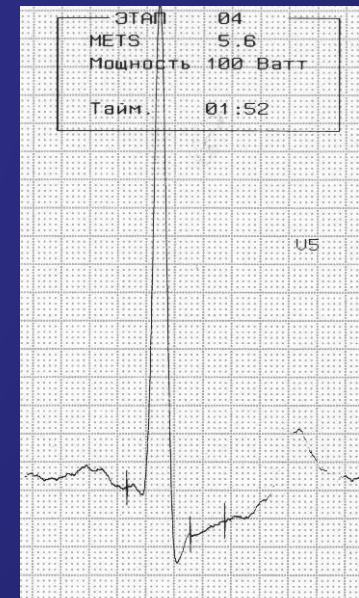
Медленная  
косовосходящая  
депрессия сегмента ST  
не менее 2 мм в точке j



До нагрузки

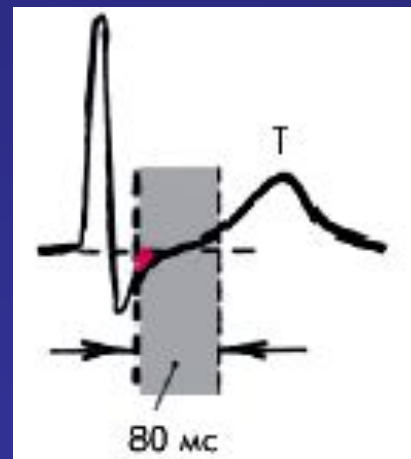


После нагрузки

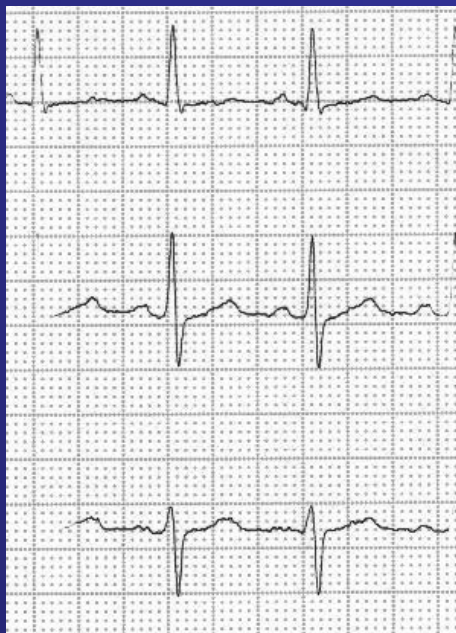


# Не является признаком ишемии миокарда

Быстрое  
косовосходящее  
снижение  
сегмента ST



**Встречается в норме при тахикардии**



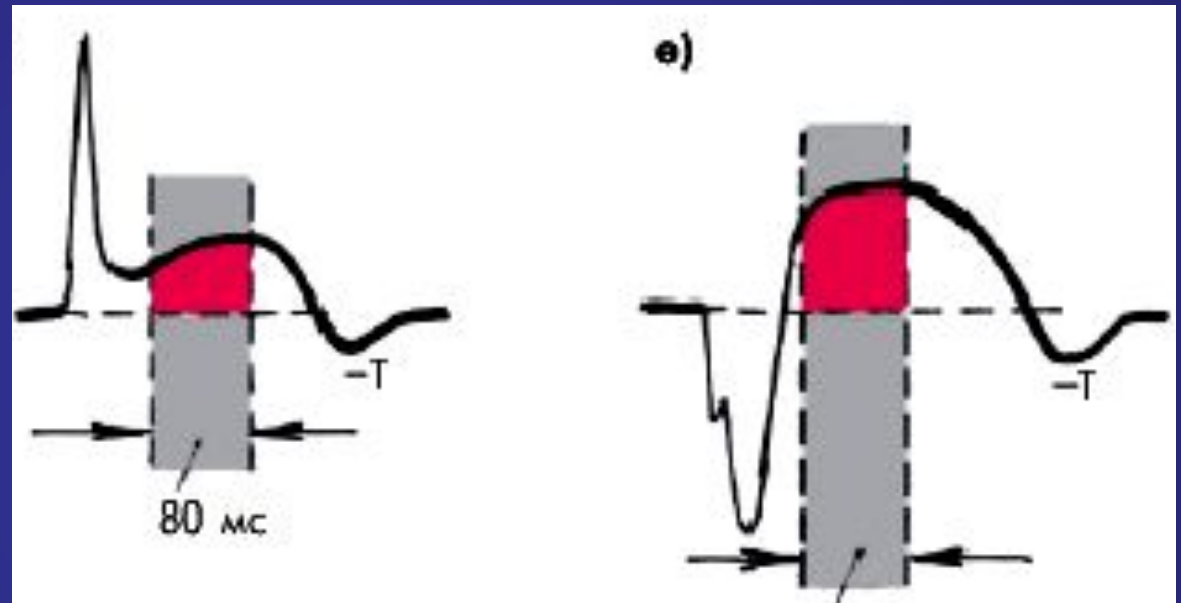
До нагрузки



После нагрузки

# ЭКГ-критерии ишемии миокарда

Элевация  
сегмента ST





# Критерии прекращения нагрузочного теста

- ✓ Достижение субмаксимальной ЧСС
- ✓ Вышеописанные признаки ишемии миокарда на ЭКГ
- ✓ Приступ стенокардии, типичный для данного больного
- ✓ Снижение САД на 20 мм рт. ст.
- ✓ Подъем САД до 230 мм рт. ст. и/или ДАД до 110 мм рт. ст. и выше
- ✓ Технические затруднения анализа ЭКГ или АД

## Критерии прекращения нагрузочного теста (продолжение)

- ✓ Возникновение приступа удушья или выраженной одышки
- ✓ Появление угрожающих нарушений ритма (частая, политопная или залповая ЖЭ, пароксизм суправентрикулярной или желудочковой тахикардии, пароксизм мерцательной аритмии)
- ✓ Возникновение АВ-блокады или блокады ножек пучка Гиса
- ✓ Изменение комплекса QRS: углубление и увеличение продолжительности ранее существовавших зубцов Q, переход патологического зубца Q в комплекс QS
- ✓ Появление резкой общей слабости, выраженного головокружения, головной боли, тошноты, нарушений координации движения
- ✓ Отказ больного от дальнейшего исследования
- ✓ Нежелание врача продолжать исследование

