

**Московский Государственный Медико-  
Стоматологический Университет**

**КАФЕДРА КЛИНИЧЕСКОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ  
ДИАГНОСТИКИ ФПДО**

**Функциональные пробы у больных ишемической  
болезнью сердца**

***Ассистент кафедры  
Щербак Михаил Михайлович***

# Стабильная ИБС

## Рекомендации ESC (2013 г.)

СтИБС характеризуется эпизодами обратимого несоответствия между потребностями миокарда и их обеспечением, в связи с ишемией или гипоксией, которые индуцируются физической нагрузкой, эмоциональным или другим стрессом.

# Механизм

## Рекомендации ESC (2013 г.)

- 1. Бляшка, которая вызывает обструкцию эпикардальных сосудов
- 2. Локальный или диффузный спазм нормальных или пораженных бляшкой сосудов
- 3. Микрососудистую дисфункцию
- 4. Дисфункция ЛЖ в связи с некрозом (гибель, гибернация)



# Цели лечения больных стабильной стенокардией

Рекомендации ESC (2013 г.)

## Предупреждение осложнений/улучшение

### прогноза

- Антиагрегганты (аспирин/ клопидогрел)
- Липидснижающие (статины)
- Ингибиторы АПФ

## Устранение / уменьшение стенокардии и / или ишемии

### миокарда / улучшение качества жизни

- Антиангинальные/антиишемические препараты:
  - бета – блокаторы и/или антагонисты кальция,
  - и/или ивабрадин, пролонгированные нитраты, никорандил, ранолазин, триметазидин

Рассмотреть вопрос о реваскуляризации миокарда (АКШ, МКШ, ангиопластика)

# Нагрузочные тесты при стабильной стенокардии в России

✓ ЭКГ – тесты 14,4%

✓ Стресс-ЭхоКГ 3,4%

✓ Исследование ПЕРСПЕКТИВА 2010



# НИИ кардиологии Томск (данные А.А. Бощенко)

## 7 регионов России

Мы оценили 50 стабильных больных, направленных в наш центр с ноября 2012 по март 2013 гг. для проведения реваскуляризации миокарда по федеральной квоте

Типичная стабильная стенокардия I-IV ФК у 78%, вероятная стенокардия у 14%, кардиалгия у 4%, безболевая ишемия у 4%

Постинфарктный кардиосклероз – 76%

Коронарография выполнена у 68%

Методы оценки ишемии миокарда, стратификации риска и прогноза:

- ✓ Ведущий метод: **суточное мониторирование ЭКГ с анализом депрессии сегмента ST 22%!!!**
- ✓ Велоэргометрия **18%**
- ✓ Стресс-эхокардиография **4%**
- ✓ МСКТ-ангиография, совмещенная с оценкой перфузии – 2%

Суммарно функция коронарных артерий оценена менее чем у 50%!

Неинформативный метод для оценки ишемии выбран почти у половины больных с изученным функциональным состоянием коронарного русла!



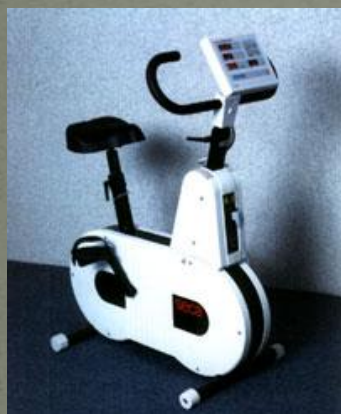
Согласно многочисленным исследованиям и мета-анализам, чувствительность и специфичность депрессии сегмента ST в качестве критерия положительной пробы в диагностике КБС составляют:

23—100% (в среднем 68%) и 17-100% (в среднем 77%), соответственно.

# ЭКГ с физической нагрузкой



- Доступные, легко выполнимые, недорогие
- Безопасные (ИМ и смерть 1 – 10000)



- Прогноз  
(у пациентов с нормальной функцией ЛЖ, отрицательной ЭКГ пробой при высокой толерантности 5-летняя выживаемость составляет 99,3%)  
=> нет необходимости в других пробах

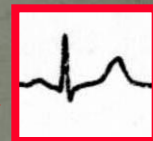


# Классический «ишемический каскад»

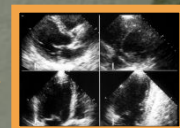
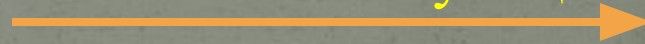
Стенокардия



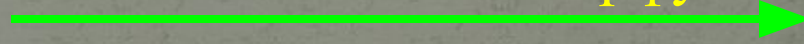
ЭКГ



Функции



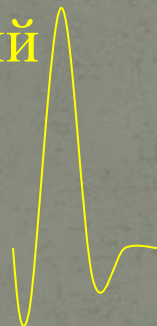
Перфузии



Нарушение

Коронарный резерв

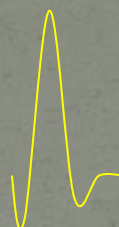
5



5



3



2



1,5



1



КА



Норма



20%



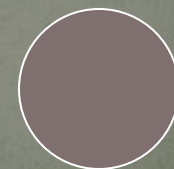
50%



75%

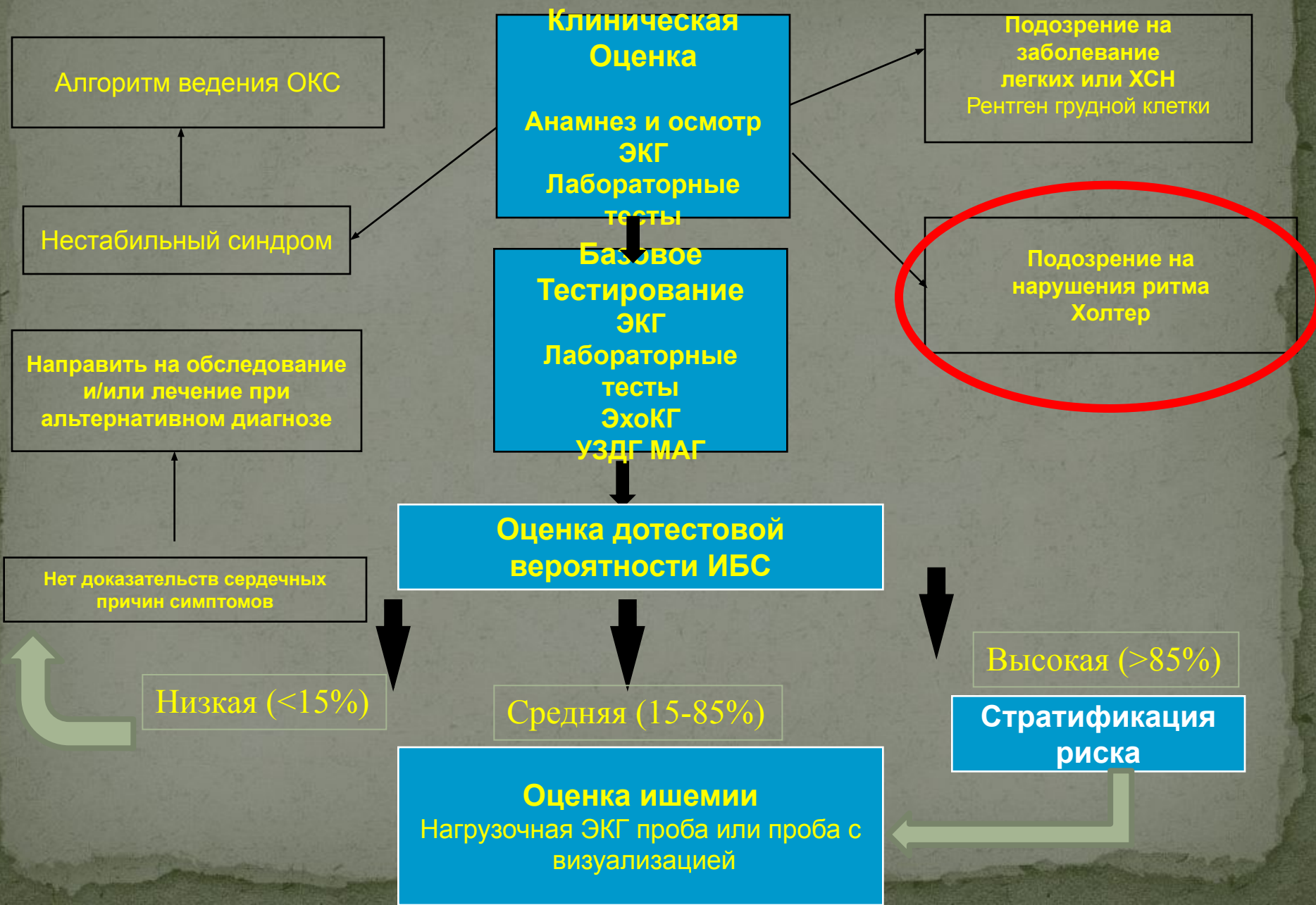


90%



100%

# Алгоритм ведения больного с ИБС – рекомендации ESC 2013





# Вероятностный подход к диагностике

- Каждый последующий диагностический метод должен увеличивать вероятность наличия или отсутствия заболевания
- Назовите наиболее точный метод диагностики ИБС?

## 1979 Diamond и Forrester.

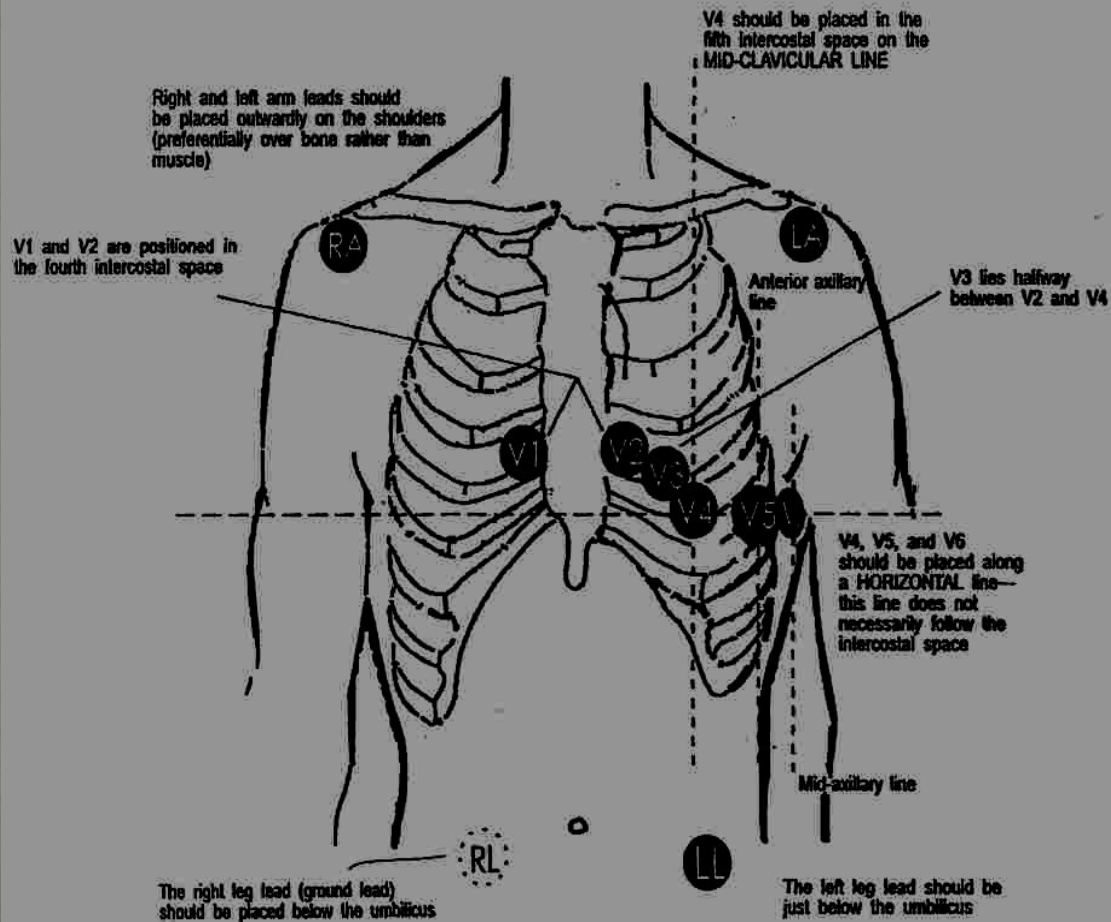
Данные аутопсии: наличие значимой ИБС (>50% сужение)

Возраст	Мужчины (n=17 013)	Женщины (n=6983)
30-39	1.9	0.3
40-49	5.5	1.0
50-59	9.7	3.2
60-69	12.3	7.5



# Крепление электродов

## 12-lead ECG Electrode Placement

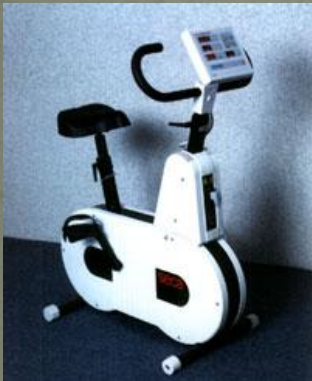


**Figure 3.** Placement of 12-lead ECG electrodes. RA indicates right arm; LA, left arm; RL, right leg; and LL, left leg.

