

Российский Государственный  
Медицинский Университет  
Кафедра госпитальной терапии  
лечебного факультета

# ЭХО-КТ

Выполнил студент 6 курса

Корольков А.И.

# История эхокардиографии

В 1953г. шведскому врачу Инге Эдлеру удалось впервые получить изображения движения стенок сердца и створок митр.кл. в М-режиме с помощью ультразвукового дефектоскопа фирмы Siemens, который инженер К.Х. Герц попытался адаптировать для кардиологических исследований

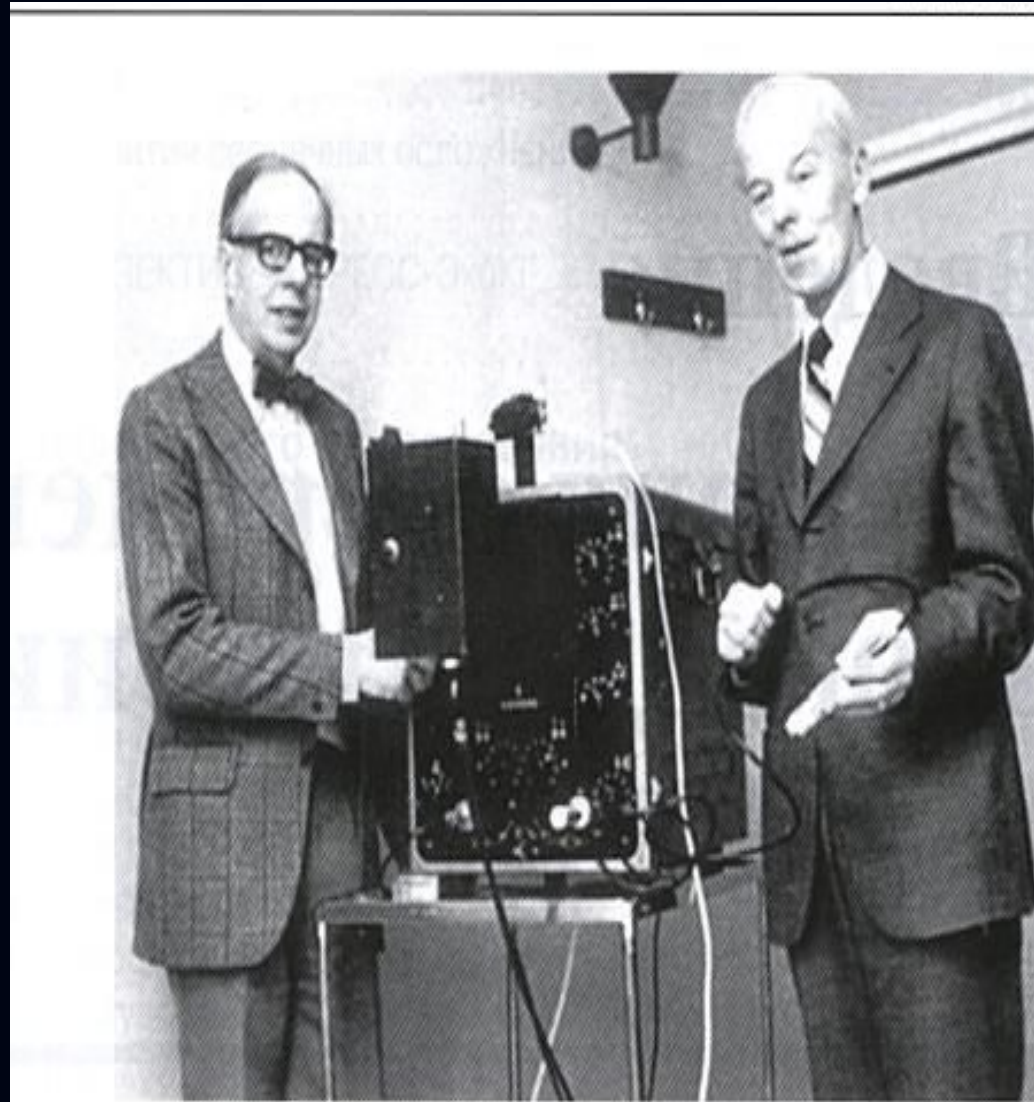


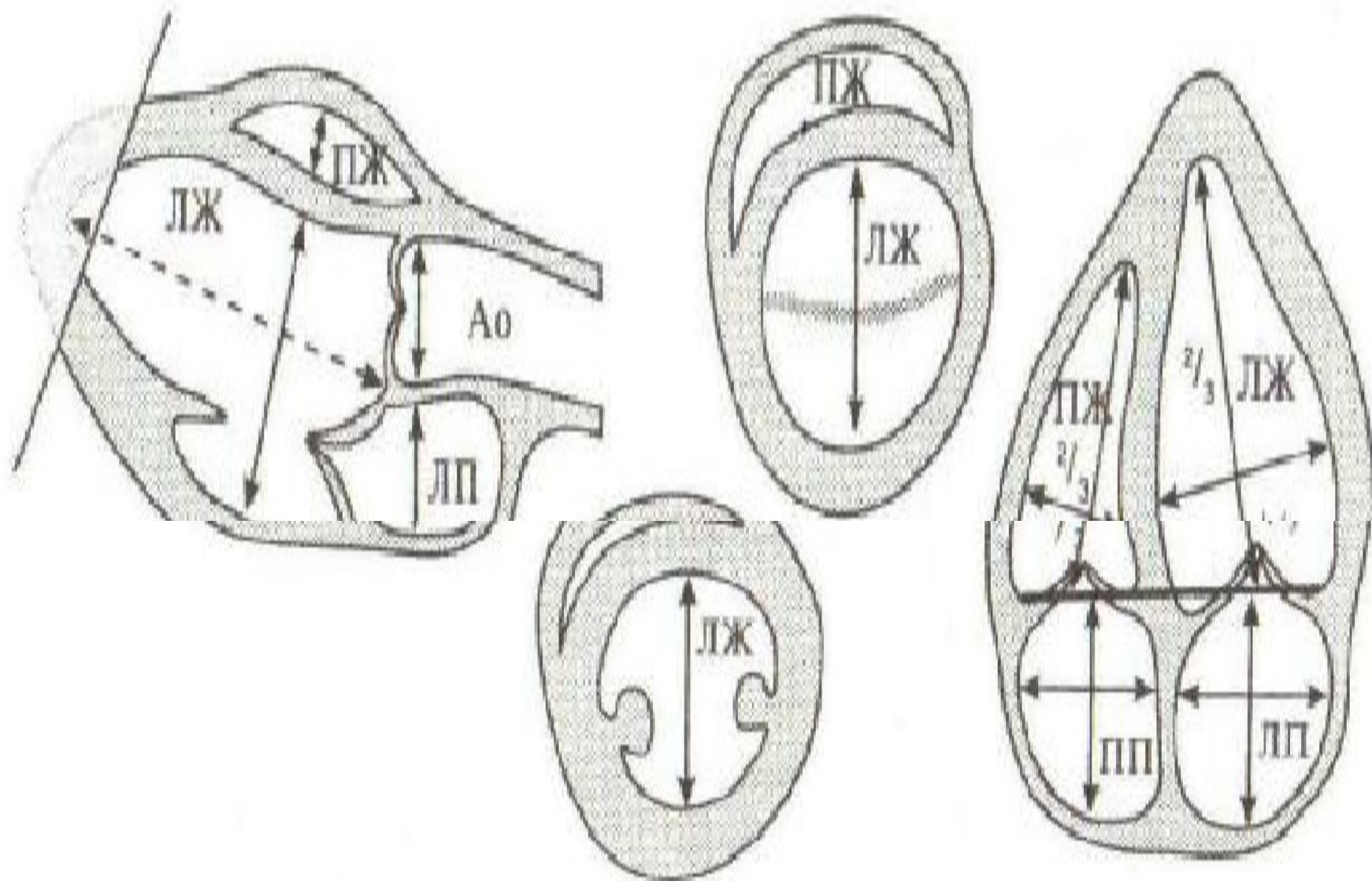
Рис. 3. И. Эдлер и К.Х. Герц.

# История эхокардиографии

- Около 40 лет назад в Москве в Институте профилактической медицины был установлен первый эхокардиограф.
- С этого момента началось развитие отечественной эхокардиографии
- Большой вклад в развитие данного направления внесли Н.М. Мухарлямов, Ю.Н. Беленков, В.А. Сандриков, О.Ю. Атьков, И.Н. Митина, Е.А. Затикян и многие другие отечественные исследователи.