# Результаты нагрузочного исследования

- Проба: - положительная
- отрицательная
  - сомнительная
  - неинформативная

***Отрицательная проба*** - пациент при проведении исследования достиг заданной ЧСС, однако клинические и ЭКГ-признаки ишемии миокарда отсутствуют

# Сомнительная проба

- Развился типичный для стенокардии или атипичный болевой синдром, не сопровождающийся ишемическими изменениями на ЭКГ
- Наблюдается горизонтальное, косонисходящее или медленно восходящее смещение сегмента ST менее 1,0 мм от исходного уровня без типичного ангинозного приступа
- Возникли нарушения ритма и проводимости (частая или политопная экстрасистолия, пароксизмы суправентрикулярной или желудочковой тахикардии нарушения атриовентрикулярной или внутрижелудочковой проводимости)
- Падение АД на 20 мм рт. ст. и более от исходного уровня в сочетании с развитием ангинозного приступа, но при отсутствии значимой динамики ЭКГ

Проба неинформативна, если  
пациент не достиг целевой ЧСС  
при отсутствии динамики ЭКГ

**Боли в области сердца**



**Нагрузочный тредмил-тест или ВЭМ**



Проба положительная



Проба сомнительная



Проба отрицательная



**КАГ** («золотой стандарт»  
верификации ИБС)



**Дообследование:**

- ОФЭКТ (перфузионная сцинтиграфия миокарда)
- Стресс-ЭхоКГ
- Мультиспиральная компьютерная томография

**Чувствительность** проб с ФН при диагностике ИБС – от 62% до 80%

**Специфичность** — от 83% до 96%.

Частота **ложноотрицательных результатов** (отсутствие динамики ЭКГ при наличии ИБС) у больных ИБС достигает 20–38%.

**Ложноположительные результаты** (значимая динамика ЭКГ при отсутствии ИБС) выявляются у 17% больных и здоровых лиц, чаще у женщин.



## Причины ложноположительных результатов:

1. Нейроциркуляторная дистония (нарушения симпатической иннервации, влияющие на процесс реполяризации).
2. Выраженная гипертрофия миокарда ЛЖ.
3. Пролапс митрального клапана.
4. Значительные нарушения электролитного баланса.
5. Синдромы CLC и WPW.
6. Блокады ножек пучка Гиса.
7. Анемии различного генеза (гипоксия миокарда).
8. Хронические заболевания легких с выраженной дыхательной недостаточностью (гипоксия миокарда).
9. Прием некоторых лекарственных препаратов (сердечные гликозиды, мочегонные, эстрогены и др.).

# Толерантность к физической нагрузке

<b>Вт</b>	<b>Толерантность</b>
<b>25-50</b>	<b>Низкая</b>
<b>50-75</b>	<b>Средняя</b>
<b>100-125</b>	<b>Высокая</b>
<b>Более 125</b>	<b>Очень высокая</b>

# Типы реакции АД на нагрузку

- **Нормотонический** - адекватно учащению ЧСС увеличивается САД. ДАД понижается. Важным критерием является быстрое восстановление ЧСС и АД до уровня величины покоя.
- **Гипертонический** - резкое повышение САД до 180 - 220 мм. рт. ст. ДАД либо не изменяется, либо повышается.
- **Гипотонический** - крайне незначительное повышение САД в ответ на нагрузку, сопровождается резким учащением ЧСС. Время восстановления ЧСС и АД замедлено. Это, по-видимому, связано с тем, что увеличение минутного объема обеспечивается главным образом учащением ЧСС, в то время как увеличение УО невелико
- **Дистонический** - характерен выраженный прирост АД на фоне теста с его внезапным падением на пике нагрузке или на первой минуте восстановительного периода, нередко с развитием синкопального состояния



# Бо́льная Т., 55 лет

КД \*\*\*/\*\*



ERGOSANA	
WarmUp	00:16
СТАП	01
METS	1.0
Мощность	0 Ватт
Тайм.	Вык.