# Тредмил или велоэргометр



- Привычная и физиологичная нагрузка
- Более высокие показатели физ. работоспособности и ЧСС
- Громоздкие, дороже, шумные, менее распространены в России



сидя

лежа

- Возможна ЭхоКГ во время нагрузки
- Усталость мышц





# Показания для проведения нагрузочной пробы

✓ средняя вероятность ИБС до теста (включая пациентов с ПБЛНПГ и депрессией ST менее 1 мм) – **Класс I**

✓ Вазоспастическая стенокардия – **Класс IIa.**

✓ **Класс IIb** (Менее оправдано) с *диагностической целью* у пациентов с высокой или низкой вероятностью ИБС до теста

✓ При терапии дигоксином или с ЭКГ – признаками гипертрофии ЛЖ и депрессией сегмента ST до 1 мм

✓ **Класс III** (Не показано) при синдроме Вольфа-Паркинсона-Уайта, ЭКС, ПБЛНПГ, а также исходной депрессии сегмента ST более 1 мм



# Показания для проведения нагрузочной пробы

Средняя вероятность ИБС до теста (включая пациентов с ПБЛНПГ и депрессией ST менее 1 мм) – **Класс I** (ESC 2013:15-65% без изменений ST-T, если нет возможности сделать тест визуализацией)

Вазоспастическая стенокардия – **Класс IIa**.

**Класс IIb** (Менее оправдано) с *диагностической целью* у пациентов с высокой или низкой вероятностью ИБС до теста, с ЭКГ – признаками гипертрофии ЛЖ и депрессией сегмента ST до 1 мм

**Класс III** (Не показано) при синдроме Вольфа-Паркинсона-Уайта, ЭКС, ПБЛНПГ, а также исходной депрессии сегмента ST более 1 мм, (ESC 2013: при терапии дигоксином)

# Характеристика болевого синдрома

- Загрудинная локализация?
- Провоцируется нагрузкой?
- Проходит в течение 10 минут в покое или при приеме нитратов

- ✓ Типичная стенокардия: Все три признака
- ✓ Атипичная стенокардия: 2 признака
- ✓ Неангинальная боль: только один или ни одного признака



# Вероятность ИБС в зависимости от болевого синдрома: 4952 пациента

Возраст	Неангинальная боль		Атипичная стенокардия		Типичная стенокардия	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
30-39	5	1	22	4	70	26
40-49	14	3	46	13	87	55
50-59	21	8	59	32	92	79
60-69	28	19	67	54	94	91

# Вероятность ИБС в зависимости от болевого синдрома, возраста и пола

Возраст	Типичная		Атипичная		Неангинальна я	
	Муж	Жен	Муж	Жен	Муж	Жен
30-39	59	28	29	10	18	5
40-49	69	37	38	14	25	8
50-59	77	47	49	20	34	12
60-69	84	58	59	28	44	17
70-79	89	68	69	37	54	24
>80	93	76	78	47	65	32



# Дотестовая вероятность ИБС (пол, возраст, клиника)

Возраст (лет)	Пол	Типичная стенокардия	Атипичная/Вероятная стенокардия	Неангинальная боль	Асимптомные пациенты
30-39	М	Средняя	Средняя	Низкая	Очень низкая
	Ж	Средняя	Очень низкая	Очень низкая	Очень низкая
40-49	М	Высокая	Средняя	Средняя	Низкая
	Ж	Средняя	Низкая	Очень низкая	Очень низкая
50-59	М	Высокая	Средняя	Средняя	Низкая
	Ж	Средняя	Средняя	Низкая	Очень низкая
60-69	М	Высокая	Средняя	Средняя	Низкая
	Ж	Высокая	Средняя	Средняя	Низкая

## Другие факторы риска ИБС:

- Семейный анамнез
- Курение табака
- Уровень АД
- Уровень холестерина и ЛПНП
- Уровень глюкозы и др.

# Как это запомнить???

- Низкая вероятность <15%
  - Бессимптомные мужчины и женщины независимо от возраста
  - Женщины <50 лет с атипичной или неангинальной болью
- Высокая вероятность (>85%)
  - Мужчины > 70 лет с типичной стенокардией



# Понятие о чувствительности и специфичности теста

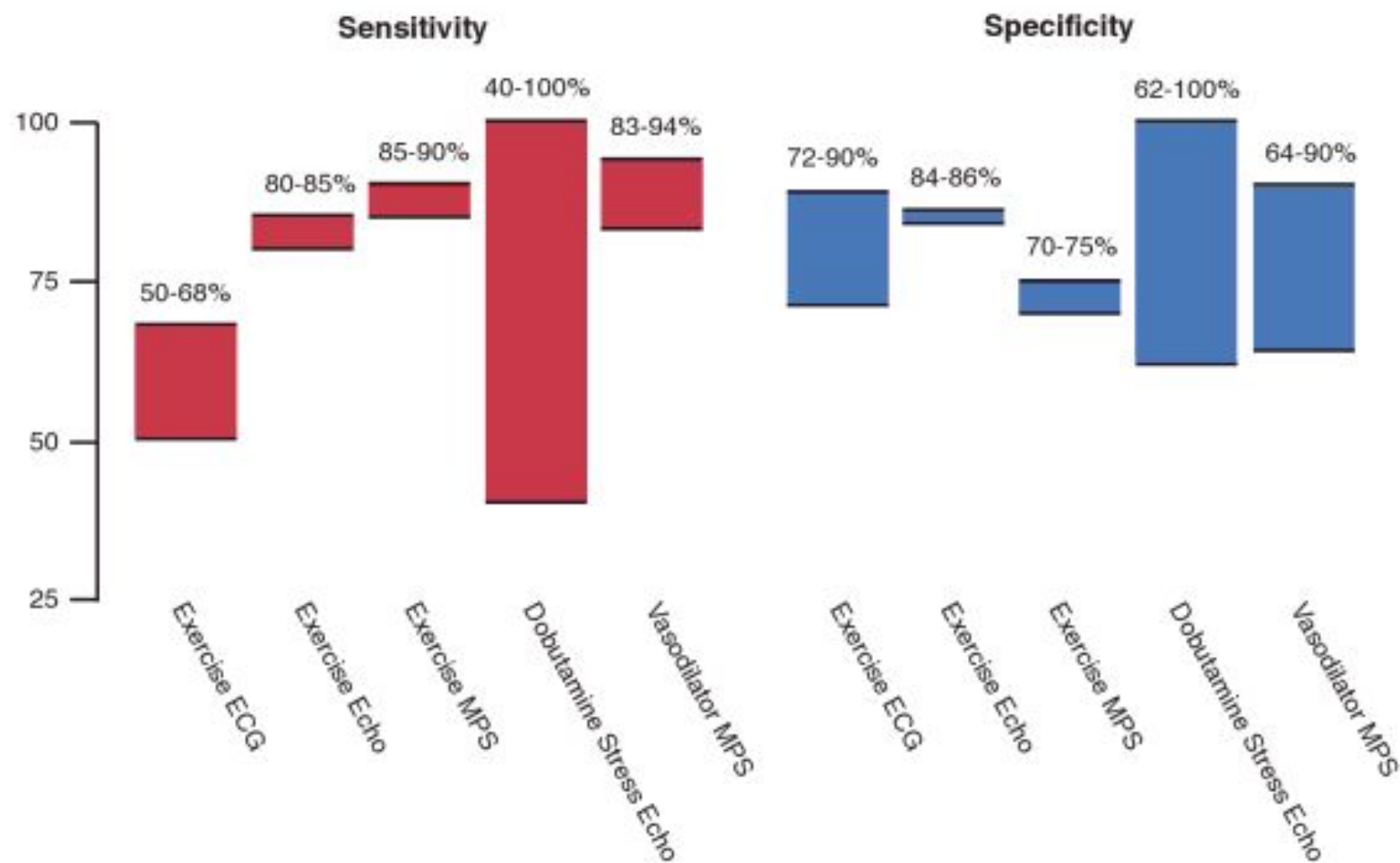
		Заболевание		
		Присутствует	Отсутствует	
Тест	Положительный	a	b	a+b
	Отрицательный	c	d	c+d
Чувствительность (Se) = $a/(a+c)$		a+c	b+d	
Специфичность (Sp) = $d/(b+d)$				

- ✓ **Чувствительность (sensitivity):** доля положительных результатов теста в группе больных пациентов
- ✓ **Специфичность (specificity):** доля негативных результатов теста в группе здоровых пациентов

- Чем *чувствительнее* тест, тем выше прогностическая ценность его *отрицательного* результата (т.е. возрастает вероятность того, что отрицательные результаты теста отвергают наличие заболевания).
- Наоборот, чем *специфичнее* тест, тем выше прогностическая ценность его *положительного* результата (т.е. возрастает вероятность того, что положительные результаты теста подтверждают предполагаемый диагноз).



# Чувствительность и специфичность различных методов в диагностике ИБС



# *Абсолютные* Противопоказания к проведению нагрузочных проб

- острый инфаркт миокарда (в течение 2 дней)
- нестабильная стенокардия
- неконтролируемые нарушения ритма, вызывающие гемодинамические нарушения
- симптоматичный тяжелый аортальный стеноз
- неконтролируемая симптоматичная сердечная недостаточность
- острая эмболия легочной артерии или инфаркт легких
- острые миокардиты или перикардиты
- острое расслоение аорты



# Относительные Противопоказания к проведению нагрузочных проб

- стенозы ствола левой коронарной артерии
- умеренно выраженные стенозы клапанов сердца
- электролитные нарушения
- тяжелая артериальная гипертензия (систолическое АД более 200 мм рт.ст., диастолическое – более 110 мм рт.ст.)
- тахиаритмии или брадиаритмии
- гипертрофическая кардиомиопатия или другие формы обструкции выносящего тракта
- психоэмоциональная или физическая неполноценность, не позволяющая адекватно выполнить нагрузку
- атрио-вентрикулярные блокады высокой степени

# Меры безопасности при выполнении провокационных проб

1. Правильный отбор пациентов
2. Клинический осмотр и ЭКГ покоя перед исследованием
3. Профессионально подготовленный персонал, способный оказать экстренную медицинскую помощь
4. Кабинет оборудован всем необходимым для оказания экстренной медицинской помощи, включая дефибриллятор
5. Во время пробы и после нее необходим тщательный мониторинг ЭКГ, ЧСС и АД и их регистрация на каждой ступени нагрузки, а также при появлении изменений ЭКГ или болей в сердце
6. Четкое следование принятым критериям прекращения проб