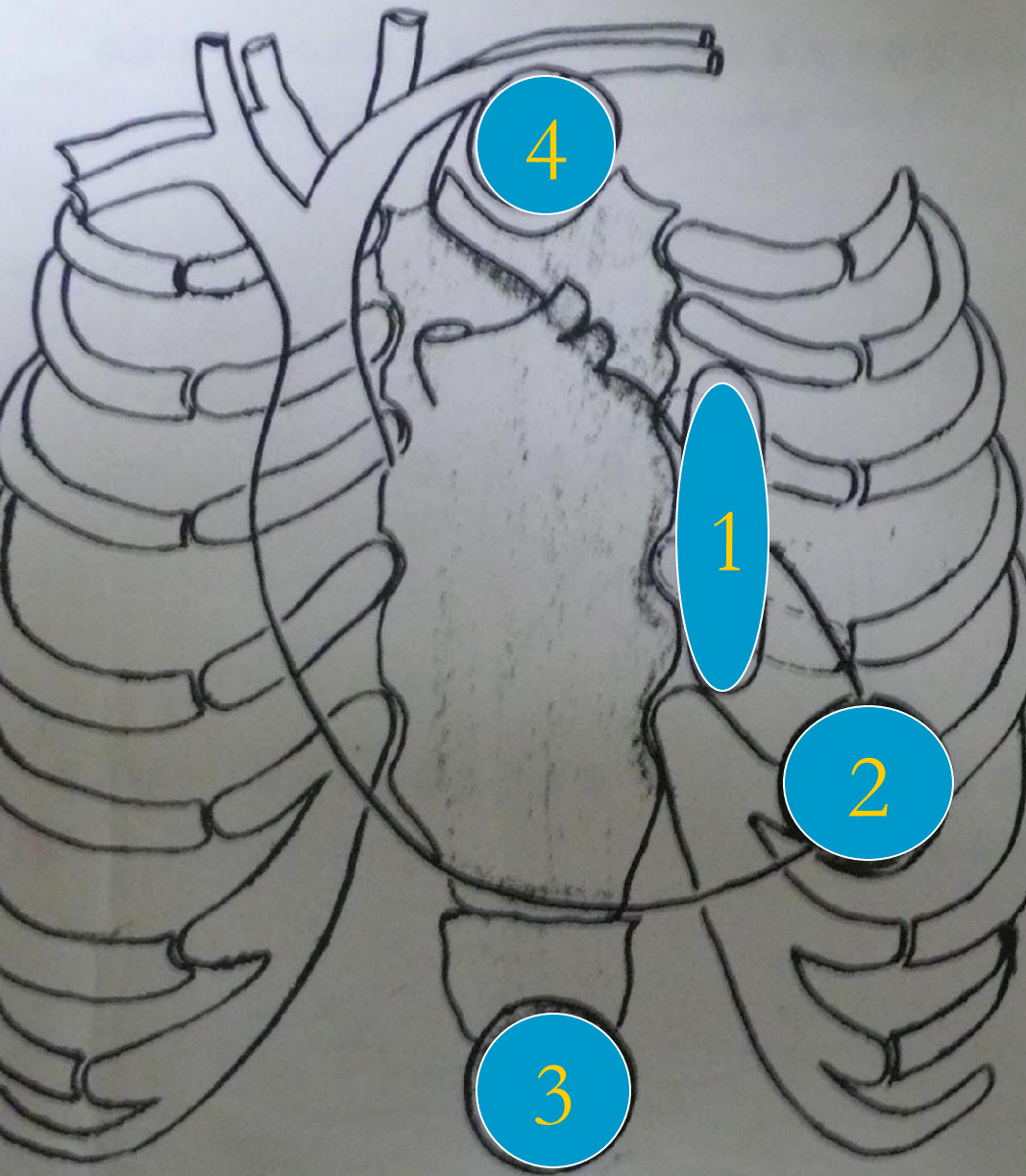
## При ЭХО-КТ производится оценка:

- Полостей сердца (форма, размеры, объем, фракция выброса)
- Эндокарда (эхогенность)
- Миокарда (толщина стенки, эхоструктура, есть ли гипертрофия и истончение)
- Перикарда (толщина, есть ли выпот или кисты)
- Состояние клапанов (морфология сердечных клапанов и характер движения створок, степень подвижности и морфология створок)
- Сократительной способности (локальная и регионарная сократимость)
- Выявление интра- и экстракардиальных структур (тромбы, опухоли и т.д.)



Определение размеров предсердий и желудочков в В-режиме.

- Приставив ультразвуковой датчик к грудной клетке, можно получить бесчисленное множество двумерных изображений сердца (сечений)
- Из всевозможных сечений выделяют несколько, которые называют **«стандартными позициями»**
- В наименование стандартных позиций и положение датчика относительно грудной клетки, и пространственная ориентация плоскости сканирования, и названия визуализируемых структур.



Стандартные  
расположения  
УЗИ-датчиков  
при ЭХО-КГ:

1. Парастеральный  
доступ
2. Апикальный  
доступ
3. Субкостальный  
доступ
4. Супрастеральный  
доступ





### Супрастернальный доступ

- дуга аорты и ее ветви
- поперечное сечение дуги аорты и правой ветви ЛА

### Парастернальный доступ

- длинная ось
- короткая ось
  - на уровне концов створок АК и клапана ЛА
  - на уровне створок МК
  - на уровне папиллярных мышц
- правая 2-х камерная