ST level -0,5 мм  
SI s  
J-ST мсек



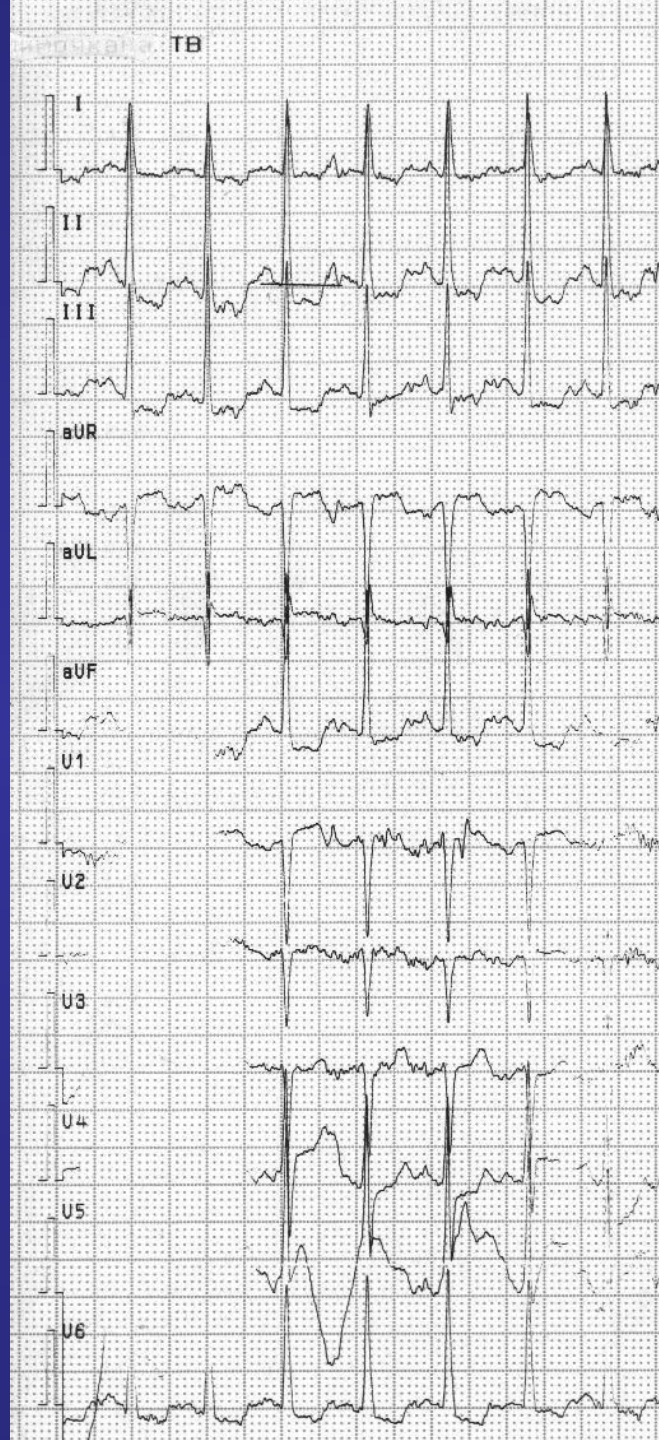
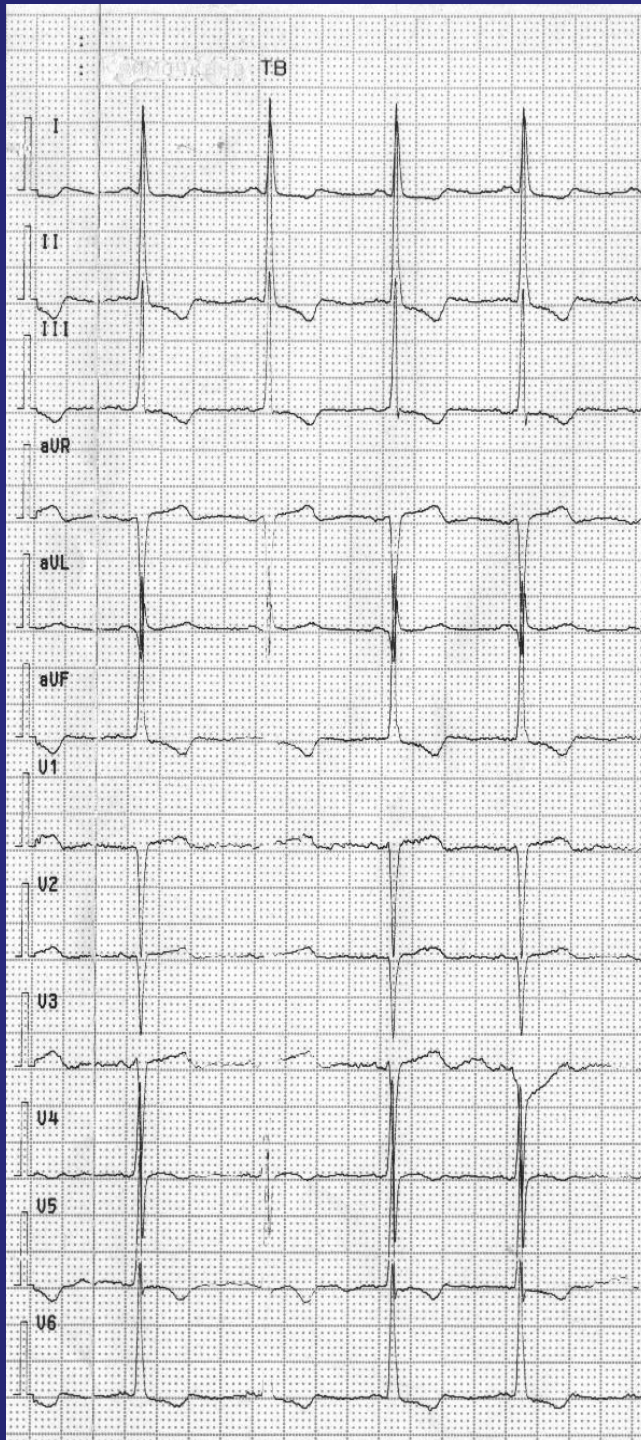


ERGOSANA	
Ехе	06:09
СТАП 02	
МЕТS	1.0
Мощность	75 Ватт
Тайм	02:29

II

ST1 -1.3  
 ST2 0.6  
 J-ST 50 мсек







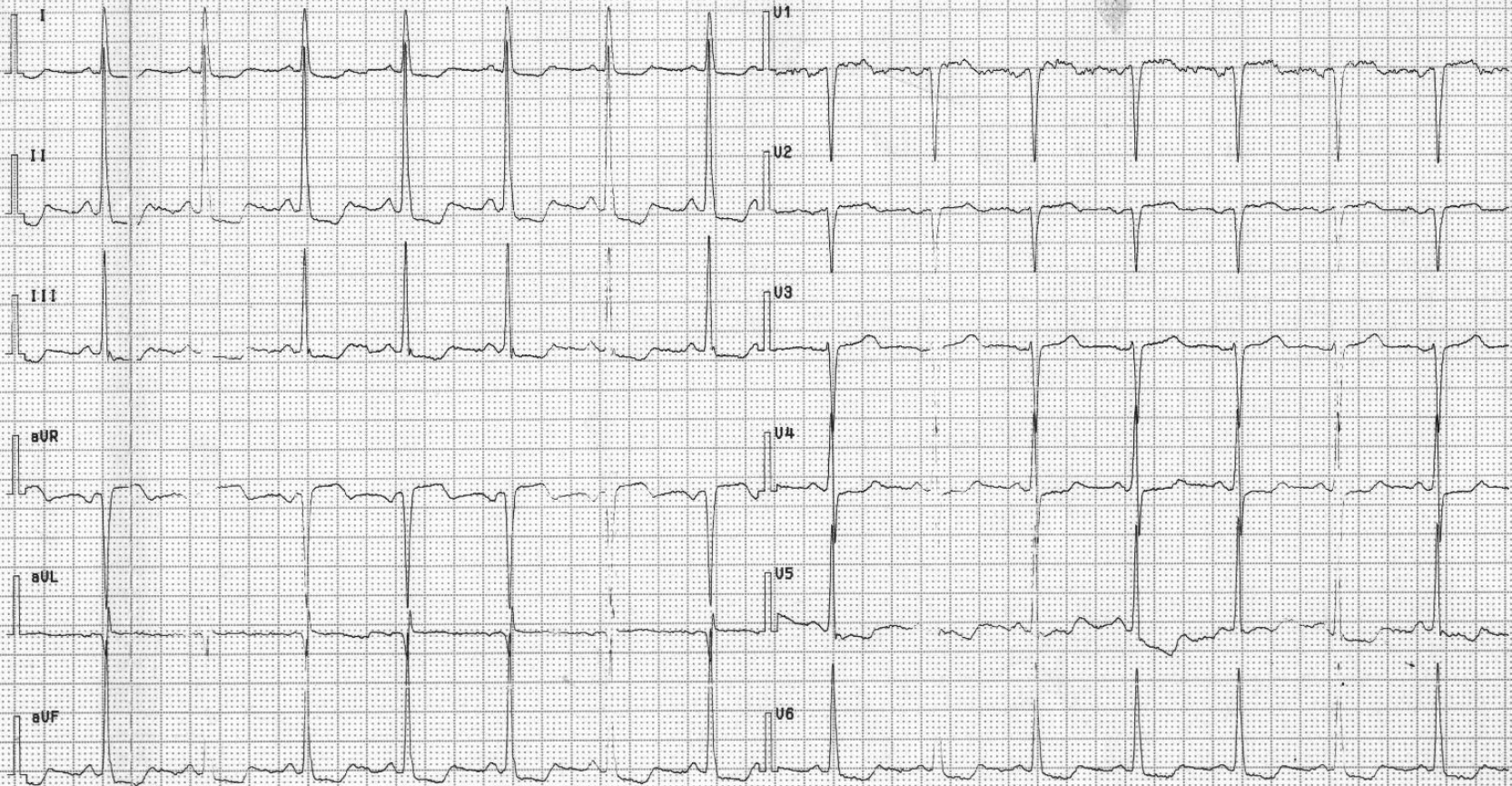
Код :  
Фамилия :  
Имя : ТВ  
Дата рожд. : 30/ Янв/1951  
Воз. : 55 г  
Пол : Ж  
Раса : в  
Рост : 156 см КД :  
Вес : 65 кг