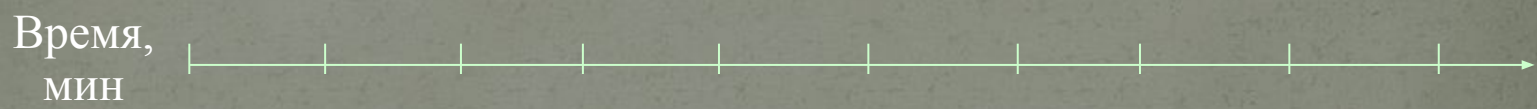
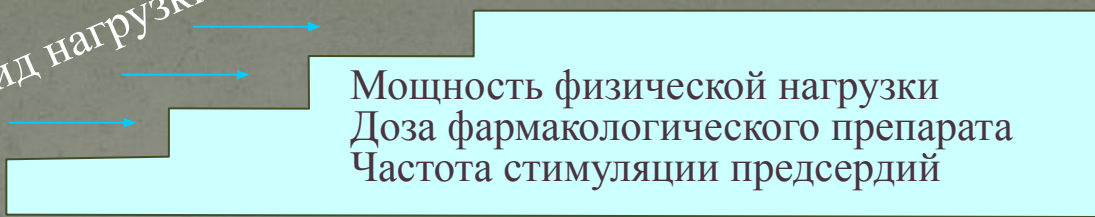


# Требования к лаборатории

1. Достаточный размер
2. Кабинет оборудован всем необходимым для оказания экстренной медицинской помощи, включая дефибриллятор, кислород, воздуховоды, маски, мешок Амбу, шприцы, системы, пластырь, отсос
3. Препараты: атропин, лидокаин, аденозин, нитроглицерин (таб, спрей), дилтиазем, метопролол (в/в), адреналин, кордарон, добутамин, верапамил, допамин, аспирин, физ. р-р, 5%-глюкоза
4. Температура 20-22 градуса. Влажность 50% (<60%).
5. Мониторный контроль ЭКГ не менее 3-х отведений (предпочтительно 12)
6. Ручной контроль АД соответствующей манжетой
7. Пациентам не следует держаться за поручни

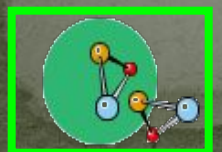
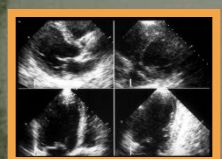
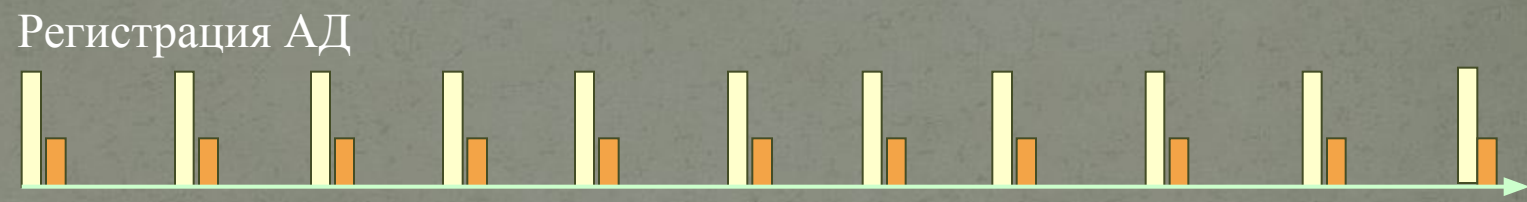
# Протокол функциональной провокационной пробы

Вид нагрузки



Мониторирование 1-3 отведений ЭКГ

Регистрация 12 отведений электрокардиограммы





# Абсолютные

## Критерии прекращения нагрузочных проб

- Падение САД более 10 мм рт. ст. от исходного (несмотря на увеличение работоспособности) в сочетании с другими признаками ишемии;
- Возникновение выраженной стенокардии;
- Неврологические проявления в виде головокружения, нарушения координации движений;
- Признаки нарушения перфузии в виде цианоза или бледности кожных покровов;
- Технические проблемы при мониторинговании ЭКГ или АД;
- Нежелание пациента продолжать исследование;
- Устойчивая желудочковая тахикардия;
- Элевация сегмента ST более 1 мм в отведениях без патологических зубцов Q (за исключением отведений V<sub>1</sub> и aVR).

## Относительные

# Критерии прекращения нагрузочных проб

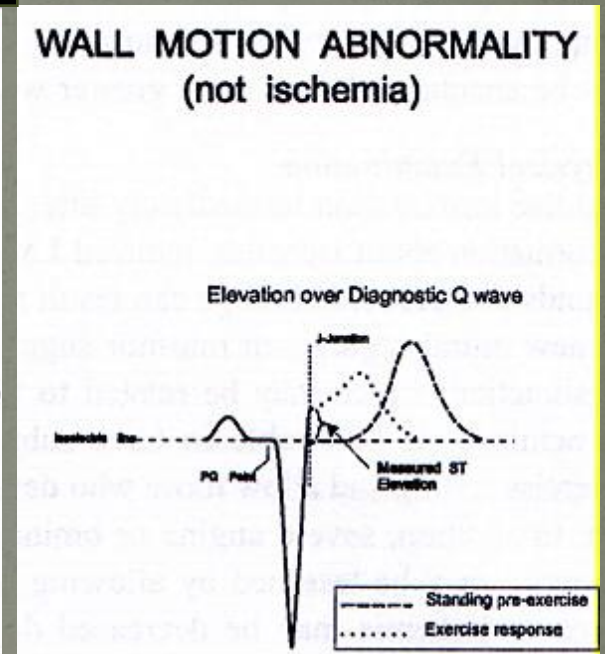
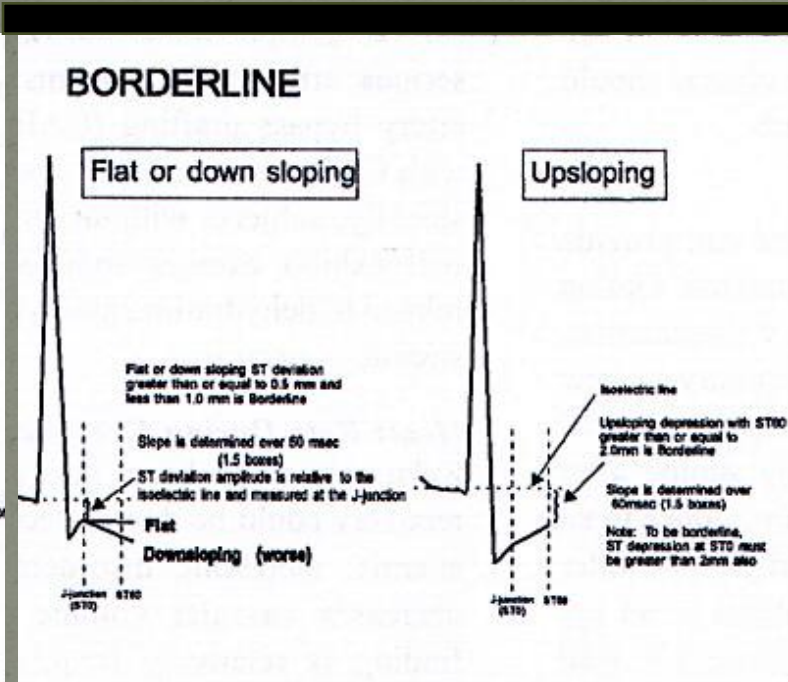
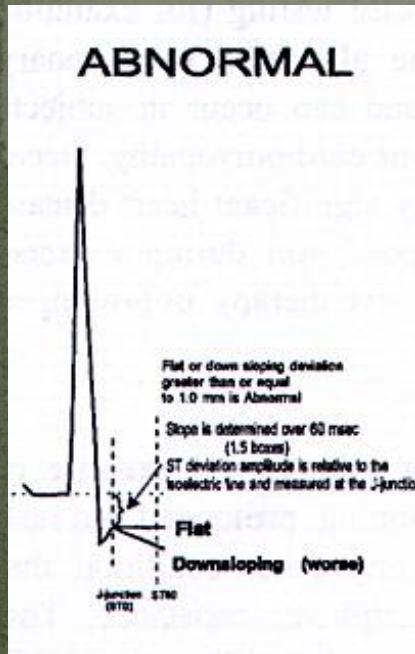
- Падение САД более 10 мм рт. ст. от исходного без сопутствующих признаков ишемии;
- Горизонтальная или косонисходящая депрессия сегмента ST более 2 мм;
- Нарушения ритма, включая политопные ЖЭС, триплеты ЖЭС, наджелудочковые тахиаритмии, нарушения проводимости и брадиаритмии;
- Общая усталость, одышка, судороги в ногах;
- Возникновение блокады ножек пучка Гиса, а также нарушения внутрижелудочкового проведения, которые невозможно дифференцировать от желудочковой тахикардии;
- Нарастающая боль в грудной клетке;
- Гипертоническая реакция (САД > 250 мм рт.ст., ДАД > 115 мм рт.ст.).







# Ишемические и неишемические изменения сегмента ST



на 1 мм и более

менее 1 мм



# Интерпретация результатов функциональных проб

- Клиническая (стенокардия, одышка и др.)
- Гемодинамическая (ЧСС и АД)
- Электрокардиографическая (ишемическое смещение сегмента ST)
- Оценка толерантности к физической нагрузке (доза, ЧСС)
- Прогностическая оценка

# Интерпретация результатов функциональных проб

## ▪ Тест положительный

1. Тест прекращён из-за депрессии ST, равной или превысившей 1 мм в точке i, расположенной на расстоянии 0.08 секунды от точки J при ЧСС до 130 уд/минуту, или на 0.06 секунды – при ЧСС более 130 уд/минуту;
2. Тест прекращён из-за подъёма сегмента ST при остром или ранее перенесенном Q-инфаркте на 2 мм более, а при инфаркте без Q – на 1 мм более от исходного уровня (кроме отведений AVR и V<sub>1</sub>);
3. Тест прекращен у пациента со стенокардией или без установленного ранее заболевания сердца при подъеме ST на 1 мм более от исходного уровня (кроме отведений AVR и V<sub>1</sub>);
4. В первые 6 минут восстановительного периода возникло смещение сегмента ST величиной не менее 1 мм;
5. Тест прекращён из-за приступа стенокардии или падения АД без признаков ишемии миокарда у пациентов с верифицированной ранее ИБС;
6. Во время теста у больного с подтверждённым диагнозом ИБС появились нарушения ритма или проводимости.



# Интерпретация результатов функциональных проб

- Тест отрицательный

«Отрицательный» результат теста предполагает, что проба доведена до необходимых диагностических критериев при отсутствии объективных признаков ишемии миокарда. То есть, тест считается «отрицательным» если:

1. При диагностических пробах отсутствует смещение сегмента ST при достижении субмаксимальной возрастной ЧСС;
2. Депрессия сегмента ST менее 1 ммв точке i регистрируется у пациентов с низкой и очень низкой посттестовой вероятностью ИБС;
3. У пациентов с ИБС тест завершён по физиологическим критериям, причём ни нарушений ритма и проводимости, ни падения АД, ни ЭКГ-признаков ишемии миокарда не было ни во время пробы, ни в восстановительном периоде.

# Интерпретация результатов функциональных проб

- Тест сомнительный

1. Прекращение теста из-за приступа стенокардии без ЭКГ- признаков ишемии миокарда в случаях, когда диагноз ИБС до этого не был установлен;
2. Прекращение теста из-за одышки или снижения АД у лиц без установленной ранее ИБС;
3. Прекращение теста из-за появлении нарушений ритма или проводимости у пациентов без установленной ранее ИБС;
4. Депрессия сегмента ST менее 1 мму лиц со средней и высокой посттестовой вероятностью ИБС.