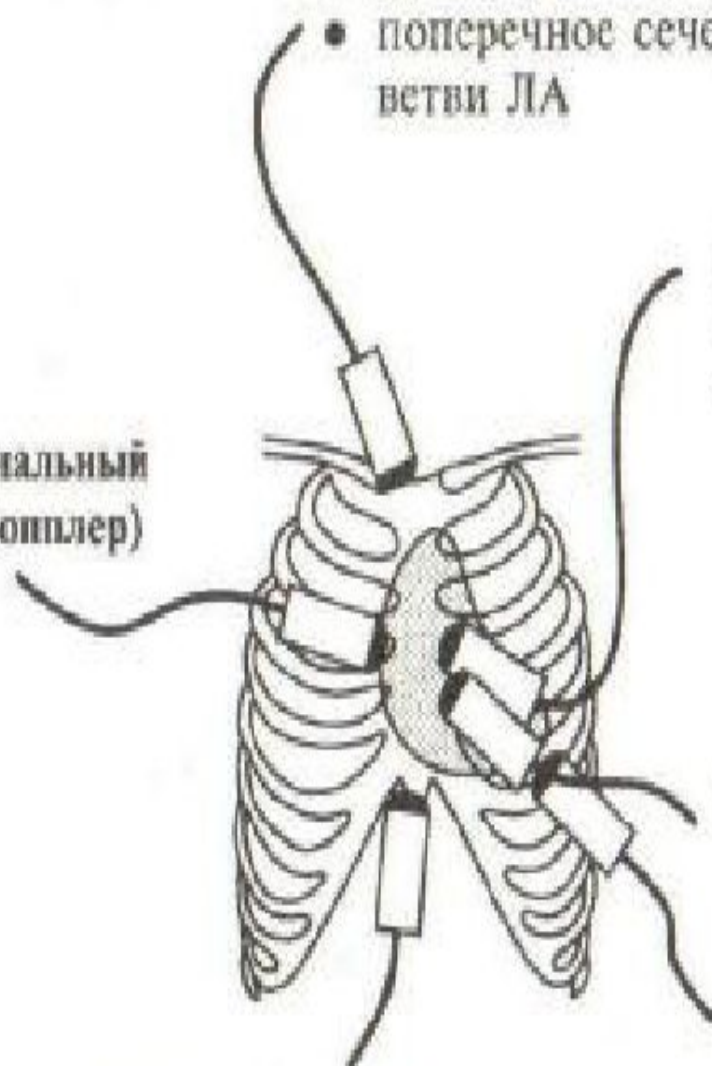
### Верхушечный доступ

- 4-х камерная
- 5-и камерная
- левая 2-х камерная
- длинная ось

### Субкостальный доступ

- 4-х камерная
- по короткой оси

### Правый парастернальный доступ (доплер)



позиция

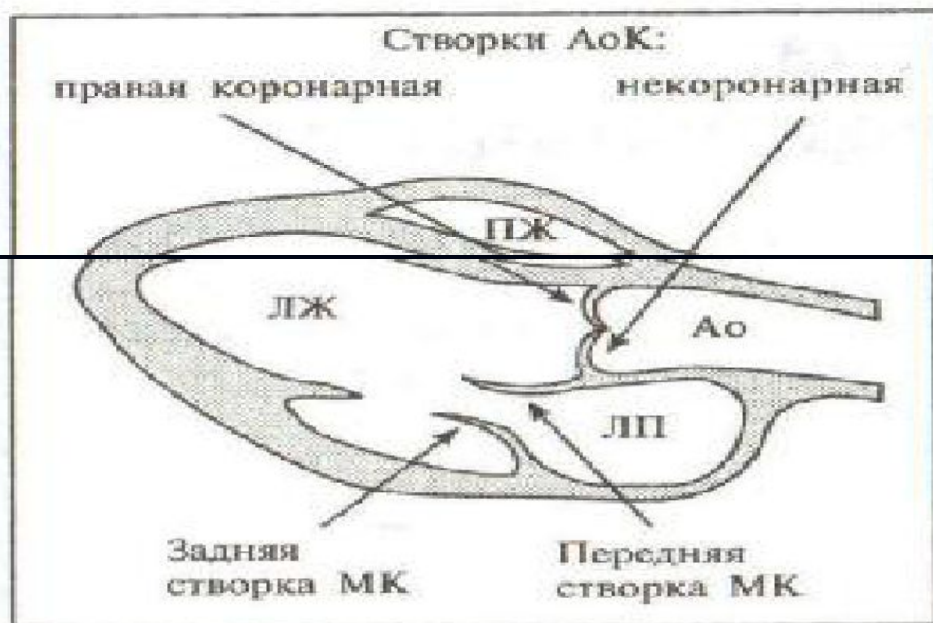
Основные анатомические ориентиры

## Парастернальный доступ

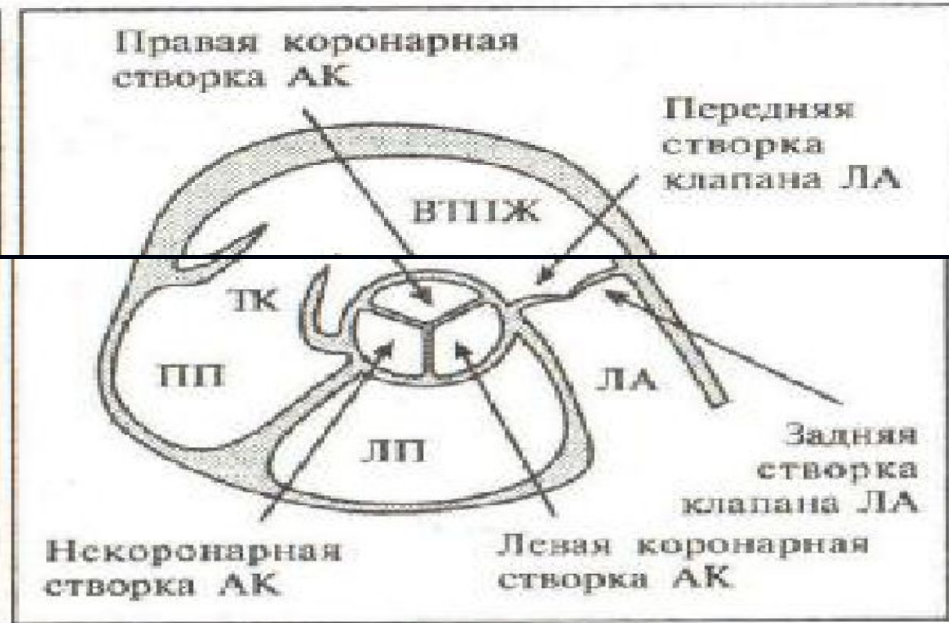
Длинная ось ЛЖ	А) Мах раскрытие митр.кл, аорт.кл. Б) Мах раскрытие аорт.кл., митр.кл.
Длинная ось приносящего тракта ПЖ	Мах раскрытие трехстворчатого клапана, отсутствие структур левых отделов сердца
Короткая ось аорт.кл.	Трехстворчатый, аортальный клапаны, круглое сечение корня аорты
Короткая ось ЛЖ на уровне мит.кл.	Митральный клапан, межжелудочковая перегородка
Короткая ось ЛЖ на уровне папиллярных мышц	Папиллярные мышцы, межжелудочковая перегородка.

# Парастернальная позиция длинной оси ЛЖ

- Эта позиция с которой начинается ЭХО-КГ , предназначена в основном для изучения левых отделов сердца.
- Кроме того под контролем двумерного изображения сердца в позиции парастернальной длинной оси ЛЖ производится большая часть М-модального исследования.
- Эта позиция рассекает ЛЖ от верхушки до основания; аорта должна находиться в правой части изображения, а область верхушки ЛЖ- в левой.



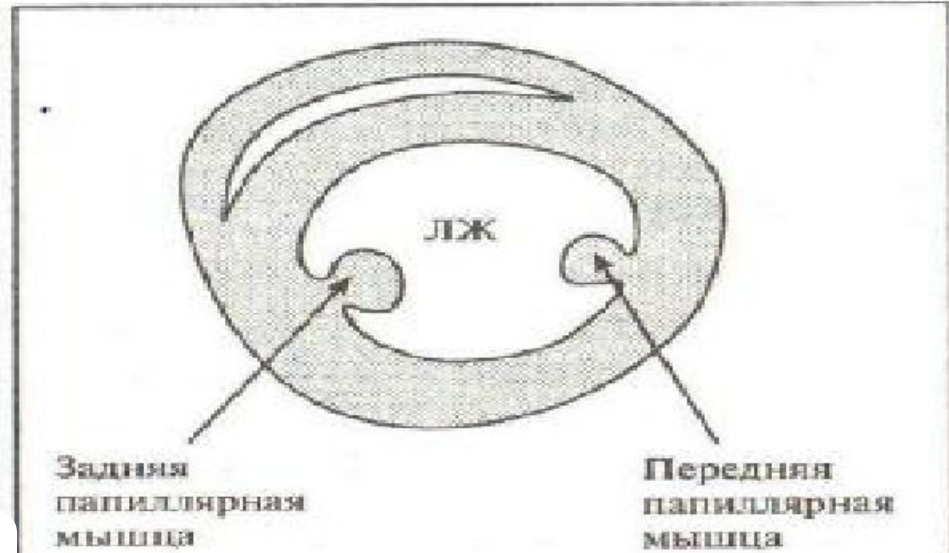
Парастеральная позиция, длинная ось.



Парастеральная позиция, короткая ось (на уровне створок АК и клапана ЛА).



Парастеральная позиция, короткая ось на уровне створок митр.кл.