Требования :  
Показания :  
Терапия :

14:08 04/ Дек/2006

ЧСС

87



10 мм/мВ 25 мм/с СФ Ф2 Б1



# Заключение ВЭМ

Больная Т., 55 лет

Исх ЧСС	Исх АД мм рт.ст.	Макс мощность	Время нагрузки, мин	Субмакс ЧСС	Достигнутая ЧСС	Макс АД мм рт.ст.	Болевой синдром
74	140/75	75 Вт	05:29	140	143	184/80	нет

**Причина прекращения пробы:** достижение субмаксимальной ЧСС,

**Изменения сегмента ST:** депрессия до -1,1 мм во II, III, aVF, V5-V6

**Симптомы:** одышка

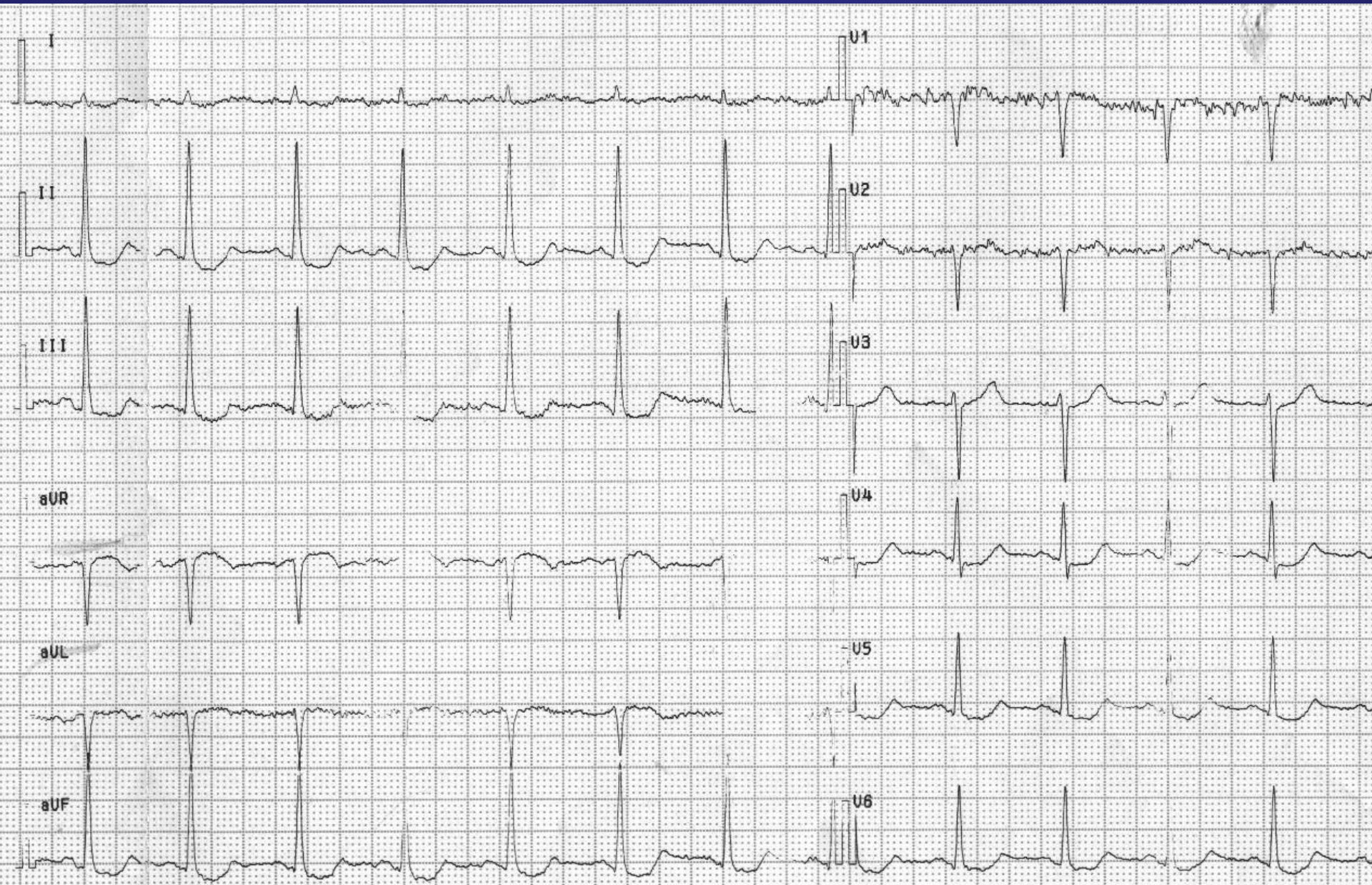
**Тест положительный**

**Толерантность к ФН** – средняя

**Реакция АД на нагрузку** - гипертензивная



# Больная Г., 62 года



10 мм/мВ 25 мм/с СФ Ф2 50



ERGOSANA

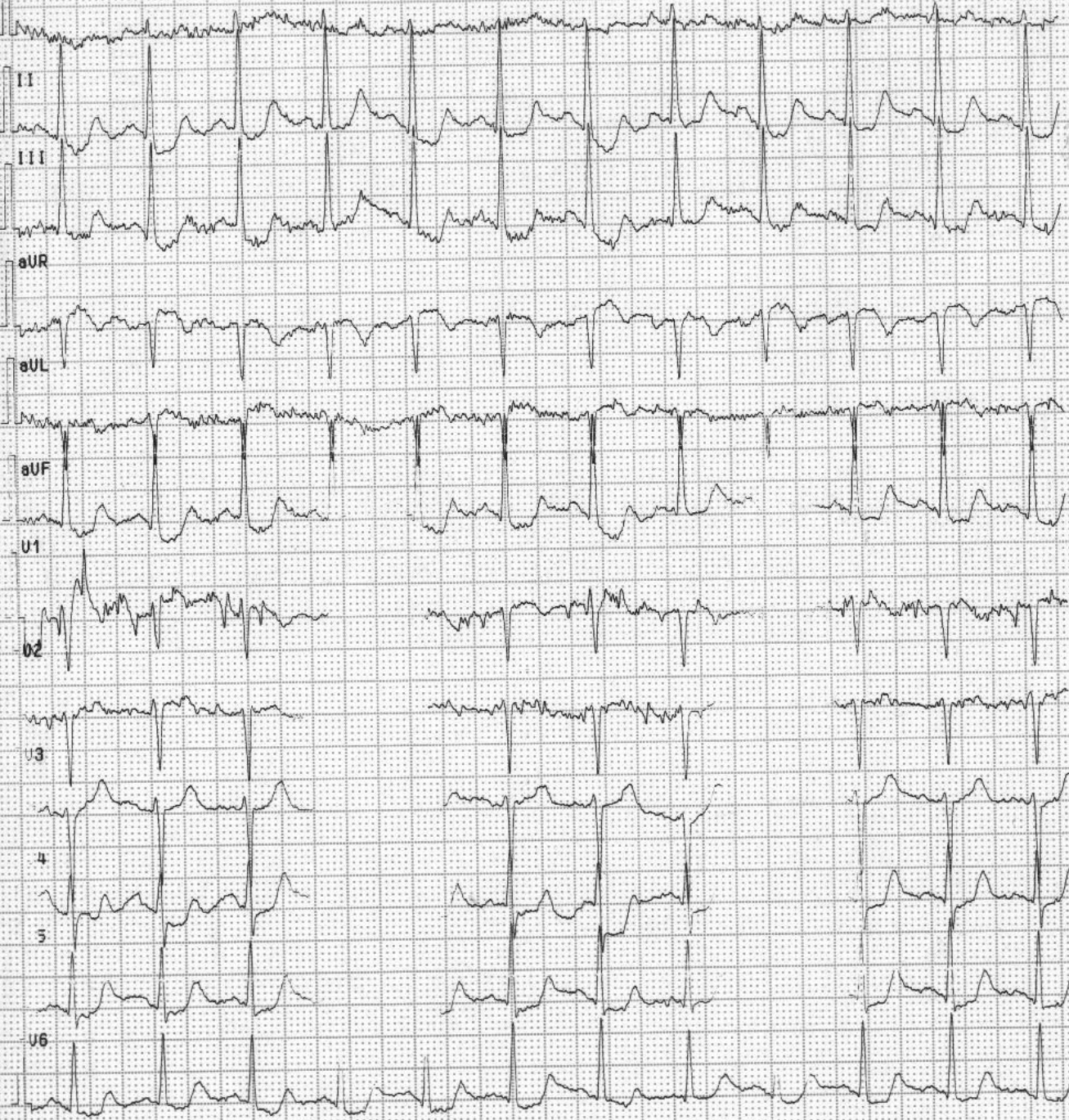
Recov 00:59

ЭТАП 01

METS 1.0

Мощность 75 Ватт