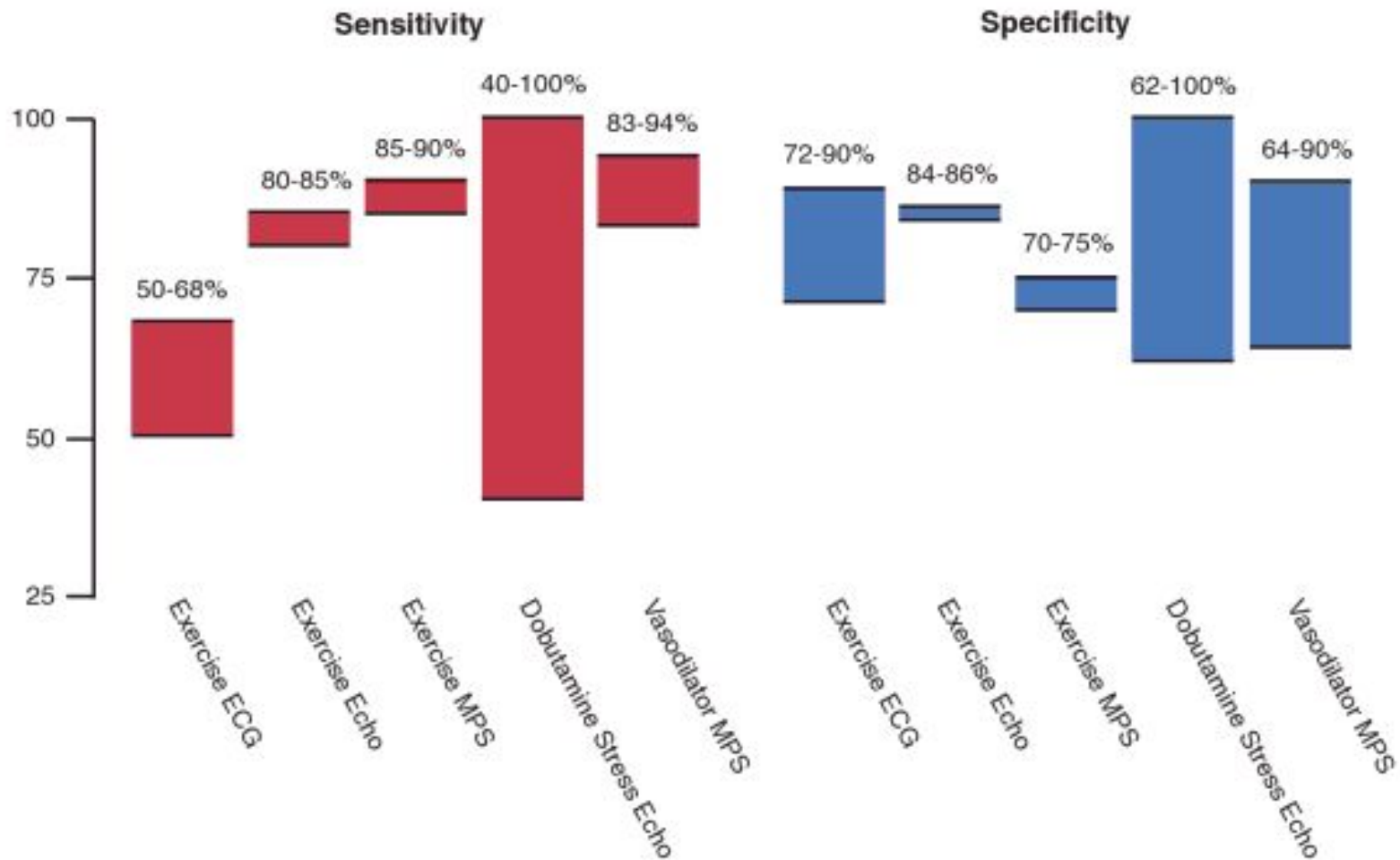


# Интерпретация результатов функциональных проб

- Тест неполный

Тест «неполный» (неинформативный), если он не доведен до диагностических критериев (максимальная или субмаксимальная ЧСС, предельная утомляемость при достаточной мощности нагрузки и продолжительности теста) и при этом не возникло признаков ишемии миокарда.

# Чувствительность и специфичность различных методов в диагностике ИБС





# Дотестовая вероятность ИБС (пол, возраст, клиника)

Возраст (лет)	Пол	Типичная стенокардия	Атипичная/Вероятная стенокардия	Неангинальная боль	Асимптомные пациенты
30-39	М	Средняя	Средняя	Низкая	Очень низкая
	Ж	Средняя	Очень низкая	Очень низкая	Очень низкая
40-49	М	Высокая	Средняя	Средняя	Низкая
	Ж	Средняя	Низкая	Очень низкая	Очень низкая
50-59	М	Высокая	Средняя	Средняя	Низкая
	Ж	Средняя	Средняя	Низкая	Очень низкая
60-69	М	Высокая	Средняя	Средняя	Низкая
	Ж	Высокая	Средняя	Средняя	Низкая

## Другие факторы риска ИБС:

- Семейный анамнез
- Курение табака
- Уровень АД
- Уровень холестерина и ЛПНП
- Уровень глюкозы и др.

Б. Посттестовая вероятность ИБС (%) на основании пола, возраста, клинических симптомов и снижения сегмента ST на ЭКГ. Цитируется по [60]

Возраст, лет	Снижение сегмента ST, мВ	Типичная стенокардия		Атипичная стенокардия		Неангинозная боль		Отсутствие симптомов	
		муж	жен	муж	жен	муж	жен	муж	жен
30-39	0,00-0,04	25	7	6	1	1	<1	<1	<1
	0,05-0,09	68	24	21	4	5	1	2	4
	0,10-0,14	83	42	38	9	10	2	4	<1
	0,15-0,19	91	59	55	15	19	3	7	1
	0,20-0,24	96	79	76	33	39	8	18	3
	>0,25	99	93	92	63	68	24	43	11
40-49	0,00-0,04	61	22	16	3	4	1	1	<1
	0,05-0,09	86	53	44	12	13	3	5	1
	0,10-0,14	94	72	64	25	26	6	11	2
	0,15-0,19	97	84	78	39	41	11	20	4
	0,20-0,24	99	93	91	63	65	24	39	10
	>0,25	>99	98	97	86	87	53	69	28
50-59	0,00-0,04	73	47	25	10	6	2	2	1
	0,05-0,09	91	78	57	31	20	8	9	3
	0,10-0,14	96	89	75	50	37	16	19	7
	0,15-0,19	98	94	86	67	53	28	31	12
	0,20-0,24	99	98	94	84	75	50	54	27
	>0,25	>99	99	98	95	91	78	81	56
60-69	0,00-0,04	79	69	32	21	8	5	3	2
	0,05-0,09	94	90	65	52	26	17	11	7
	0,10-0,14	97	95	81	72	45	33	23	15
	0,15-0,19	99	98	89	83	62	49	37	25
	0,20-0,24	99	99	96	93	81	72	61	47
	>0,25	>99	99	99	98	94	90	85	76



## Маркеры высокого риска сердечно-сосудистых осложнений при ЭКГ пробах

1. Ишемия миокарда при низкой толерантности (<5 MET)
2. Отсутствие прироста АД на 10-30 мм рт. ст., развитие гипотонии (ствол ЛКА, 3-сос. пораж)
3. Выраженные и распространенные изменения ЭКГ (депрессия ST > 3 мм, или ST элевация при отсутствии зубца Q)
4. Жизнеугрожающие аритмии

# Номограмма определения риска и выживаемости у больных

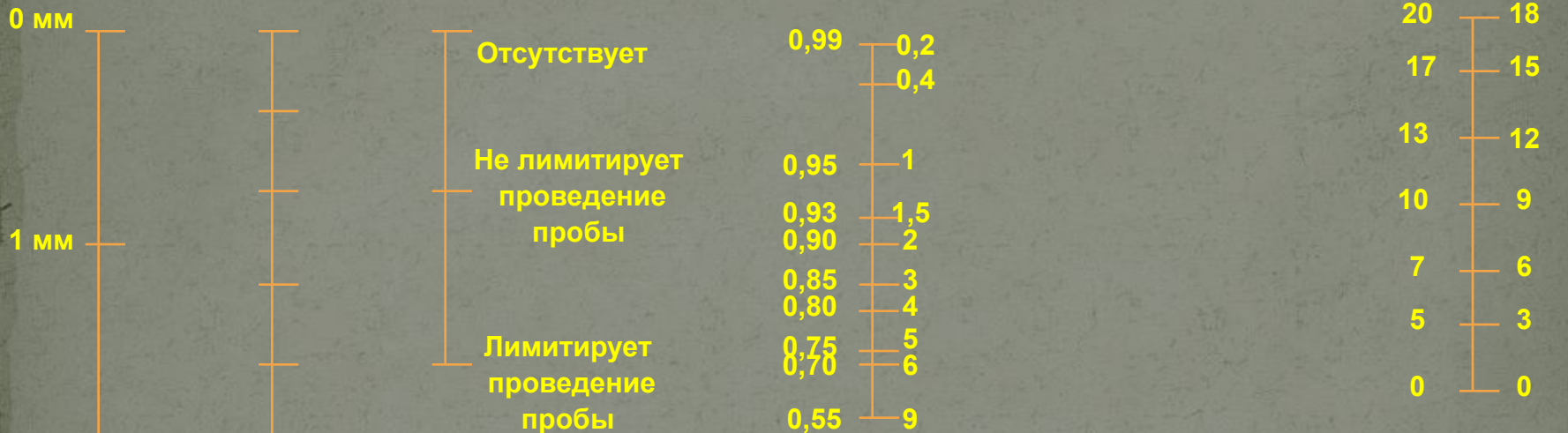
## ИБС по данным тредмил-теста

Стенокардия

Прогноз

Нагрузка

5-летняя выживаемость      Средняя годовая летальность (%)



**Время BRUCE =**  
 $(\text{METs} + 2.2) / 1.3$

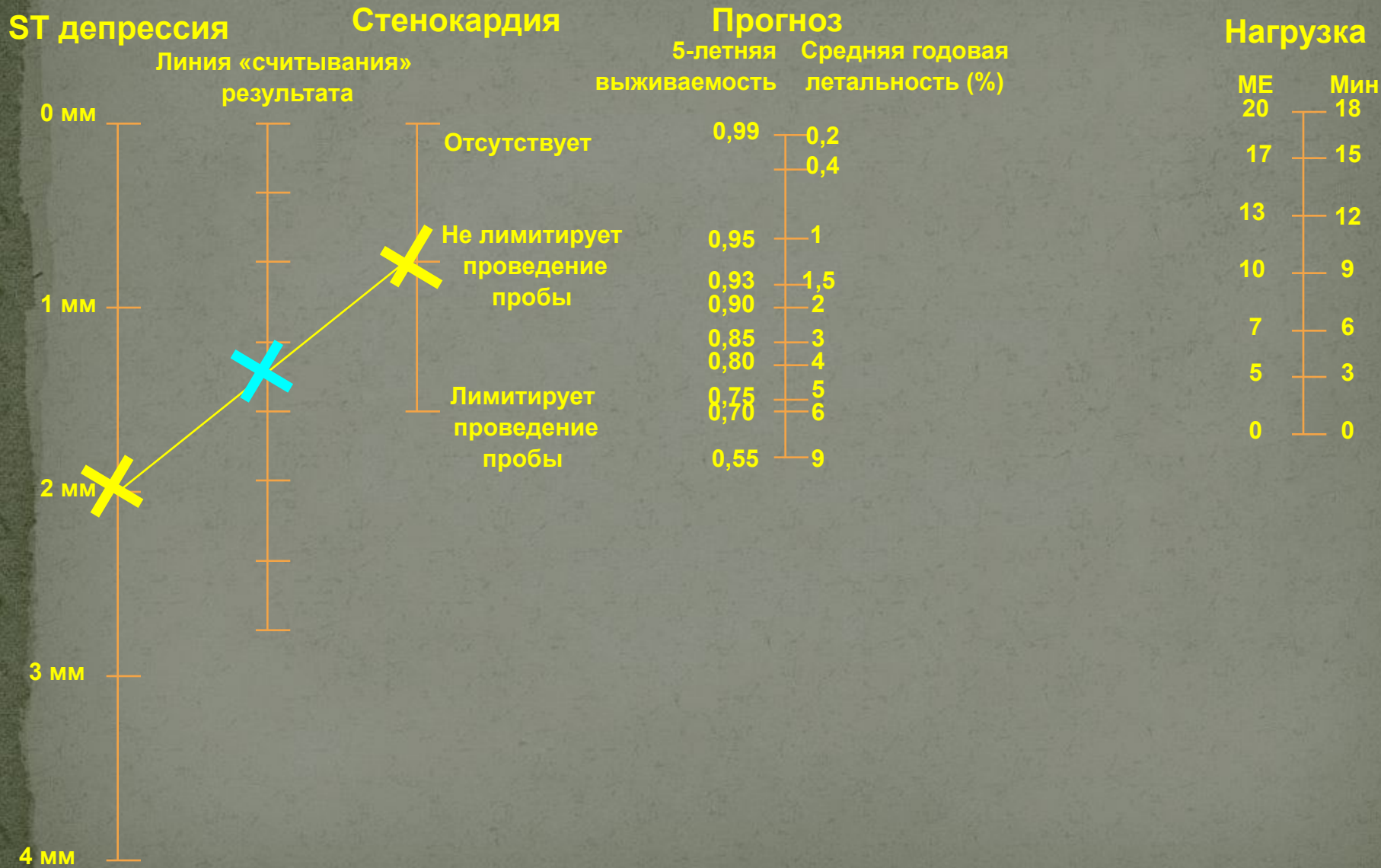
3 METS  $\approx$  25W,  
 5 METS  $\approx$  75W,  
 6-7 METS  $\approx$  100W,  
 9 METS  $\approx$  150W;  
 13 METS  $\approx$  200W

Индекс Дьюка (тредмил-индекс) =  $A - (5 \times B) - (4 \times C)$ , где  
 А — время нагрузки в минутах,  
 В — отклонение сегмента ST в мм,  
 С — индекс стенокардии:  
 0 — стенокардии нет,  
 1 — стенокардия есть,  
 2 - стенокардия приводит к остановке исследования.