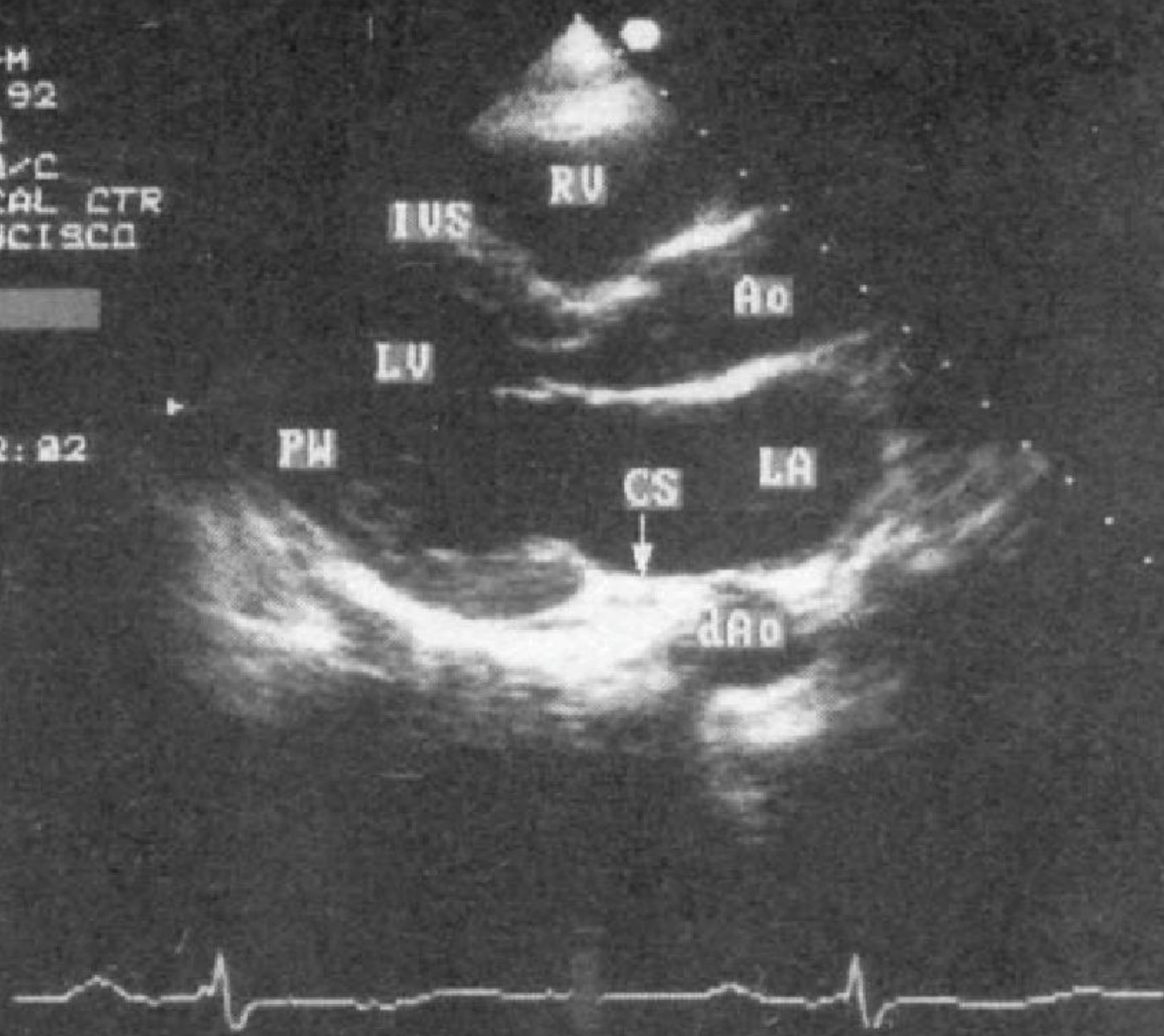


Корот.ось на уровне папиллярных мышц

3.5MHZ-M  
03 APR 92  
03:30:08  
PROC 2/2/C  
UC MEDICAL CTR  
SAN FRANCISCO

ID: [REDACTED]  
PT: 7  
5 7 170

06122:02  
100MM/S  
XMIT: A  
688PH  
16CM  
31HZ



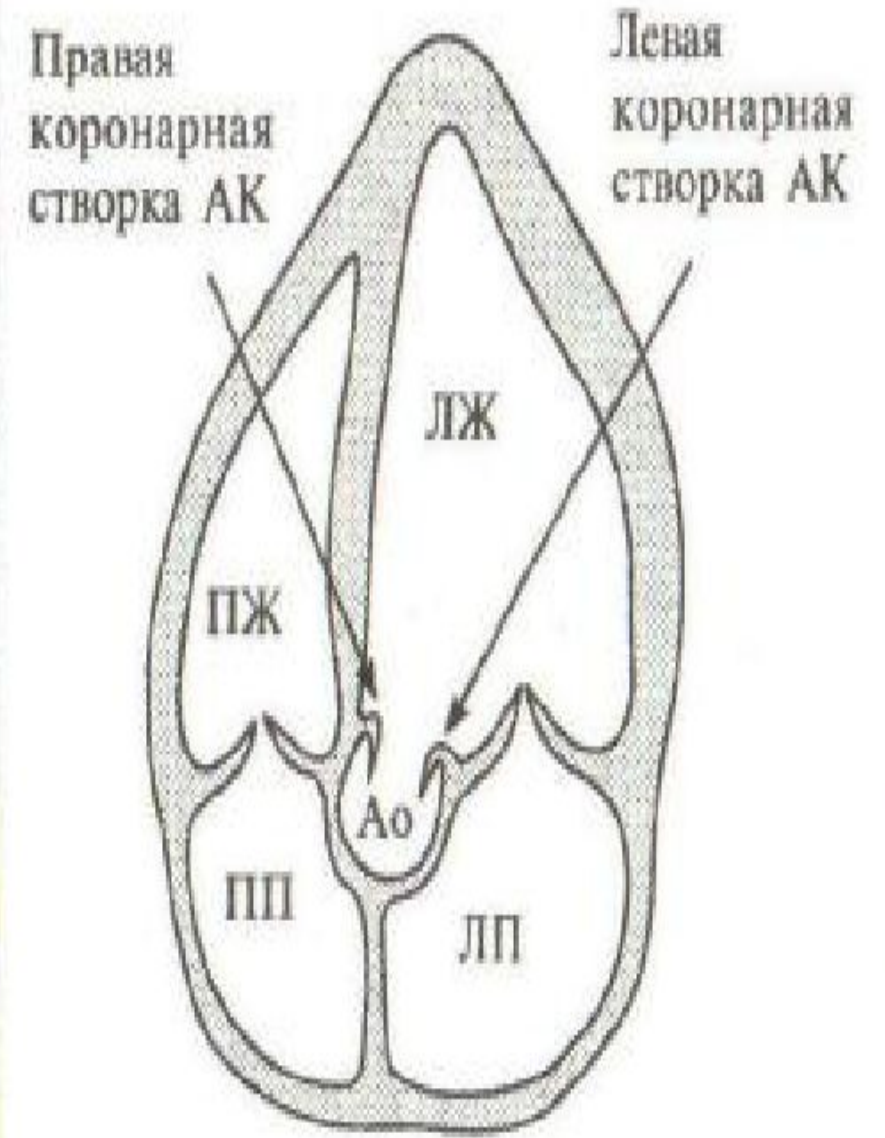
Парастеральная позиция длинной оси ЛЖ с оптимальной визуализацией митр.клапана.

## Апикальный доступ

Четырехкамерная позиция	Верхушка ЛЖ, межжелудочковая перегородка, трехст., митр.клапаны.
«Пятикамерная позиция»	Верхушка ЛЖ, межжелудочковая перегородка, митр., аорт.клапаны
Двухкамерная позиция	Верхушка ЛЖ, митр кл., отсутствие структур правых отделов сердца
Длинная ось ЛЖ	Верхушка ЛЖ, межжелудочковая перегородка, митр., аорт. клапаны.

## Апикальная четырехкамерная позиция

- Одна из важнейших позиций в двумерной эхокардиографии, т.к. она позволяет одновременно увидеть предсердия, желудочки, оба атриовентрикулярных клапана, межжелудочковую и межпредсердную перегородку.
- Используется для исследования локальной и глобальной сократимости ЛЖ.



Апикальная 4-х камерная позиция.

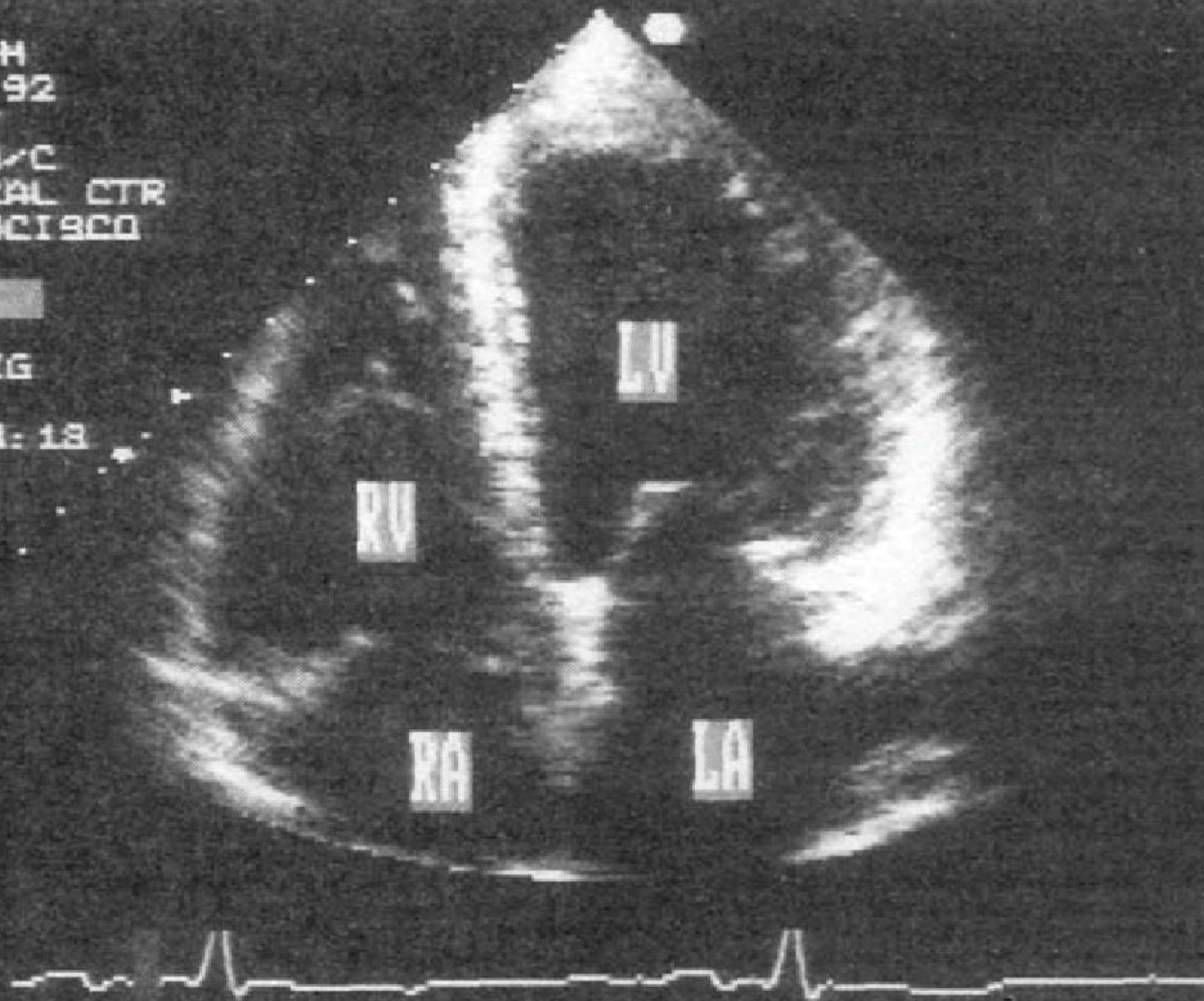
Апикальная 5-ти камерная позиция.