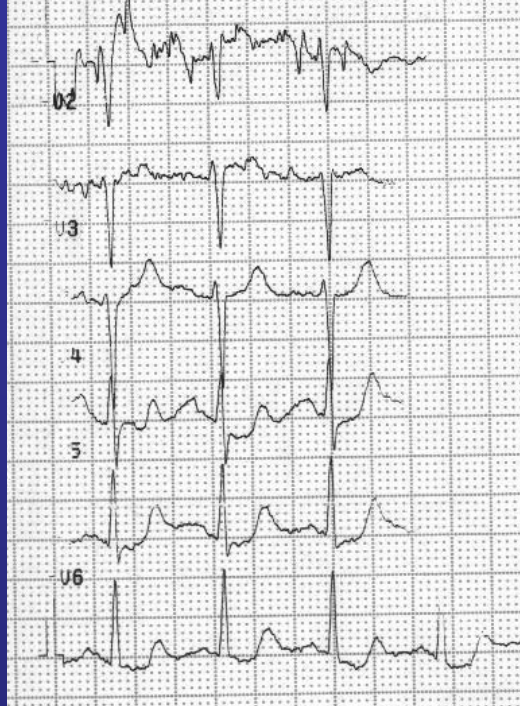
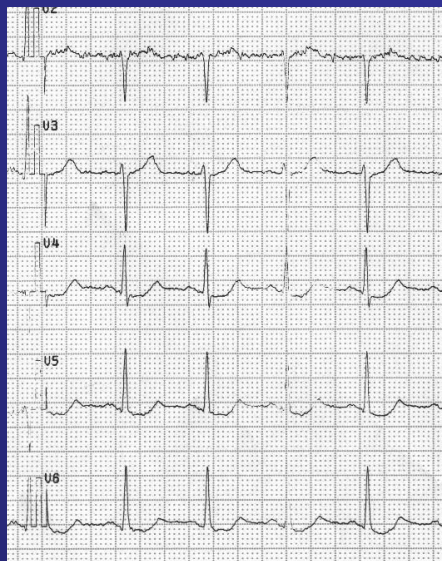
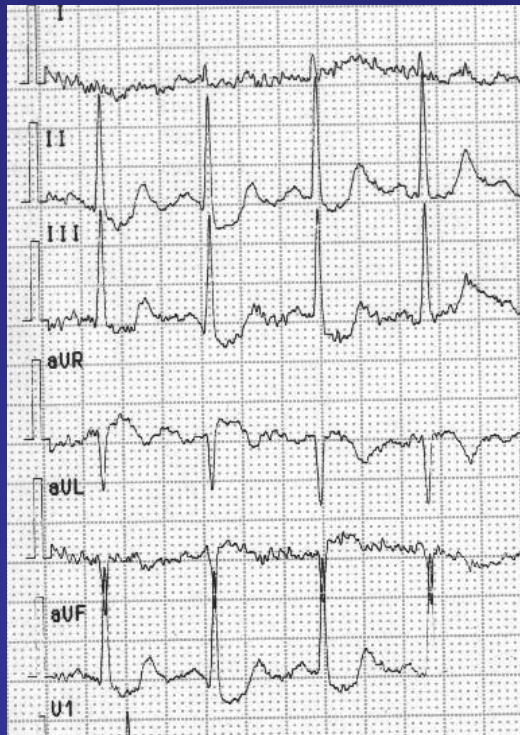
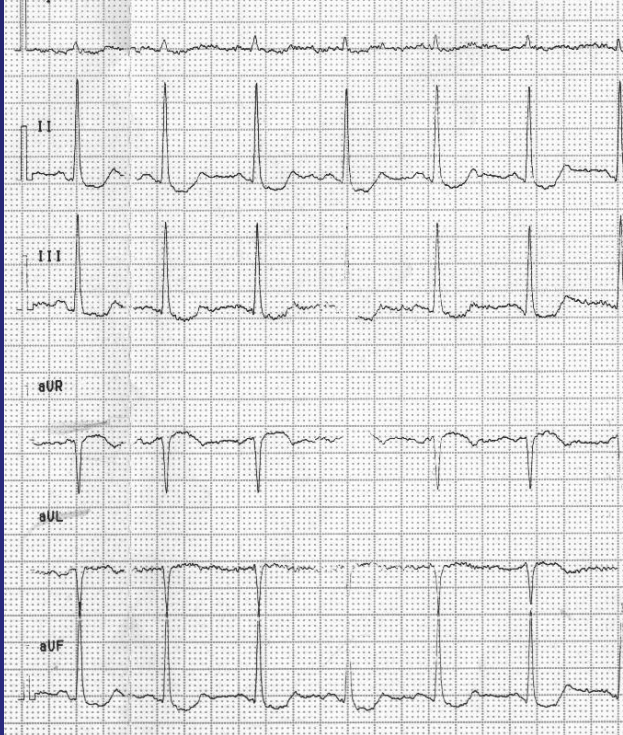
Тайм. Вык.



II

ST1 -1.9  
STs -0.5  
J-ST 60 мсек





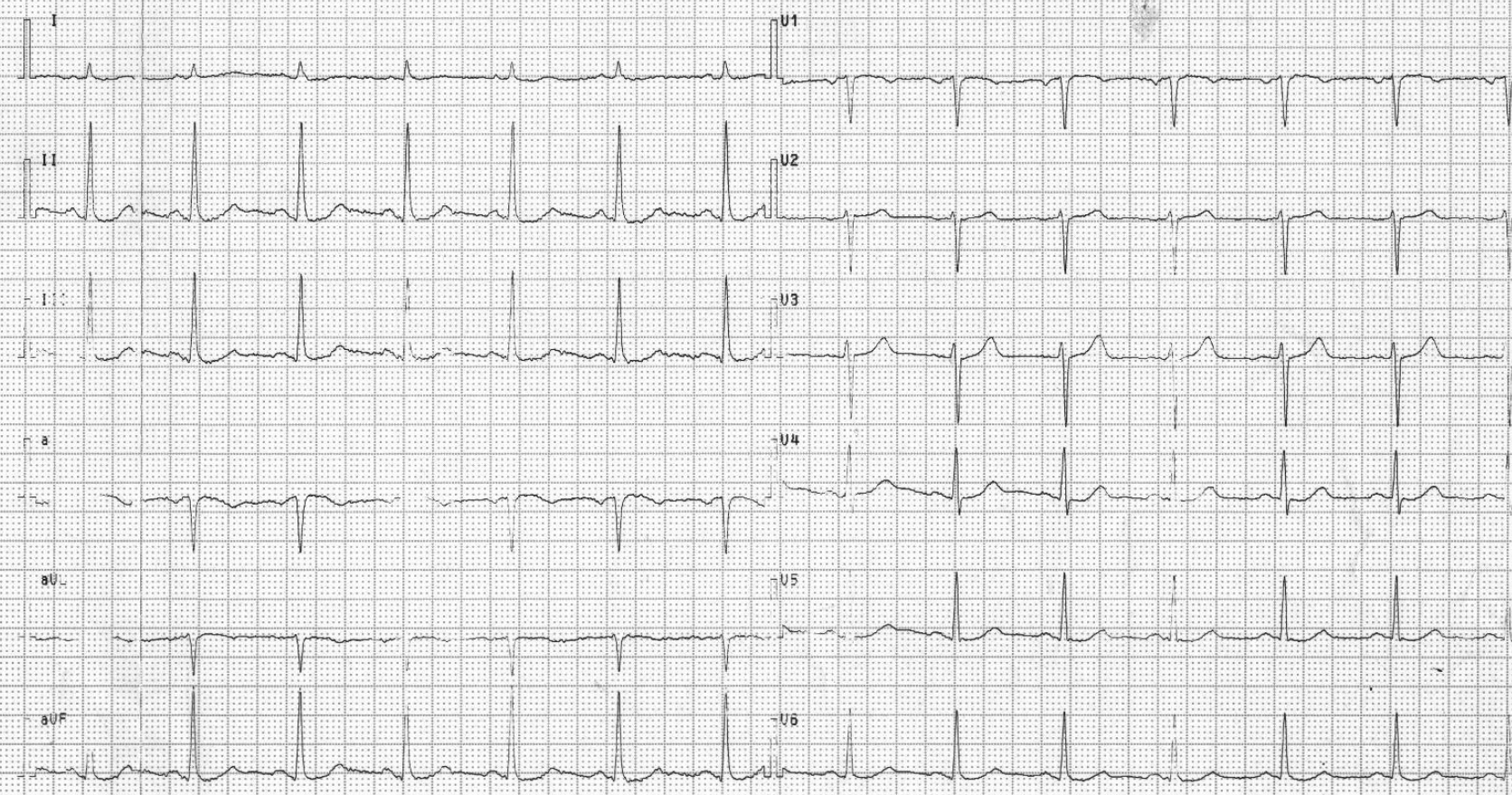


Код : 147  
Фамилия :  
Имя : Галина Ивановна  
Дата рожд. : 26/ Сен/1944  
Воз. : 62 Г  
Пол : Ж  
Раса : в  
Рост : 160 см КД :  
Вес : 90 кг