Риск	Смертность в течение 1 года
Низкий $\geq 5$	0,25%
Средний от 4 до -10	1,25%
Высокий $\leq -11$	5,25%



# Номограмма определения риска и выживаемости у больных ИБС по данным тредмил-теста



# Номограмма определения риска и выживаемости у больных ИБС по данным тредмил-теста





# Номограмма определения риска и выживаемости у больных ИБС по данным тредмил-теста



✓ Высокий риск: (>3% ежегодная смертность)

✓ Низкий риск: (<1% ежегодная смертность)

# Гипертоническая реакция

- При нагрузке:
  - САД > 230 мм рт.ст., ДАД > 105 мм. рт. ст.
  - Прирост САД > 10 мм рт.ст./МЕТ во время теста;  
ДАД > 10 мм рт. ст. в любое время
- При восстановлении:
  - АД > 160/90 через 5 минут
  - АД на третьей минуте > АД на первой минуте



# Заключение:

- Цель исследования (диагностика, прогноз, РВК)
- Дотестовая вероятность ИБС (высокая, средняя, низкая)
- Причина прекращения пробы (одна)
- Клинические проявления во время пробы
- Изменения ST во время пробы (если есть депрессия, указать в каких отведениях и величину от исходного)
- Указать достигнутую ЧСС (%от МАКС 220-возраст).
- Проба положительная, отрицательная, сомнительная, недостаточный для диагностики тест (при ЧСС < 85% от макс).
- Толерантность к нагрузке: высокая, средняя, низкая
- Прогноз: индекс Duke (высокий, средний, низкий риск)

# Этапы диагностики ИБС

Выявление ИБС

Уточнение участка поражения

Количество тестов в РФ, 2011, млн:

>100

15

7

0,12

0,25

## Медицинский осмотр

- симптоматика (клинические признаки)
- тяжесть болезни
- вероятность ИБС

## ЭКГ + ИФА

- отклонения от нормы
- признаки повреждения миокарда

## ЭхоКГ

- характер поражения
- состояние гемодинамики
- систологические отклонения

0,1 стресс Эхо

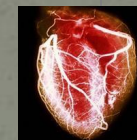
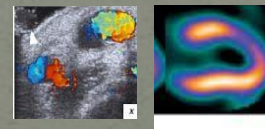


- СтрессЭхо
- СPECT

## Ангиография



В РФ массовая диагностика заканчивается на данном этапе



Пациенты с тяжелой формой ИБС

Источник: Росстат, экспертные интервью

Кобызев Д.В., РОСНАНО, 2012  
(Предоставлено М.Н. Алехиным)



# Когда желательна визуализация после ЭКГ теста с нагрузкой

1. Незавершенный ЭКГ тест
2. Сомнительный ЭКГ тест (без достоверных изменений ЭКГ)
3. Низкий и промежуточный риск по шкале Duke
4. При значительной вероятности ложноположительного или ложноотрицательного результата

≈30-50%

# Когда сразу нужно сделать тест с визуализацией?

- Неинформативная ЭКГ (при синдроме Вольфа-Паркинсона-Уайта, ЭКС, ПБЛНПГ, а также исходной депрессии сегмента ST более 1 мм)
- Дотестовая вероятность ИБС 66-85% (15-65% при возможности)
- Исходно ФВ ЛЖ < 50%



*Клиническое значение стресс-эхокардиографии  
у больных ишемической болезнью сердца*

# Рекомендации по стресс-афии



European Journal of Echocardiography (2008) 9, 415-437  
doi:10.1093/ejehocard/jen175

EUROPEAN  
SOCIETY OF  
CARDIOLOGY

EAE GUIDELINES

## Stress echocardiography expert consensus statement

European Association of Echocardiography (EAE) (a registered branch of the ESC)

Rosa Sicari<sup>1\*</sup>, Petros Nihoyannopoulos<sup>2</sup>, Arturo Evangelista<sup>3</sup>,  
Patrizio Lancellotti<sup>5</sup>, Don Poldermans<sup>6</sup>, Jen-Uwe Teichgraber<sup>1</sup>  
European Association of Echocardiography

## American Society of Echocardiography Recommendations for Performance, Interpretation, and Application of Stress Echocardiography

Patricia A. Pellikka, MD, Sherif F. Naguch, MD, Abdou A. Elhendy, MD, PhD,  
Cathryn A. Kuehl, RDCS, and Stephen G. Sawada, MD, *Rochester, Minnesota; Houston,  
Texas; Marshfield, Wisconsin; and Indianapolis, Indiana*

## ACCF/ASE/ACEP/AHA/ASNC/SCAI/SCCT/SCMR 2008 Appropriateness Criteria for Stress Echocardiography\*

A Report of the American College of Cardiology Foundation Appropriateness Criteria Task Force, American Society of Echocardiography, American College of Emergency Physicians, American Heart Association, American Society of Nuclear Cardiology, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, and Society for Cardiovascular Magnetic Resonance

*Endorsed by the Heart Rhythm Society and the Society of Critical Care Medicine*



## Когда желательно выполнение пробы с визуализацией после ЭКГ теста с нагрузкой

1. Положительный ЭКГ тест при высокой толерантности к нагрузке
2. Незавершенный ЭКГ тест
3. Боли в сердце без достоверных изменений ЭКГ
4. Депрессия ST у женщин и при гипертрофии ЛЖ
5. Безболевая депрессия ST

# Стресс-эхокардиография (определение)

- ✓ Исследование функции сердца методом эхокардиографии
- ✓ на фоне нагрузки



# Стресс-эхокардиография (определение)

- ✓ Оценка локальной сократимости левого желудочка методом эхокардиографии
- ✓ на фоне дозированной нагрузки
- ✓ с целью выявления ишемии и/или жизнеспособности миокарда

# Виды нагрузок и варианты стресс-ЭхоКГ

## С физической нагрузкой

- ✓ Тредмил
- ✓ ВЭМ (лежа, сидя)
- ✓ Изометрическая нагрузка и др.

## С фарм. препаратами

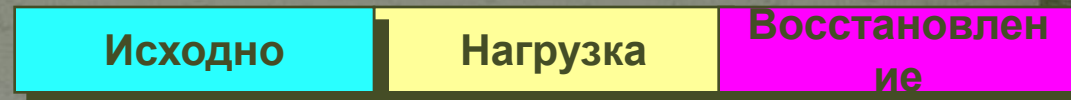
- ✓ Дипиридамол
- ✓ Добутамин

## Другие

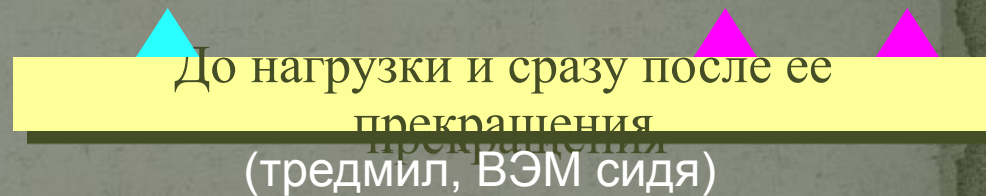
- ✓ ЧПЭС

## Комбинированные

- ✓ Добутамин + атропин



(фарм.пробы, ВЭМ лежа, другие, комбинированные)



**ЭхоКГ**



# Протокол стресс-ЭхоКГ

Исходно | Нагрузка | Восстановление

ЭКГ (мониторирование 12 отведений)

АД каждые 3 мин

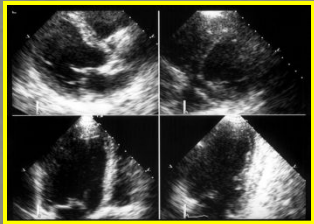
ЭКГ проба с нагрузкой (12 отведений) → Заключение

ЭхоКГ данные

Регистрация → Формирование → Анализ → Заключение

- ✓ Время
- ✓ Стандартные позиции
- ✓ Протокол
- ✓ Тахикардия
- ✓ Гипервентиляция
- ✓ ЭКГ электроды
- ✓ Мед.помощь

✓ Программа стресс-ЭхоКГ



✓ Консилиум

**Это не ЭхоКГ покоя!**

## Вариант с постоянной регистрацией ЭхоКГ





# Постнагрузочный вариант



# Необходимые условия для проведения стресс-ЭхоКГ

- ✓ Двухмерная ЭхоКГ в стандартных позициях (парастернальная по длинной и короткой оси, апикальные 4-, 2- и трехкамерная)
- ✓ Цифровая запись исследования
- ✓ Регистрация 12-канальной ЭКГ и АД на каждой ступени
- ✓ Мониторирование ЭКГ в течении всего исследования
- ✓ Соблюдение стандартного протокола исследования