3.5MHZ-H  
03 APR 92  
02:03:17  
PROC 2/0/C  
UC MEDICAL CTR  
SAN FRANCISCO

ID: [REDACTED]  
PT. 3  
5 1 51 KG

05668: 13  
100MM/Hg  
XMIT: A  
71BPM  
16CM  
31HZ



**Апикальная четырехкамерная позиция**

# Субкостальный доступ

Длинная ось нижней  
полой вены

Продольное сечение нижней полой вены, проходящее через ее диаметр.

Длинная ось сердца

Межпредсердная, межжелудочковая перегородки, митр., трехств.кл.

Короткая ось на уров.  
основания сердца

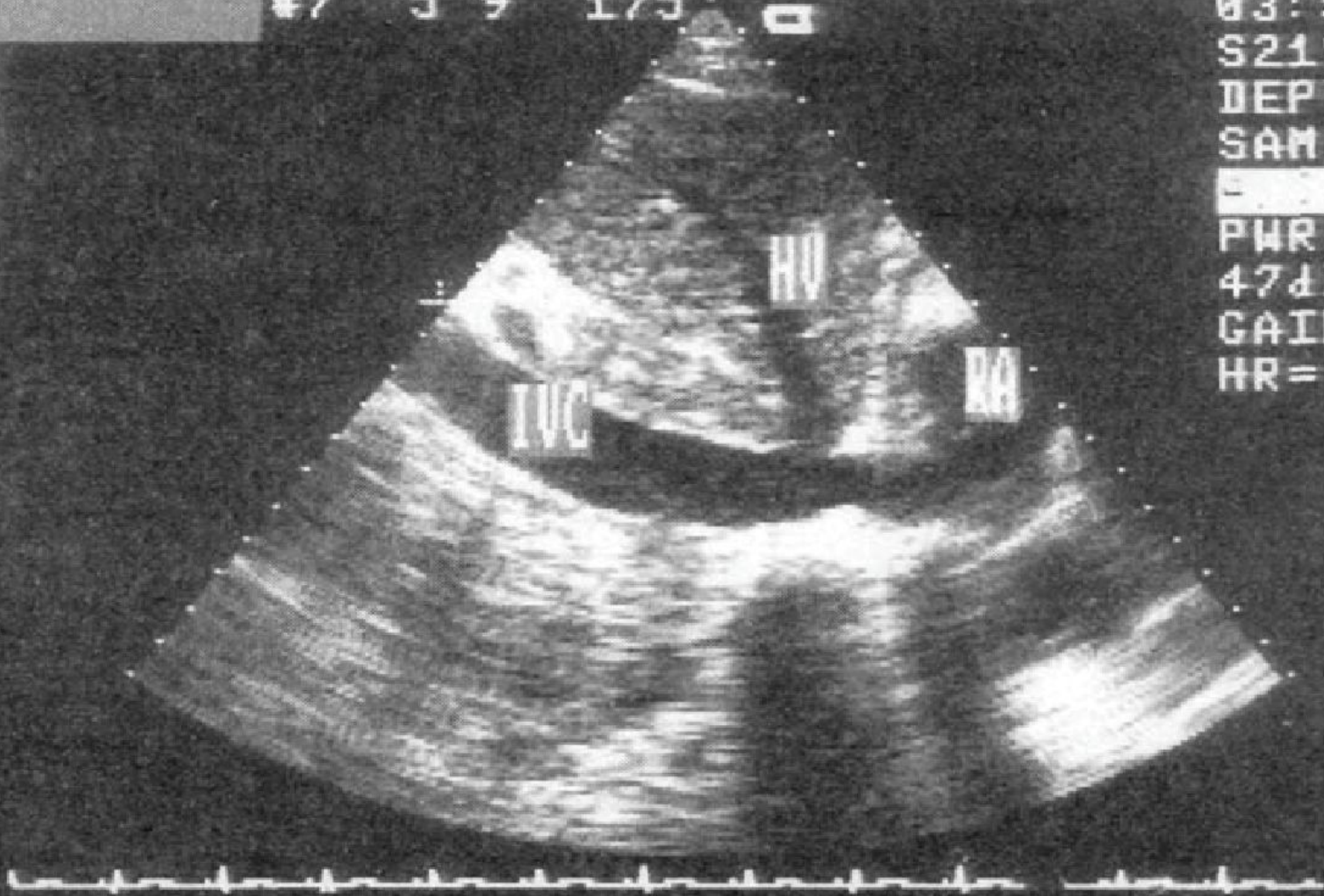
Клапан легочной артерии,  
трехстворчатый, аортальный кл.

Длинная ось  
брюшной аорты

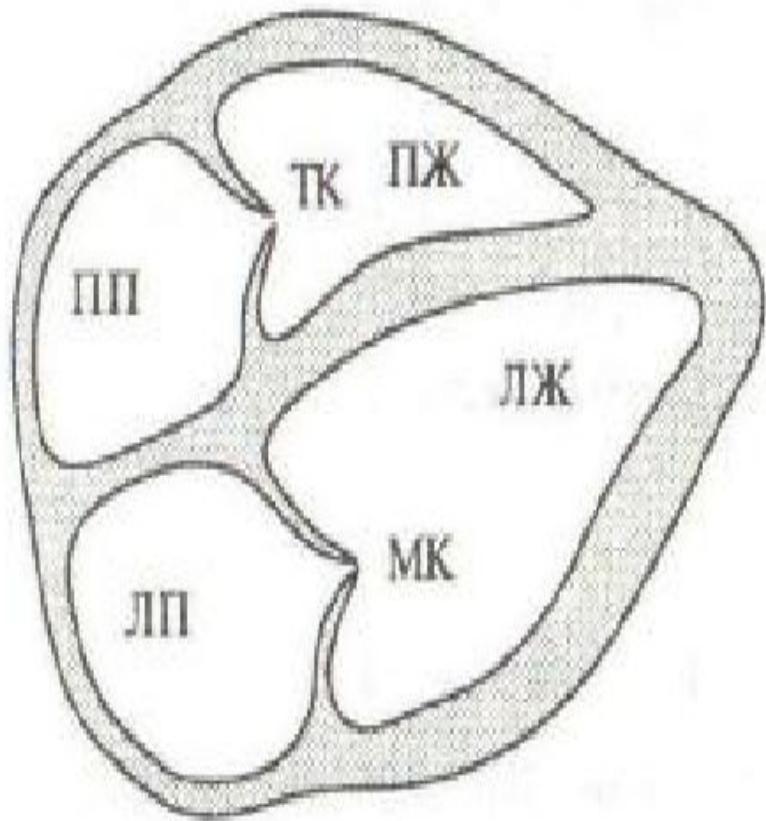
Продольное сечение брюшной аорты, проходящее через ее диаметр.

#7 59 175

03:51:1  
S2194△  
DEPTH=  
SAM  
PWR =  
47dB B  
GAIN=  
HR= 9

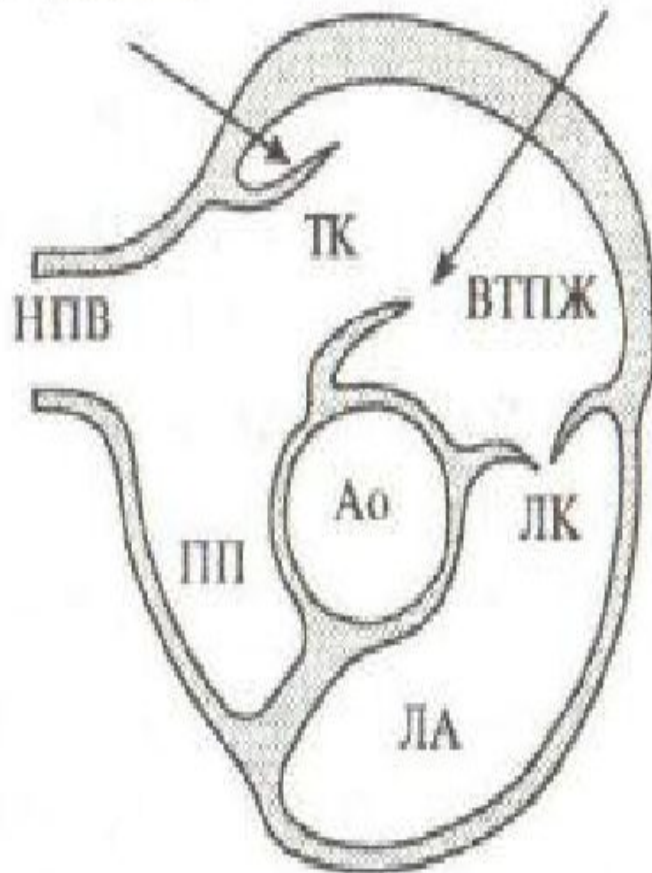


**Субкостальная позиция длинной оси нижней  
полой вены**



Субкостальная позиция ,  
длинная ось

Передняя створка ТК      Септальная створка ТК



Субкостальная позиция,  
короткая ось

# Супрастернальный доступ

Длинная ось дуги аорты

Дуга аорты, правая легочная артерия



Супрастернальная позиция —  
аорта и ее ветви.