Требования :  
Показания :  
Терапия :

кафедра терапии ФУВ

10:57 26/ Янв/2007  
ЧСС 107



10 мм/мВ 25 мм/с СФ Ф2 Б1



# Заключение ВЭМ

Больная Г., 62 года

Исх ЧСС	Исх АД мм рт.ст.	Макс мощность	Время нагрузки, мин	Субмакс ЧСС	Достигнутая ЧСС	Макс АД мм рт.ст.	Болевой синдром
90	120/70	75 Вт	05:56	134	126	230/63	да

**Причина прекращения пробы:** приступ стенокардии, депрессия сегмента ST

**Изменения сегмента ST:** депрессия до -1,1 мм во II, III, aVF, V5-V6

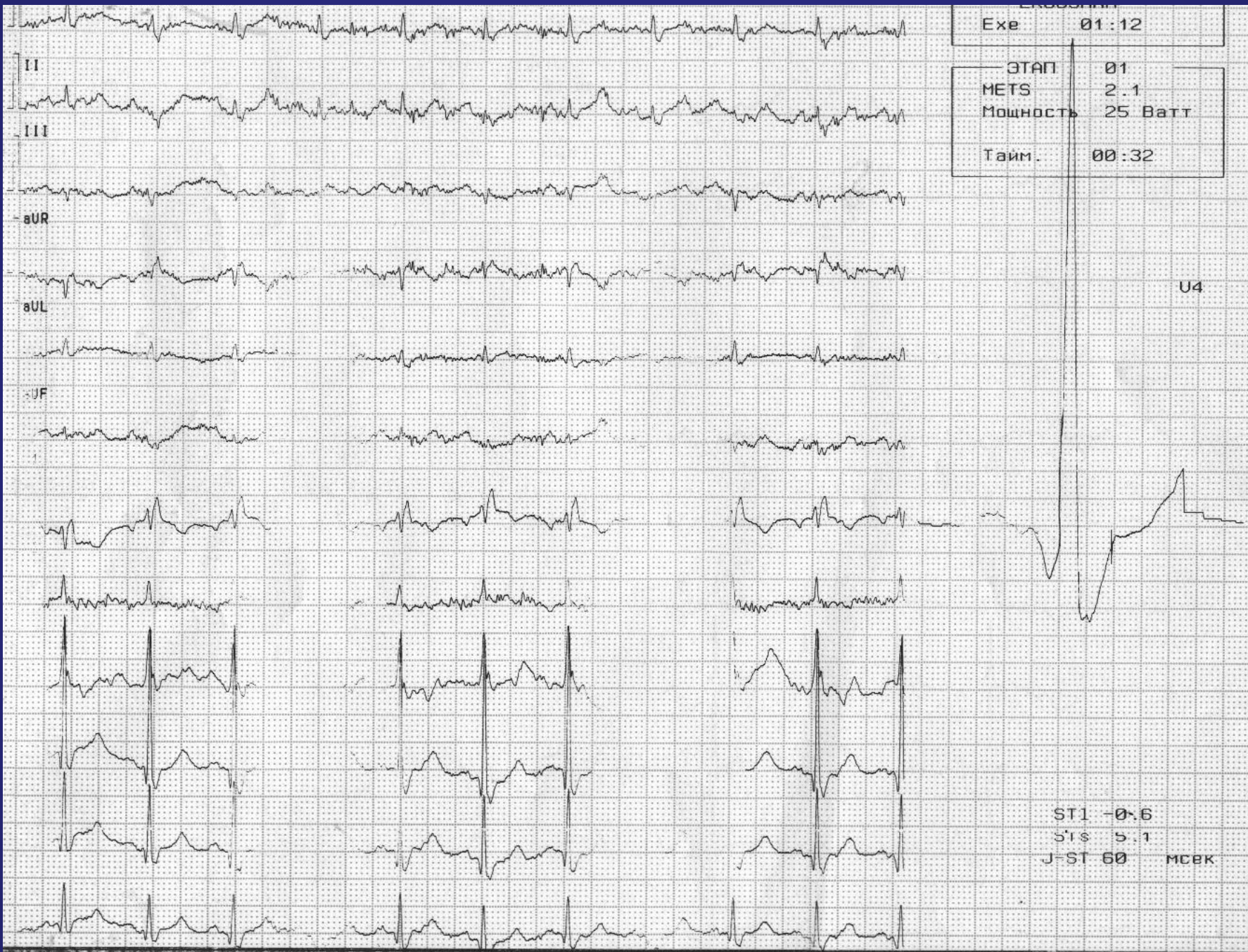
**Симптомы:** сжимающие боли за грудиной при ФН. Сразу после окончания нагрузки резкое ↓ АД до 75/40 мм рт.ст., тошнота, рвота. Больная уложена на кушетку. ЭКГ параметры восстановились через 6 мин. АД стабилизировалось в течении 15 мин на уровне 100/75. Состояние улучшилось, тошнота не беспокоит.