# Подготовка к проведению стресс-ЭхоКГ

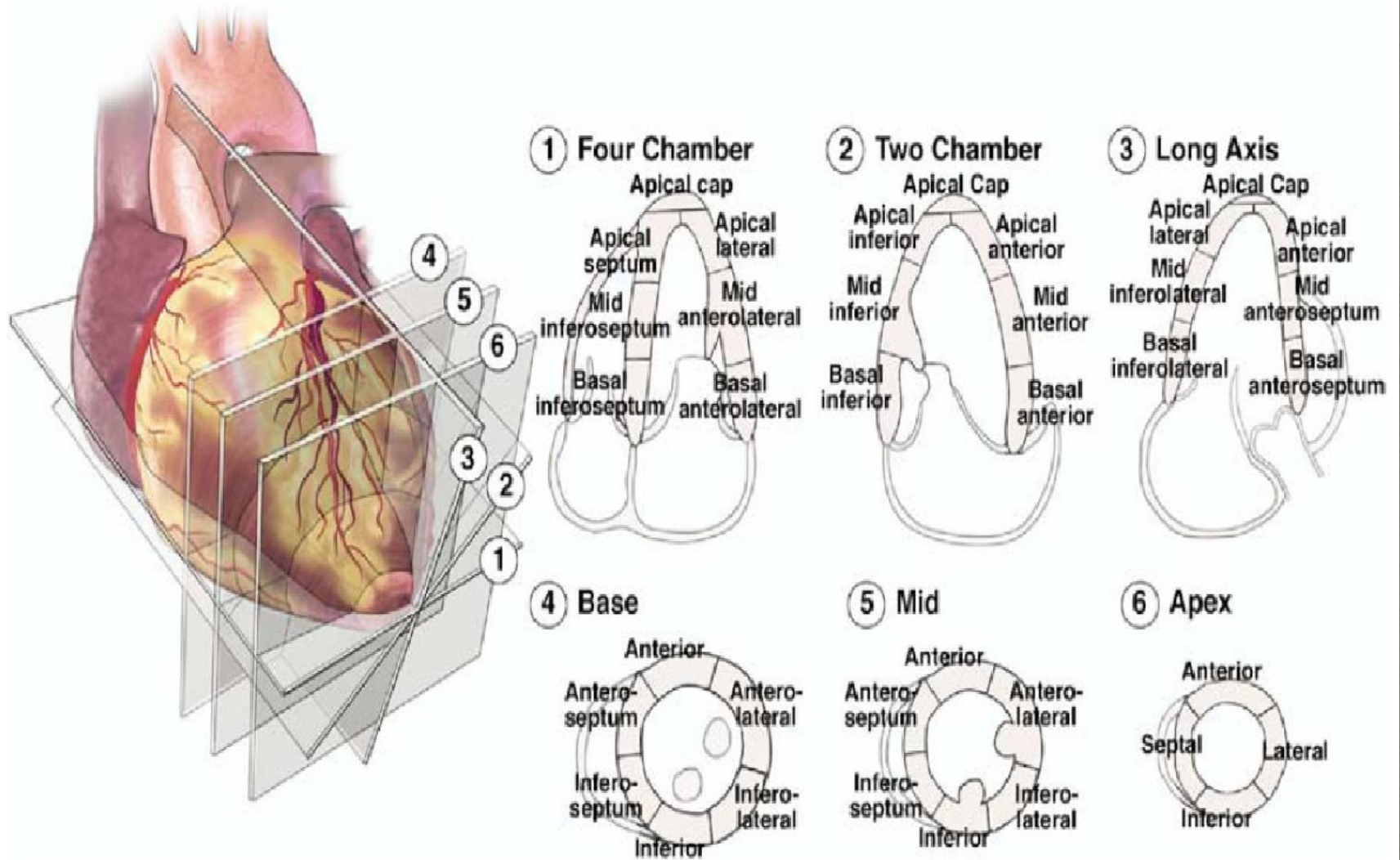
- ✓ зависит от показаний к проведению пробы и вида нагрузки
  - установка периферического катетера
- ✓ максимальная чувствительность достигается отменой антиангинальных препаратов
- ✓ ограничение приема пищи до исследования
- ✓ модификация грудных электродов (V<sub>3</sub>-V<sub>5</sub>)
- ✓ информированное согласие пациента

# Критерии прекращения

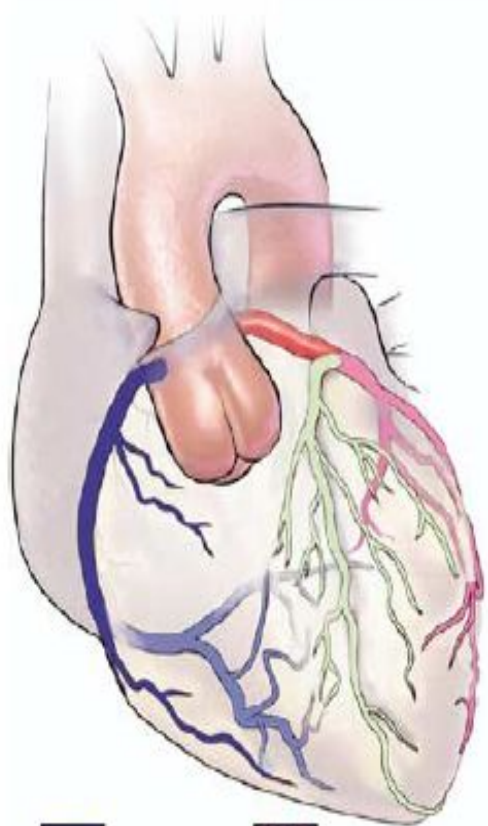
- Диагностически значимые критерии прекращения стресс-ЭхоКГ:
- достижение максимальной дозы препарата (для фармакологического теста) или максимальной нагрузки (для теста с физической нагрузкой),
- достижение целевой ЧСС,
- очевидные ЭхоКГ признаки положительной пробы (акинез 2-х или более сегментов ЛЖ),
- выраженная боль в грудной клетке или очевидные ЭКГ признаки положительной пробы (смещение сегмента ST более 2 мм)



# Для оценки сократимости ЛЖ



# Примерные зоны кровоснабжения

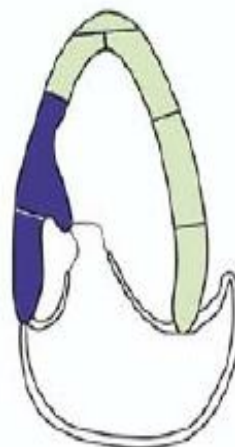


 RCA	 RCA or CX
 LAD	 LAD or CX
 CX	 RCA or LAD

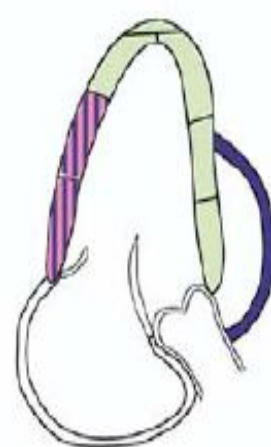
① Four Chamber



② Two Chamber



③ Long Axis



④ Base



⑤ Mid

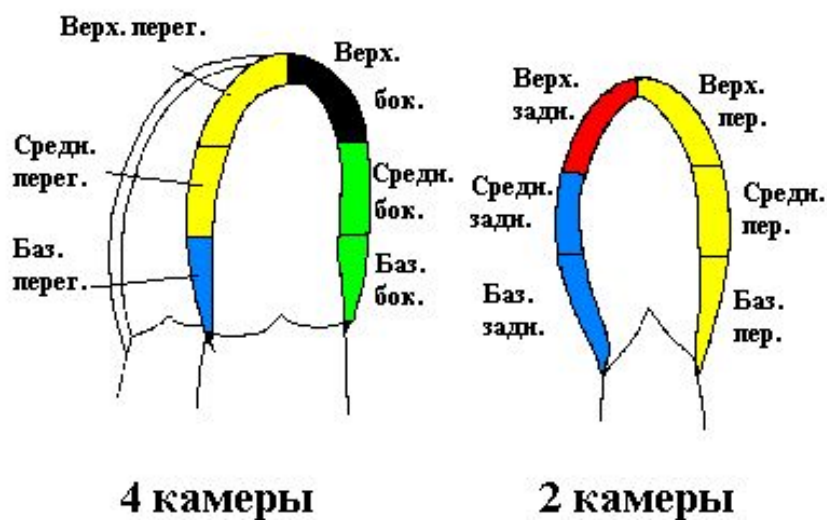
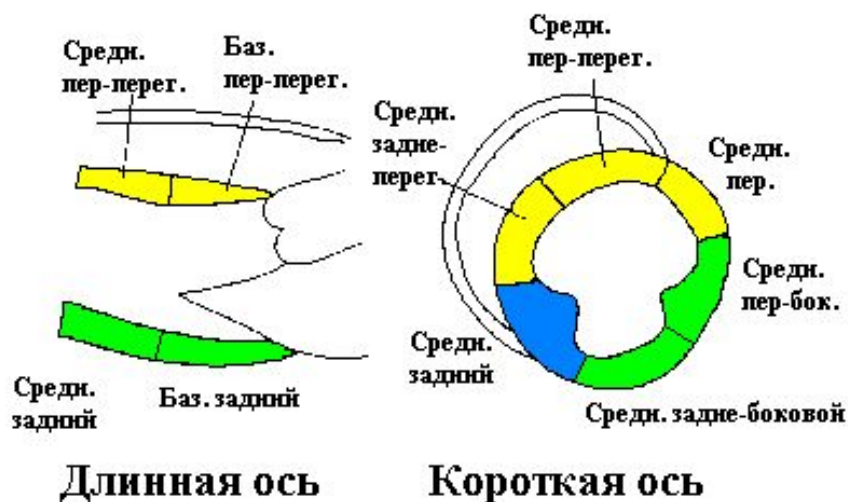


⑥ Apex





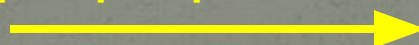
# Схема коронарного кровоснабжения сегментов левого желудочка