Супрастернальная позиция,  
короткая ось дуги аорты.

Двухмерная ЭХО-КГ

Одномерная ЭХО-КГ

Доплер ЭХО-КГ

ЭХОКАРДИОГРАФИЯ

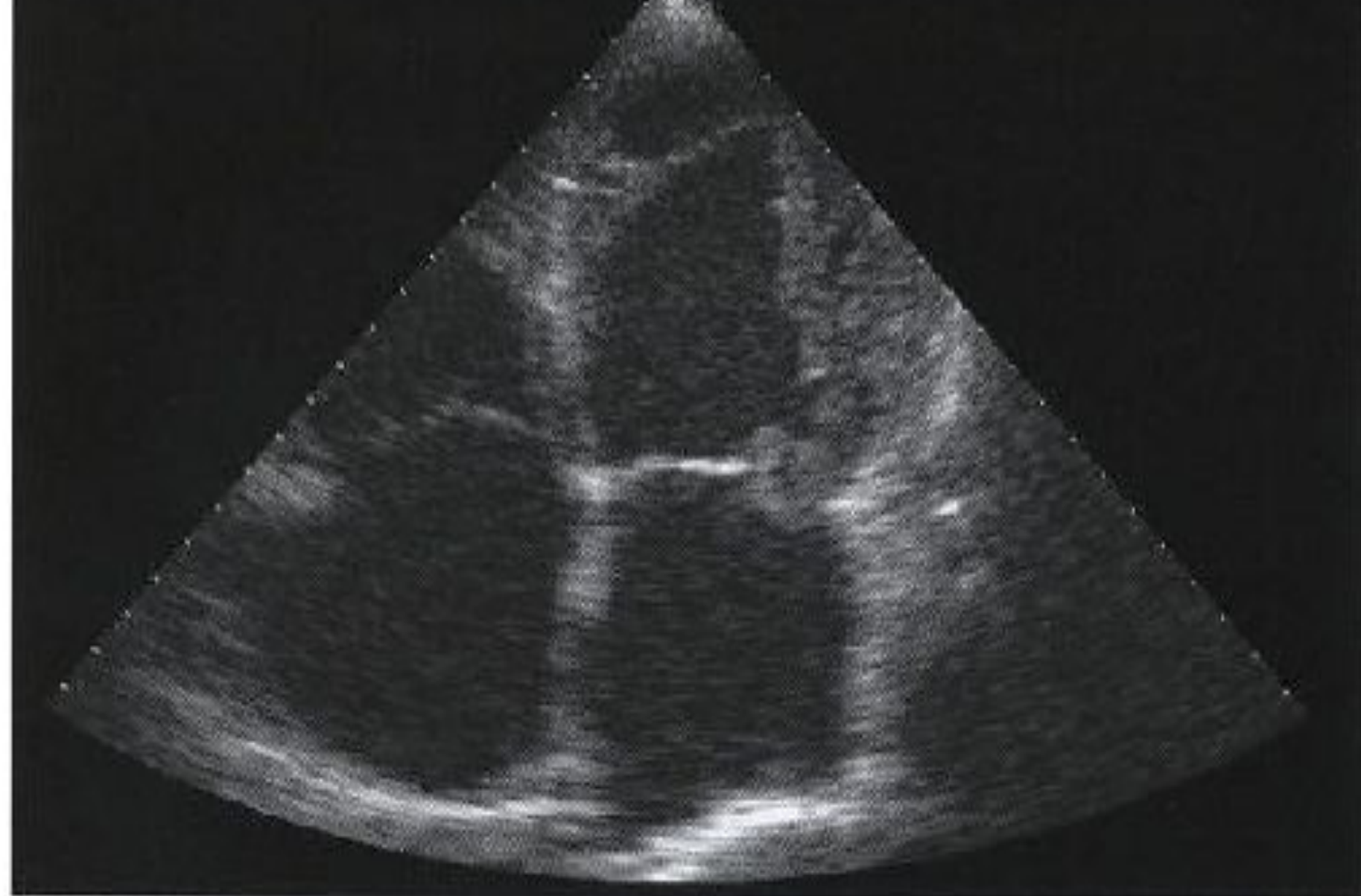
Стресс ЭХО-КГ

Чреспищеводная ЭХО-КГ

Контрастная ЭХО-КГ

Двухмерная ЭХО-КГ, или В-режим (от английского слова *brightness* - яркость), изображение сердца по длинной или короткой оси в реальном времени

- Метод позволяет измерять размеры полостей сердца, состояние клапанного аппарата, подклапанных структур, глобальную и локальную сократимость желудочков, наличие тромбоза полостей;
- Недостаток – плохая визуализация границы эндокард-кровь, что может привести к ошибкам в оценке систолической функции желудочков и неверным измерениям.

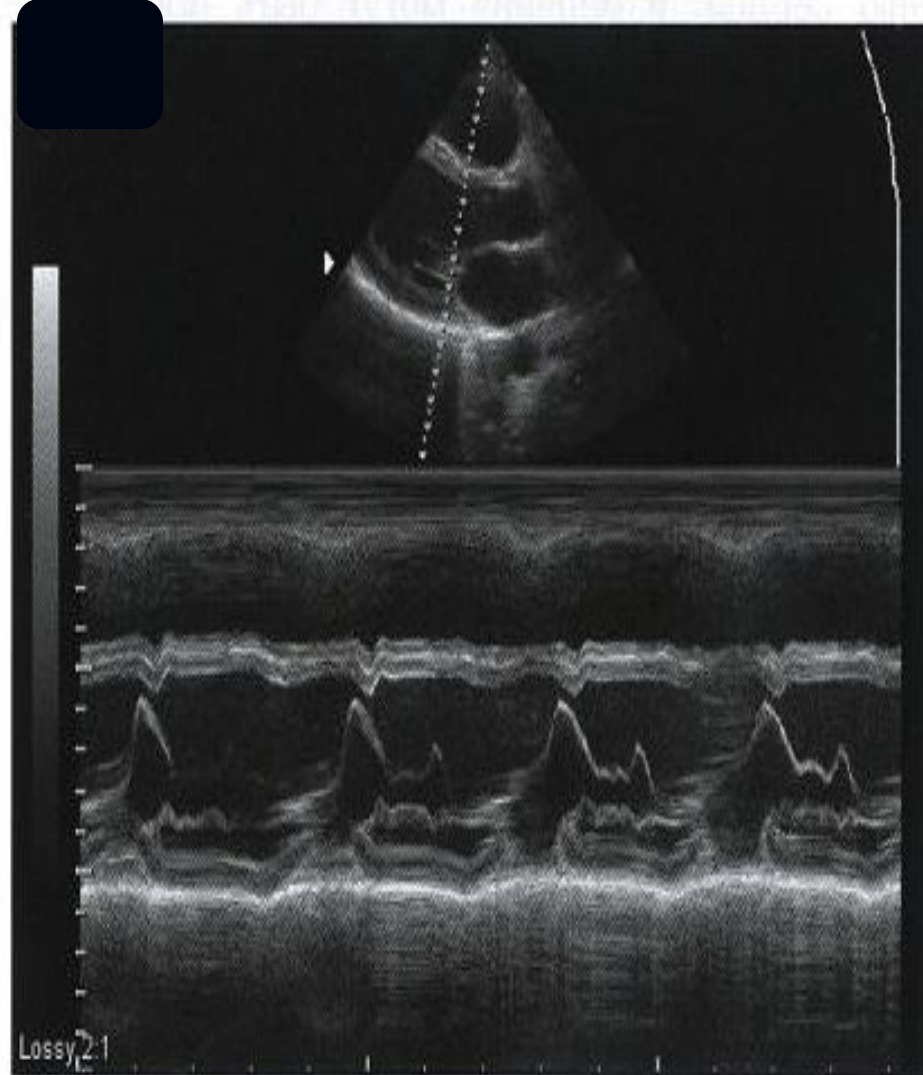
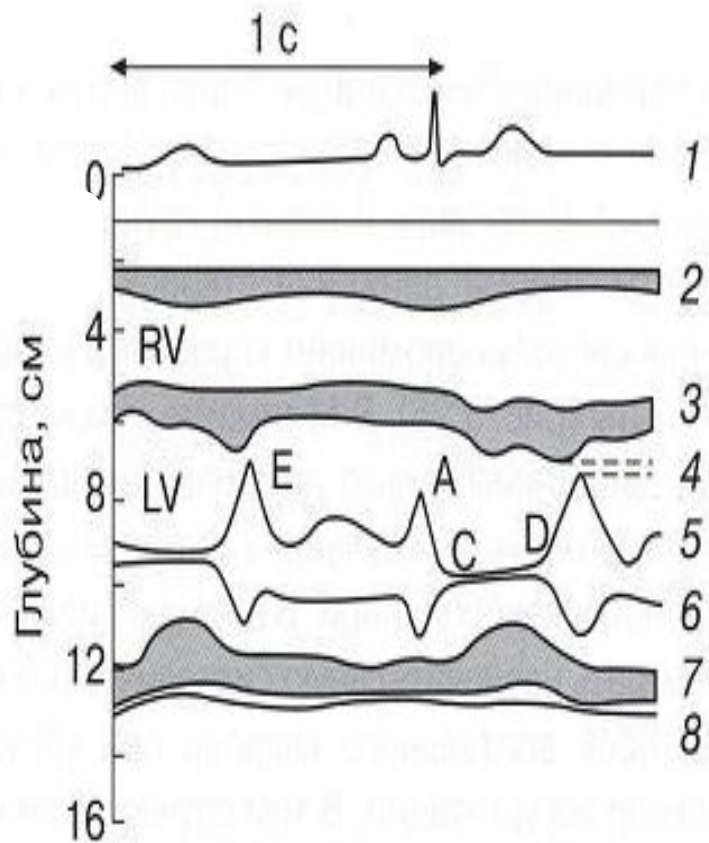