**Тест положительный**

Толерантность к ФН – средняя

Реакция АД на нагрузку - дистоническая

# Больной Г, 54 года





Post 01:01

ЭТАП 01

МЕТС 1.0

Мощность 125 Ватт

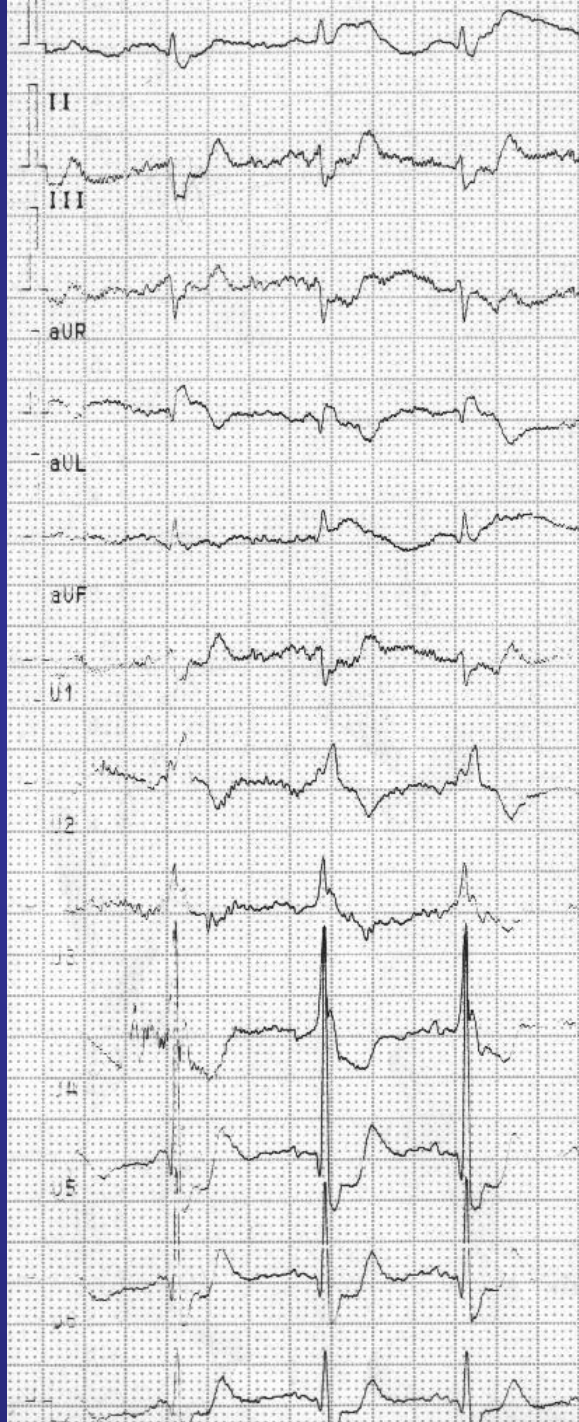
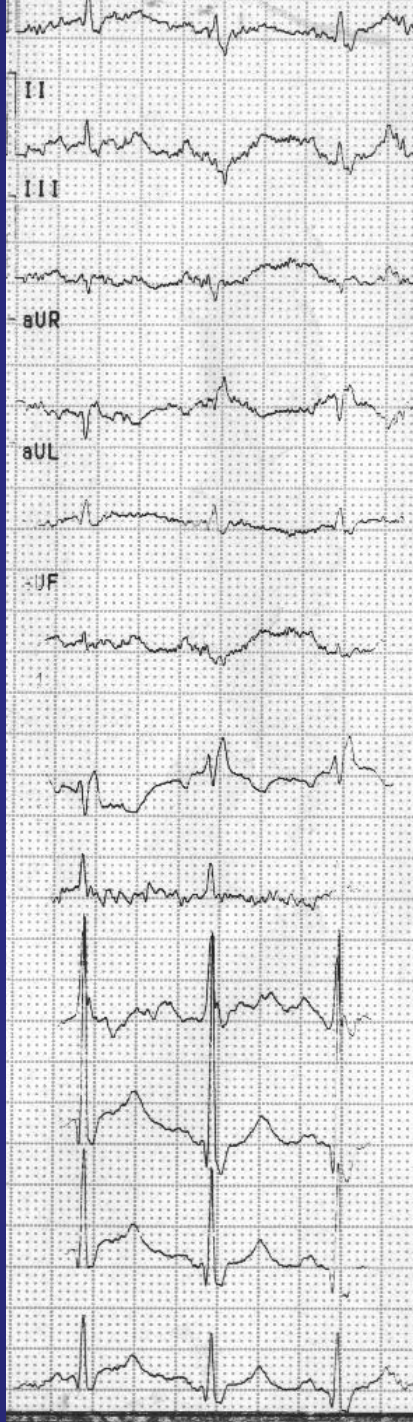
Тайм. Вык.



U4

STL -4,4 мм  
 S / I  
 F MСВК





# Заключение ВЭМ

Больной Г., 54 года

Исх ЧСС	Исх АД мм рт.ст.	Макс мощность	Время нагрузки, мин	Субмакс ЧСС	Достигнутая ЧСС	Макс АД мм рт.ст.	Болевой синдром
96	120/88	125 Вт	12:42	141	115	160/80	да

**Причина прекращения пробы:** приступ стенокардии, депрессия сегмента ST

**Изменения сегмента ST:** депрессия до -1,0 мм во II, III, aVF, до-3 мм V1-V6

**Симптомы:** сжимающие боли за грудиной при ФН.

**Тест положительный**

**Толерантность к ФН** – высокая

**Реакция АД на нагрузку** - нормотензивная

Нагрузочный тест позволяет определить вероятность наличия у данного больного стенозирующего атеросклероза коронарных артерий и необходимость более дорогостоящего и сложного дообследования.

# Нагрузочные тесты после перенесенного инфаркта миокарда

Больные с ранней постинфарктной стенокардией



Экстренная КАГ и решение вопроса о хирургическом лечении

Больные с благоприятным течением раннего постинфарктного периода



через 1-3 недели после проведения ХМ-ЭКГ

# Нагрузочные тесты после реваскуляризации миокарда

## 1. Ранний этап диагностики – в стационаре

### **БАП**

от 2-7 до 14 дней  
после операции  
на фоне антиангинальной терапии

положительный тест

повторная КАГ

### **АКШ**

от 6 до 12 недель после операции  
в первый месяц –ХМ-ЭКГ

## 2. Второй этап диагностики – амбулаторный

тесты выполняются через 1, 3, 6, 9, 12 месяцев после операции,  
далее – 1 раз в год при стабильном самочувствии



# Высокий риск повторного ИМ

1. Низкая толерантность к ФН
2. Невозможность достижения ЧСС 120 в мин при максимальном уровне ФН
3. Начало ишемической депрессии сегмента ST при ЧСС менее 120 в мин
4. Продолжительность восстановительного периода более 6 мин
5. Депрессия сегмента ST в нескольких отведениях
6. Снижение АД при ФН более чем на 10 мм рт.ст. или отсутствие его прироста в ответ на ФН (не выше 130 мм рт.ст на пике нагрузки)