**локализация**

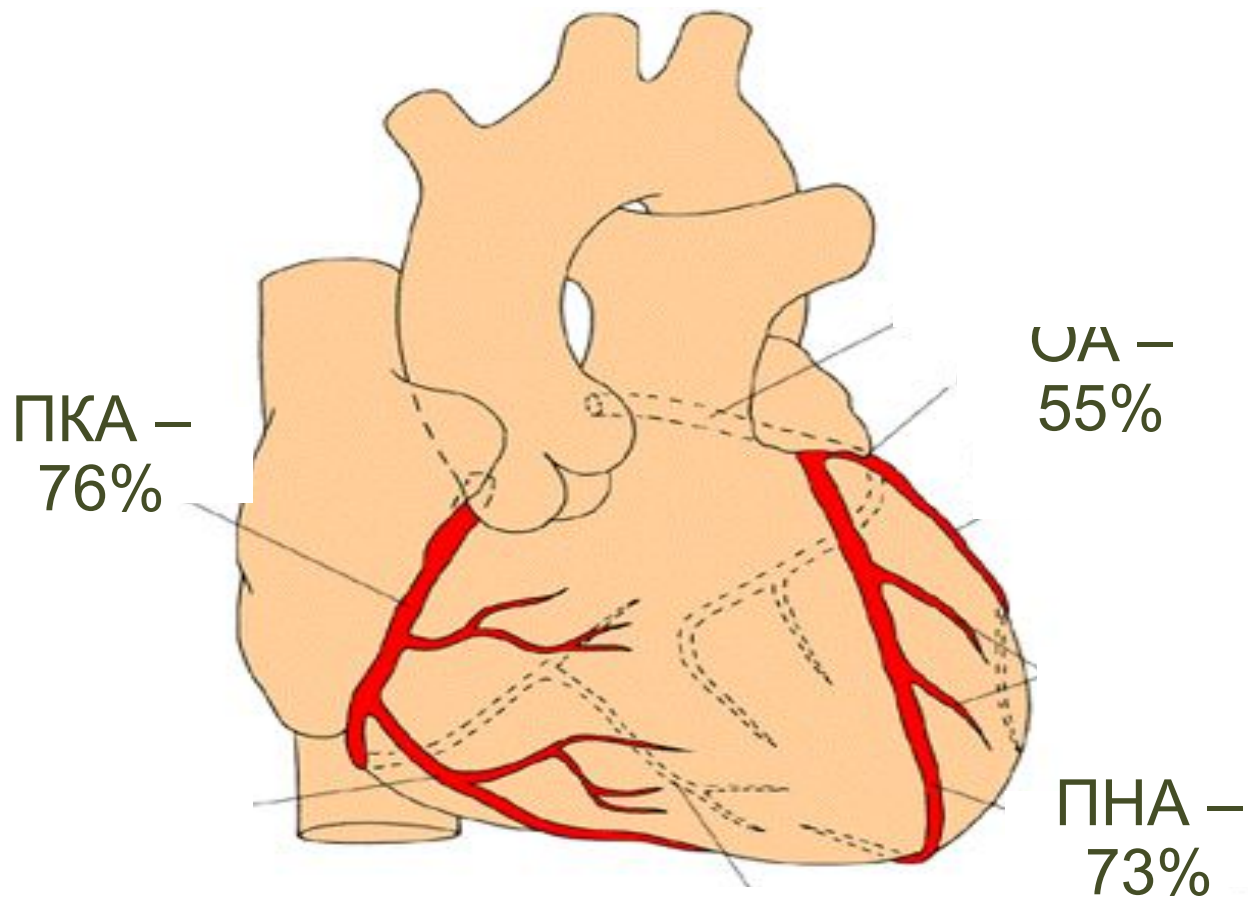


**распространенность**



- |  |         |
|--|---------|
|  | ПМЖ     |
|  | ОА      |
|  | ПКА     |
|  | ПКА/ПМЖ |
|  | ОА/ПМЖ  |

# Чувствительность стресс-ЭхоКГ в определении локализации стенозирующего атеросклероза коронарных артерий (69%)





# Эхокардиографические признаки ишемии

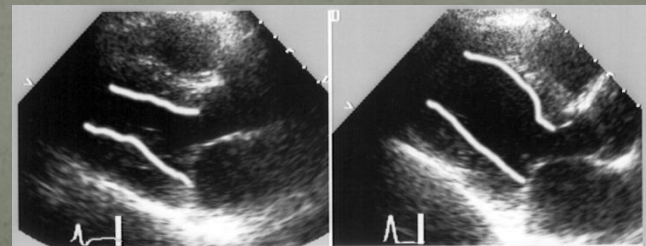
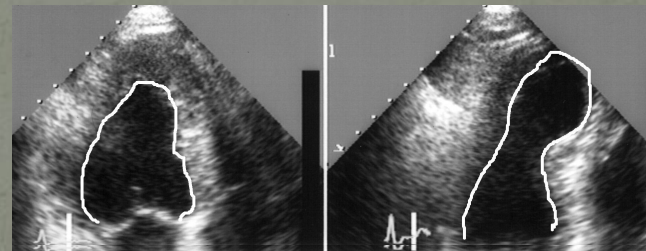
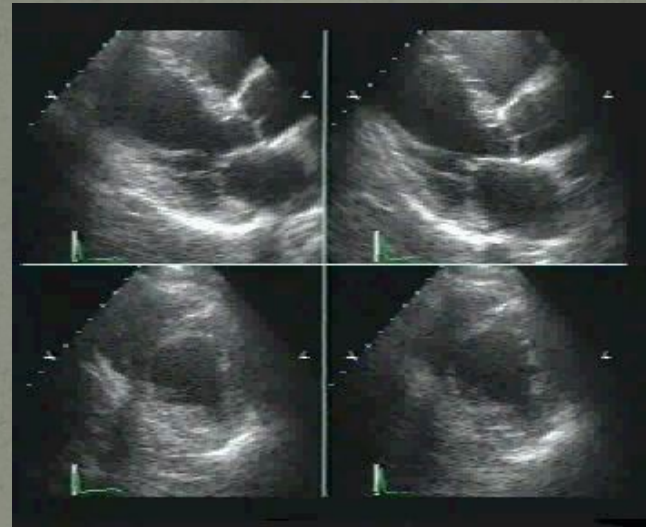
Двухмерное изображение

**Локальные** нарушения  
сократимости (не менее  
чем в двух сегментах):

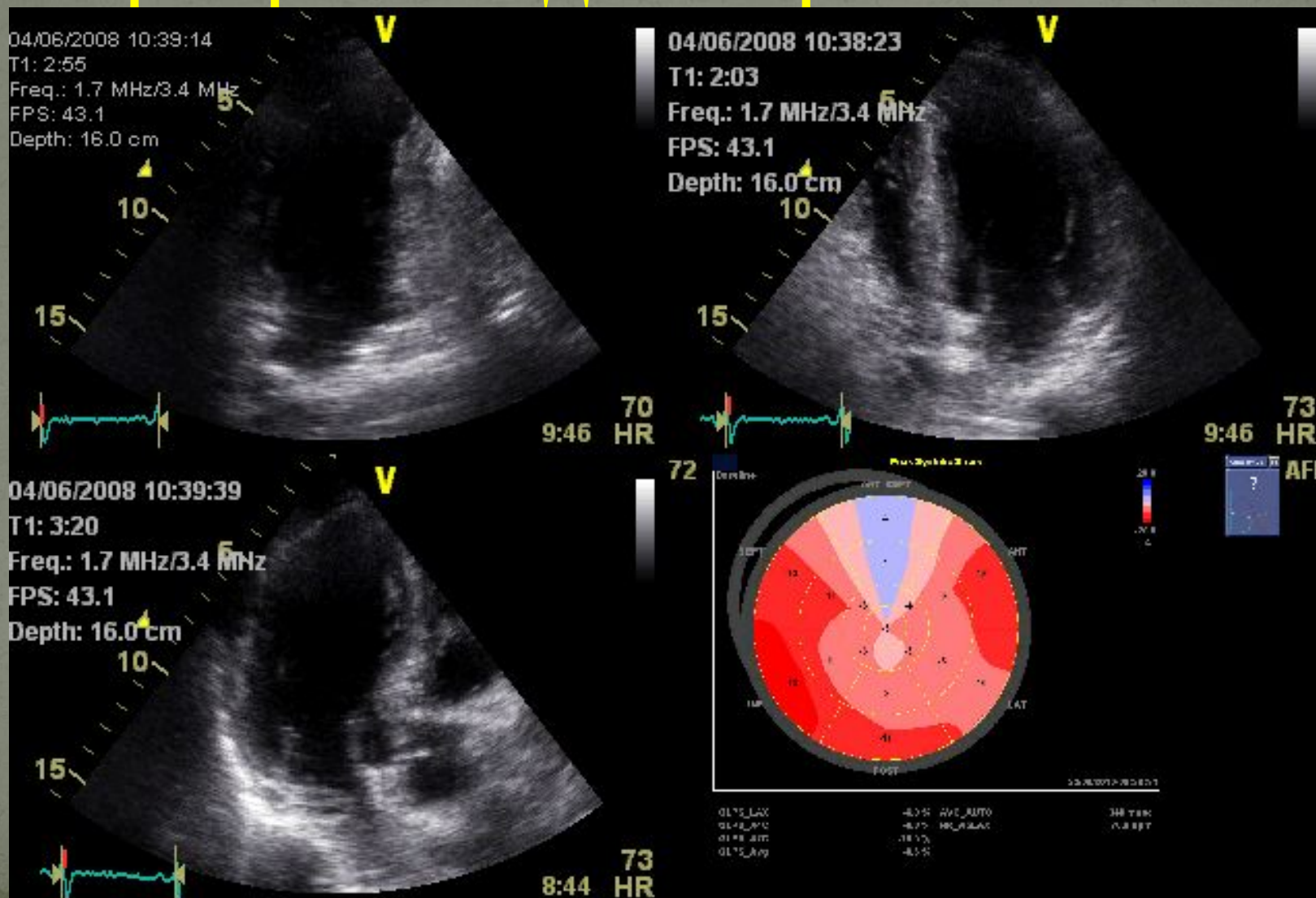
**глобальные**

✓ деформация полости

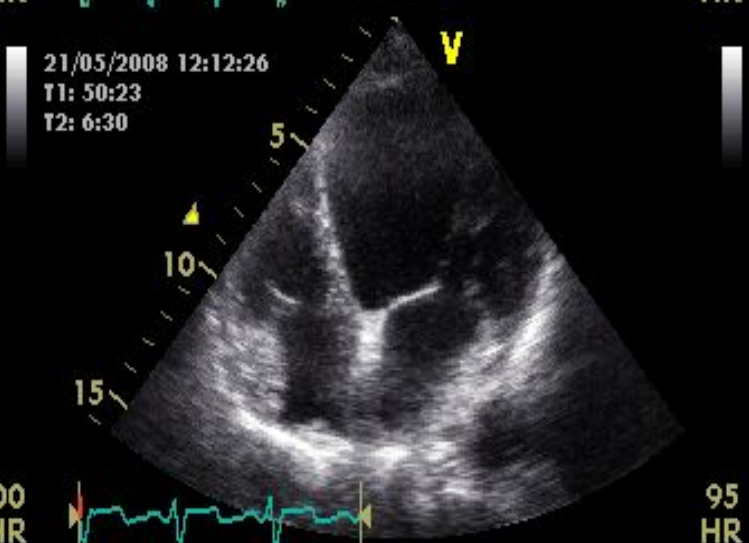
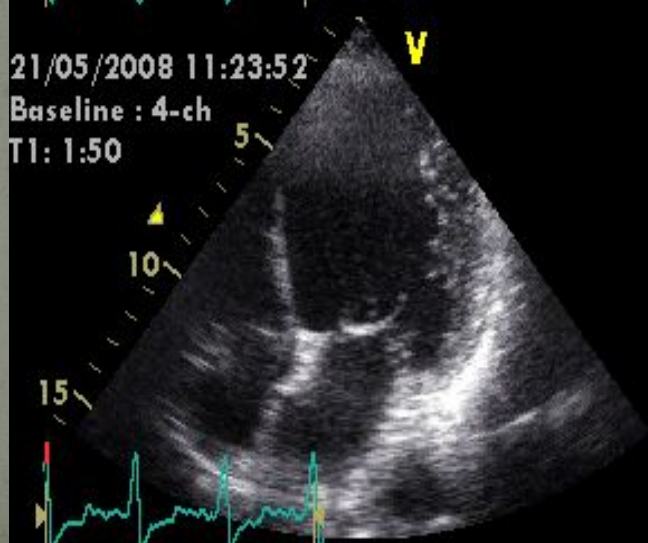
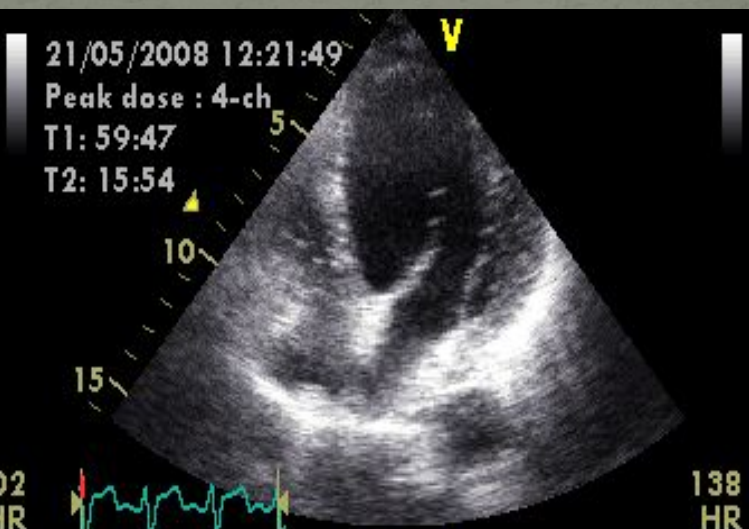
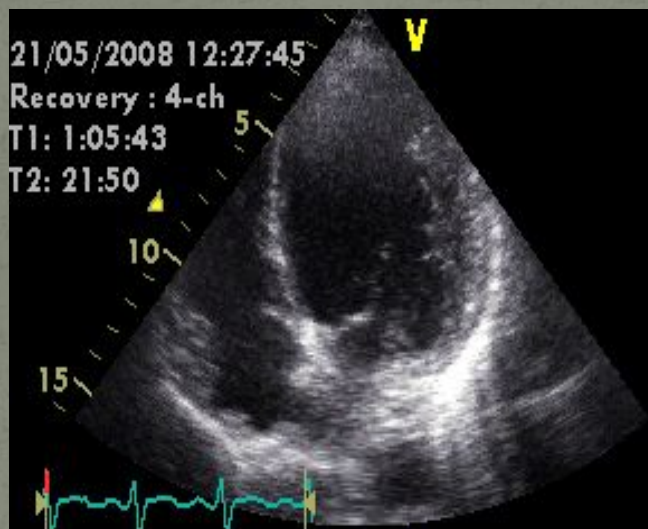
✓ расширение полости