**Рис. 1.1.** В-режим. Апикальная четырехкамерная позиция. Значительный пролапс задней створки митрального клапана на фоне инфекционного эндокардита.



# М-режим ( от английского слова motion - движение) – первый режим, используемый в ЭХО-КГ

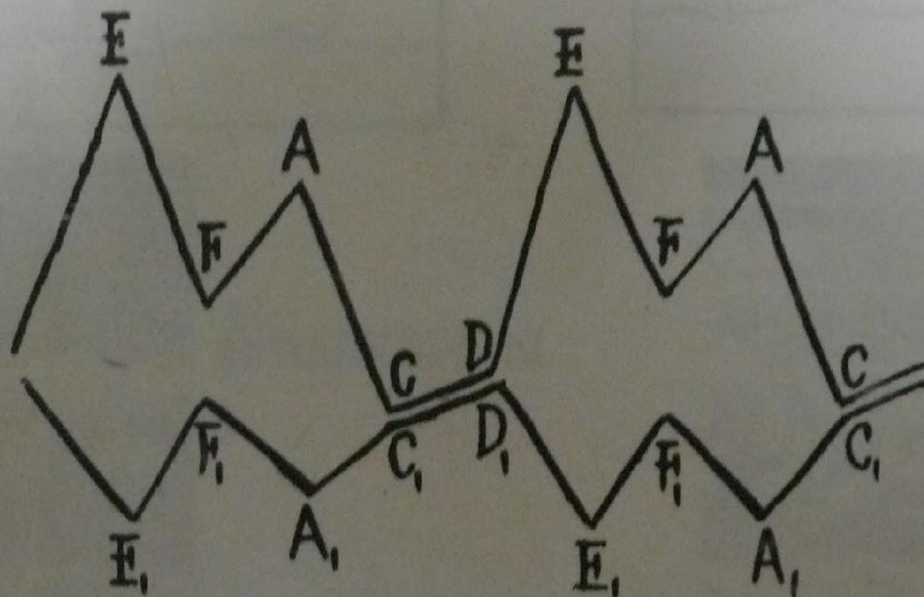
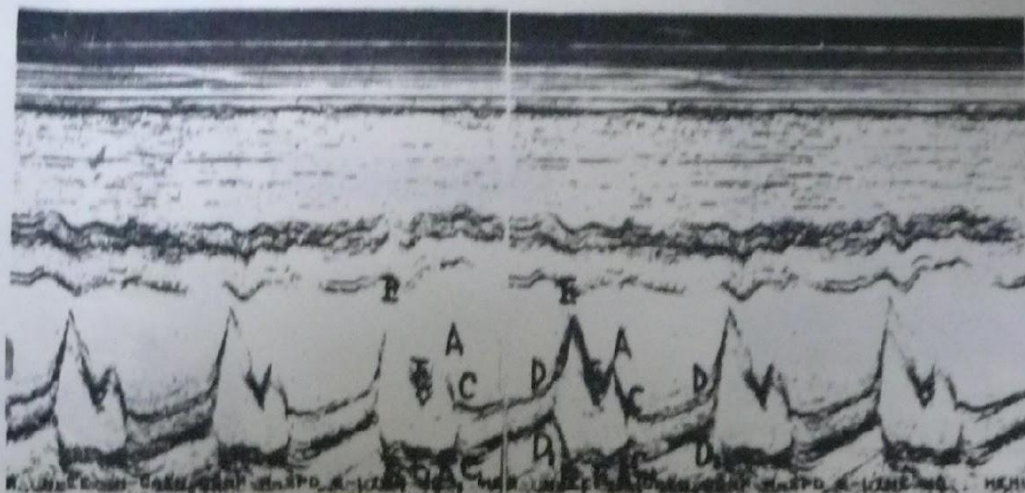
- Это графическое изображение движения стенок сердца и створок клапанов во времени.
- В М-режиме на экране эхокардиографа по вертикальной оси откладывается расстояние от структур сердца до датчика, а по горизонтальной оси – время.
- Недостатки – одномерность; необходимость соблюдения угла в 90 между курсором М-режима и оцениваемой стенкой.



Форма движения створок митрального клапана и стенок левого и правого желудочков в М-режиме. Схема (а) (Otto С., Pearlman А., 1995) и эхограмма (б).

1 – ЭКГ, 2 – передняя стенка правого желудочка, 3 – межжелудочковая перегородка, 4 – расстояние от пика Е открытия митрального клапана до межжелудочковой перегородки, 5 – передняя стенка митрального клапана, 6 – задняя стенка митрального клапана, 7 – задняя стенка левого желудочка, 8 – перикард.

# ЭХО-КТ митрального клапана (норма)



**CD**-клапан

закр<sup>ы</sup>т

(систола ЛЖ)

**DEFAC**-

клапан

откр<sup>ы</sup>т

(диастола ЛЖ)