# Программа для стресс-ЭхоКГ

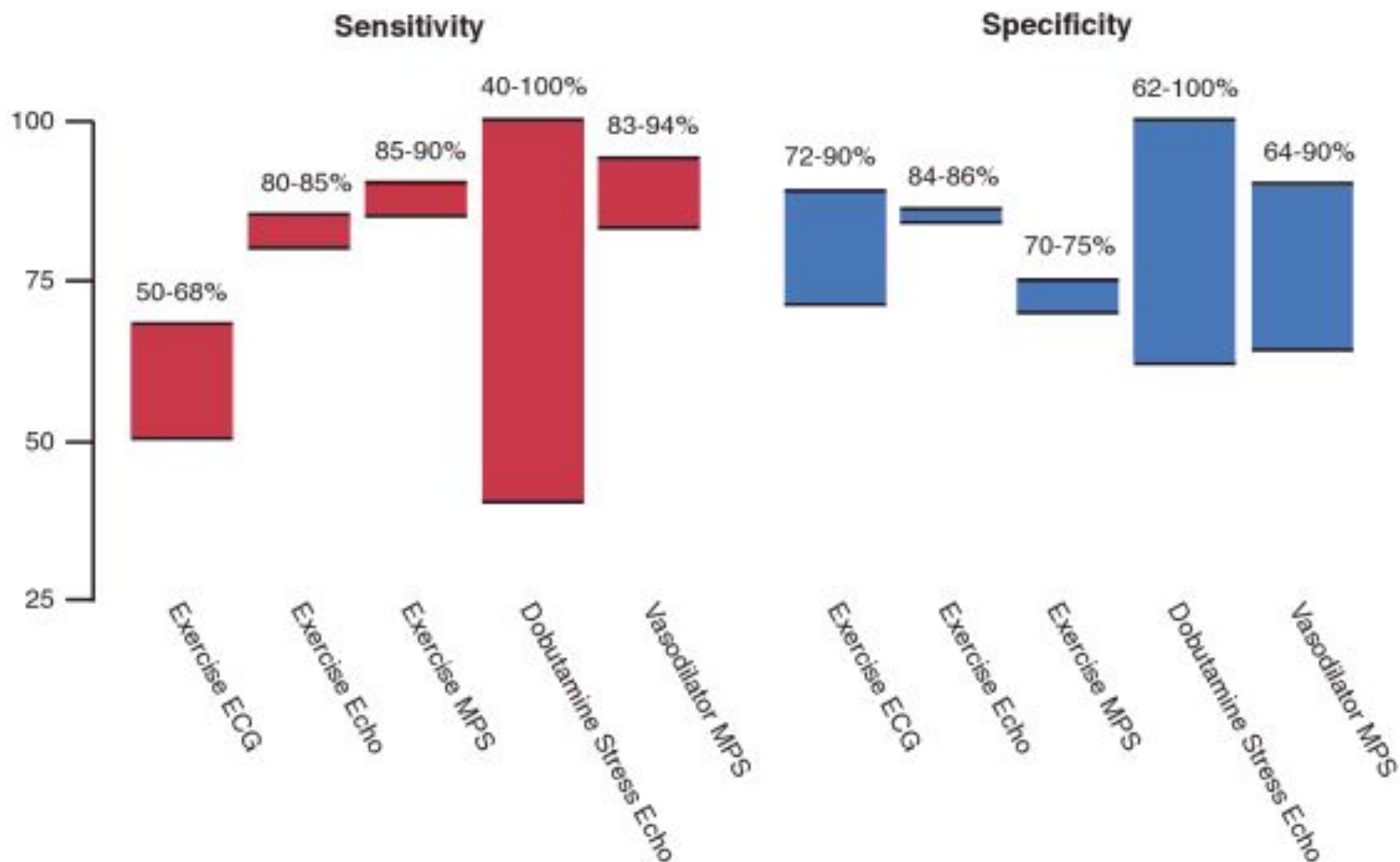






# ЭКГ пробы, стресс-ЭхоКГ и радионуклидная диагностика в выявлении ИБС

Мета-анализ (n обследованных/ n исследований)





# Нагрузочные тесты при стабильной стенокардии в России

✓ ЭКГ – тесты 14,4%

✓ Стресс-ЭхоКГ 3,4%

## **Стресс эхокардиография: историческая и социально-экономическая перспектива**

**Предписания Европейской комиссии 2001 года во исполнение директивы ЕВРАТОМА определенно устанавливают, что при сопоставимой информативности методов должен применяться тест, в котором не используется ионизирующее излучение.**

**Стресс-ЭхоКГ обладает непревзойденным сочетанием низкой стоимости, отсутствия отрицательного воздействия на окружающую среду, на пациента [17] и врача, в сравнении с одинаково точными, но менее безопасными конкурирующими технологиями [18].**



# Стресс-ЭхоКГ. Области применения

- ✓ Неинформативная ЭКГ
  - БЛНПГ, ЭКС, депрессия ST > 1 мм, ГЛЖ
- ✓ Сомнительный результат ЭКГ пробы
- ✓ Крупноочаговый инфаркт миокарда
- ✓ Состояние после реваскуляризации

# Показания к стресс-ЭхоКГ

- Диагностика ИБС/определение риска (у пациентов с симптомами)
- Низкая дотестовая вероятность ИБС (при неинформативной ЭКГ или невозм. выполнения нагрузки)
- Средняя и высокая дотестовая вероятность ИБС
- Незавершенный сомнительный результат теста с физической нагрузкой



# Показания к стресс-ЭхоКГ

- Оценка риска
- Предоперационная оценка

# Показания к стресс-ЭхоКГ

- Нестабильная стенокардия/ОИМБП ST
- При отсутствии симптомов стенокардии и ХСН, если не планируется реваскуляризация
- После реваскуляризации
- Оценка болевого синдрома (не в остром периоде)
- Оценка жизнеспособности миокарда
- Оценка значимости клапанной патологии при нагрузке



# Критерии многососудистого поражения коронарного русла

- ✓ появление НЛС в сегментах, относящихся к различным зонам кровоснабжения ЛЖ
- ✓ снижение или отсутствие прироста ФВ ЛЖ

# Фармакологические пробы

- ✓ Ортопедические и др. заболевания
- ✓ Детренированные пациенты
- ✓ Сопутствующая легочная патология
- ✓ Технические сложности при физической нагрузке
- ✓ Выявление жизнеспособности миокарда



# Основные фармакологические стресс-тесты в диагностике ИБС

## 1. С адренэргической стимуляцией сердца

- проба с добутамином

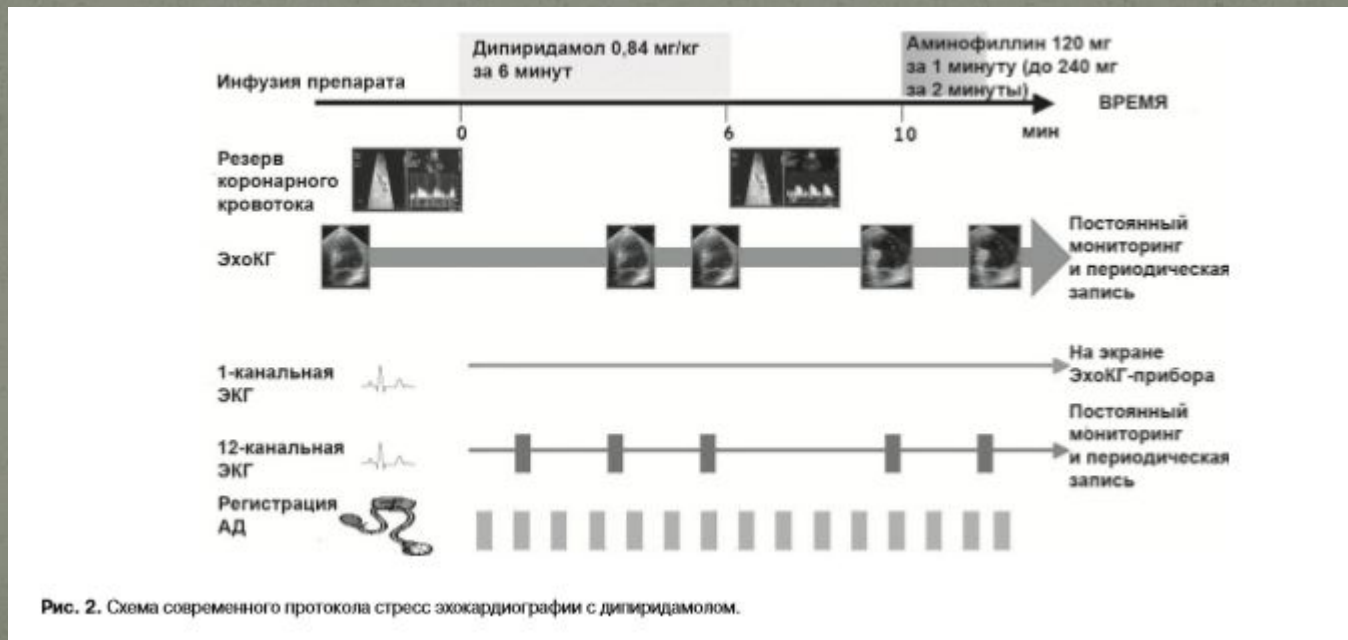
## 2. Вазодилатирующие препараты

- проба с дипиридамолом
- проба с аденозином

## 3. Комбинированные фармакологические стресс-тесты

- дипиридамолом + атропин
- добутамин + атропин
- дипиридамолом + добутамин + атропин
- дипиридамолом + велоэргометрия
- дипиридамолом + чреспищеводная стимуляция предсердий

# РЕКОМЕНДАЦИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКОЙ АССОЦИАЦИИ, 2013





# РЕКОМЕНДАЦИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКОЙ АССОЦИАЦИИ, 2013

Таблица 3

Стресс-ЭхоКГ с дипиридамолом в сравнении со стресс-ЭхоКГ с добутамином для диагностики ИБС

	Чувствительность (%), n		Чувствительность однососуд. (%), n		Чувствительность многососуд. (%), n		Специфичность (%), n		Точность (%), n	
	Дип	Доб	Дип	Доб	Дип	Доб	Дип	Доб	Дип	Доб
Salusiri et al. [20]	82, 23/28	79, 22/28	50, 5/10	40, 4/10	72, 13/18	67, 12/18	89, 16/18	78, 14/18	85, 39/46	72, 36/46
Pingitore et al. [24]	82, 75/92	84, 77/92	71, 29/41	78, 32/41	91, 46/51	87, 44/51	94, 17/18	89, 15/18	84, 92/110	84, 92/110
San Roman et al. [115]	81, 54/56	78, 52/66	68, 22/32	75, 24/32	94, 32/34	82, 28/34	94, 34/36	88, 32/36	86, 88/102	82, 82/102
Loimaala et al. [116]	93, 41/44	95, 42/44	92, 24/26	92, 24/26	94, 17/18	100, 18/18	75, 12/16	63, 10/16	87, 53/60	88, 52/60
Nedeljovic et al. [118]	96, 66/69	93, 64/69	95, 54/57	95, 54/57	100, 12/12	100, 12/12	92, 44/48	92, 44/48	91, 107/117	94, 110/117
Всего	87, 259/299	86, 257/299	81, 134/166	83, 138/166	90, 120/133	86, 114/133	90, 123/136	84, 115/136	87, 379/435	85, 372/435

Сокращения: Дип – дипиридамолом; Доб – добутамином.

## Источники ложноотрицательных результатов при стресс-ЭхоКГ

- ✓ Кратковременность вызванной ишемии
- ✓ Однососудистые поражения
- ✓ Хорошо развитые коллатерали
- ✓ Умеренно выраженные стенозы (50-70%)
- ✓ Субмаксимальная нагрузка
- ✓ Несоблюдение протокола исследования
- ✓ Плохая визуализация сердца на пике нагрузки



## Причины ложноположительных результатов

- ✓ Изменение характера движения МЖП ( блокада левой ножки пучка Гиса, ЭКС, АКШ в анамнезе, фибрилляция предсердий)
- ✓ Выраженная гипертрофия левого желудочка
- ✓ Особенности движения базального заднего сегмента

# Стресс-ЭхоКГ (Заключение)

- ✓ Цель исследования
- ✓ Исходные данные (ЧСС, АД, НЛС)
- ✓ Ход исследования (ЧСС, АД, НЛС)
- ✓ Причина прекращения пробы
- ✓ Толерантность (доза)
- ✓ Результат пробы
- ✓ Особенности пробы



## Стресс-эхокардиография в четырех формулах

Покой + ответ на нагрузку = диагноз

- Нормокинез + нормо- или гиперкинез = норма
- Нормокинез + гипо-, а или дискинез = ишемия
- Акинез + гипо-или нормокинез = жизнеспособный миокард
- Акинез или дискинез + а- или дискинез = рубец