**DE**-начало

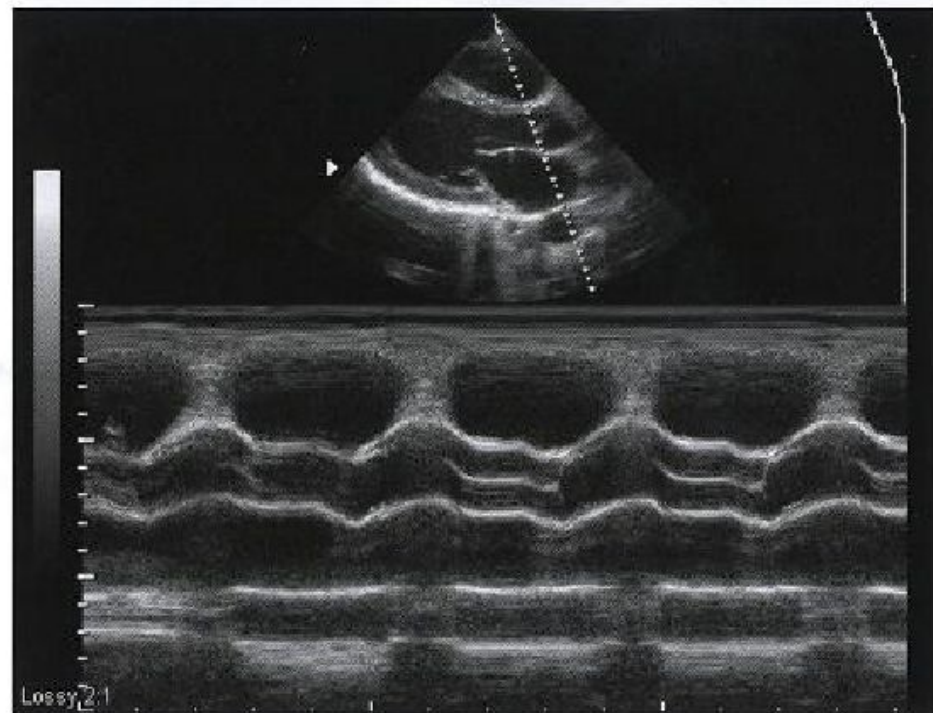
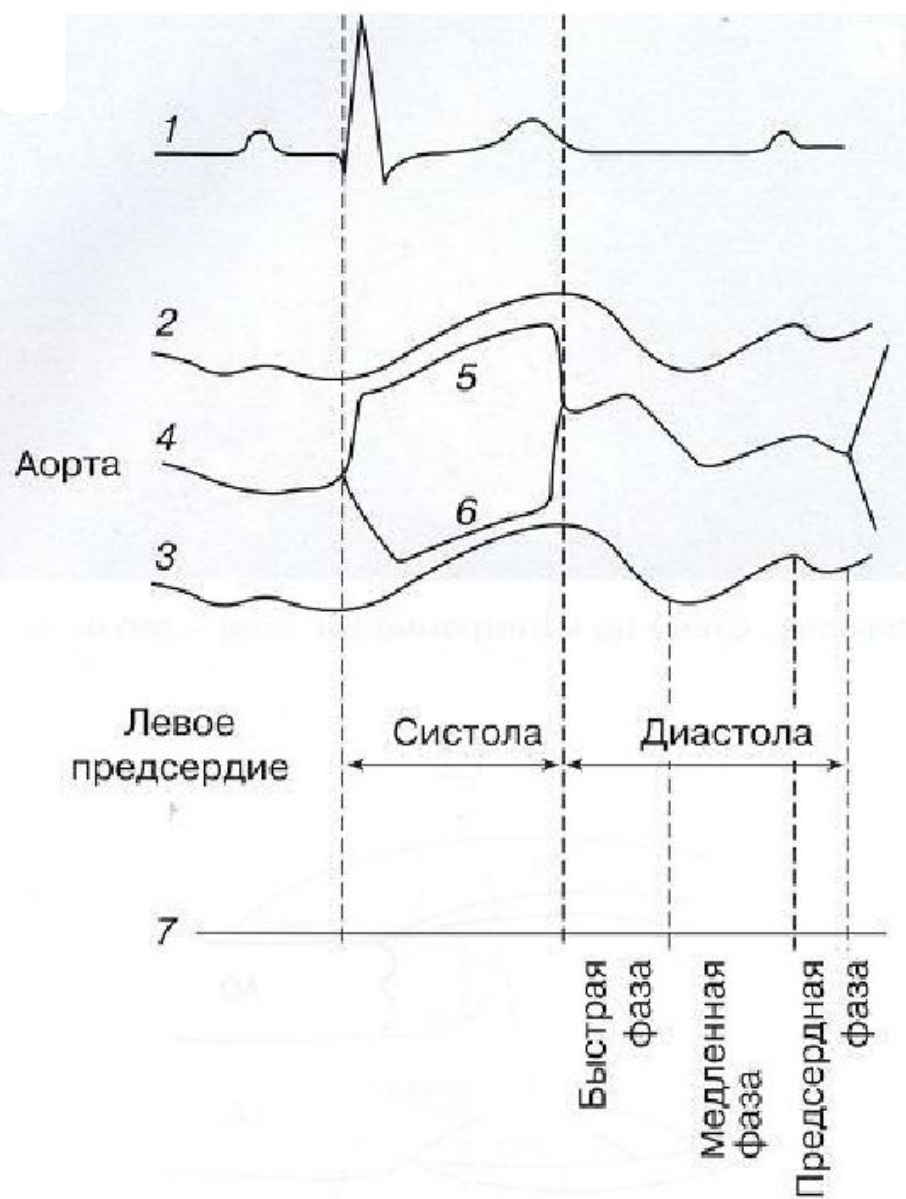
диастолы

**EF**-середина

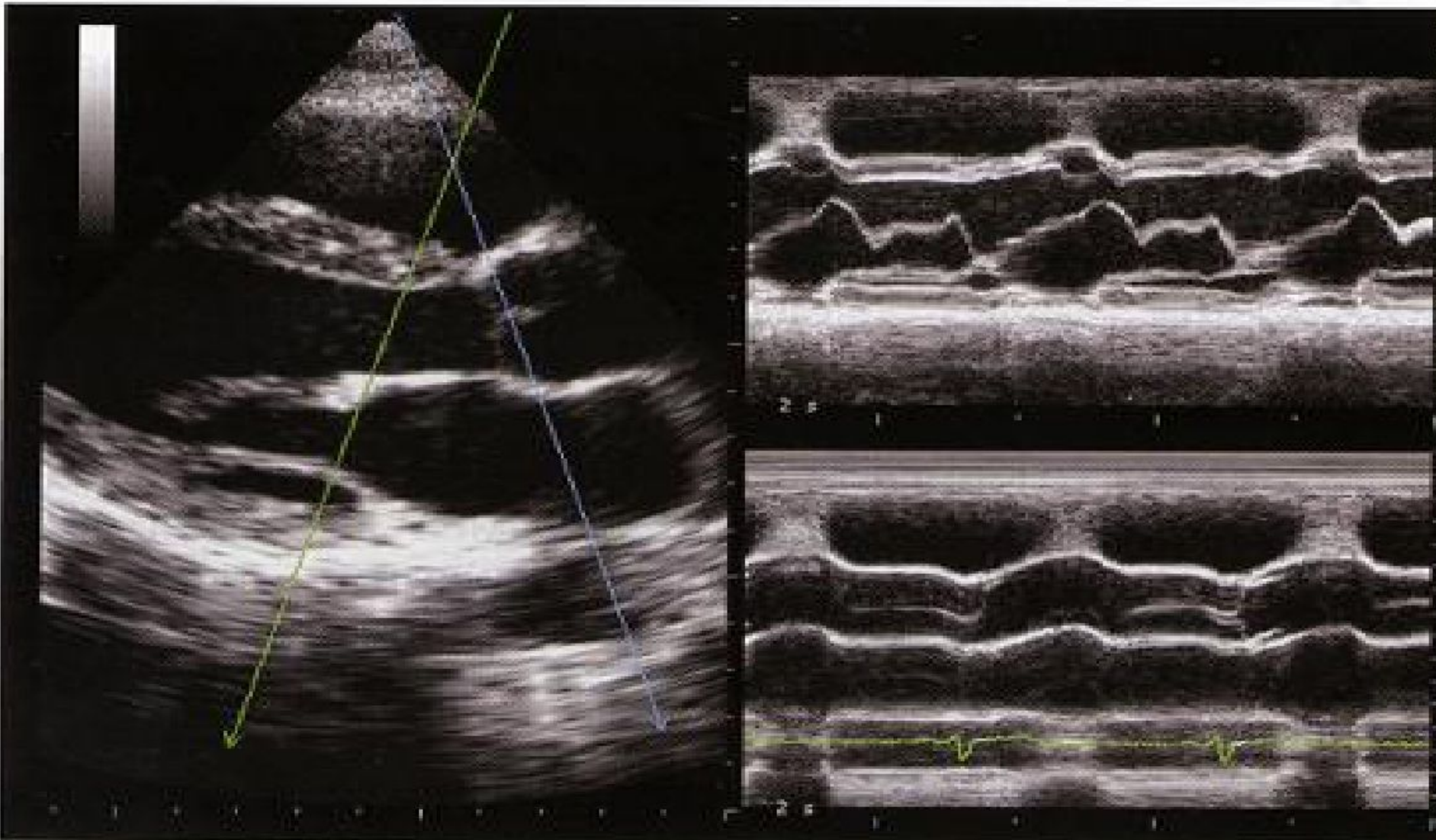
диастолы

**FAC**-конец

диастолы



..... Форма движения корня аорты, створок аортального клапана и стенок левого предсердия в М-режиме .  
 Схема (а) (Otto С., Pearlman А., 1995) и эхограмма (б).  
 1 – ЭКГ, 2 – передняя стенка аорты, 3 – задняя стенка аорты, 4 – диастола (аортальный клапан закрыт), 5, 6 – открытие створок аортального клапан в систолу, 7 – задняя стенка левого предсердия.



Анатомический М-режим. Два курсора М-режима установлены одновременно перпендикулярно стенкам аорты и левого желудочка. Графики движения створок митрального клапана и корня аорты справа на экране.

# Доплер ЭХО-КТ – метод, позволяющий оценить параметры центральной гемодинамики

Варианты режимов Доплер ЭХО-КТ:

1. Импульсноволновой
2. Режим высокой частоты повторения импульсов.
3. Непрерывноволновой
4. Цветовой
5. Цветовой М-режим
6. Энергетический
7. Тканевой.

# 1. Импульсное доплеровское исследование

## Pulsed Wave Dopler

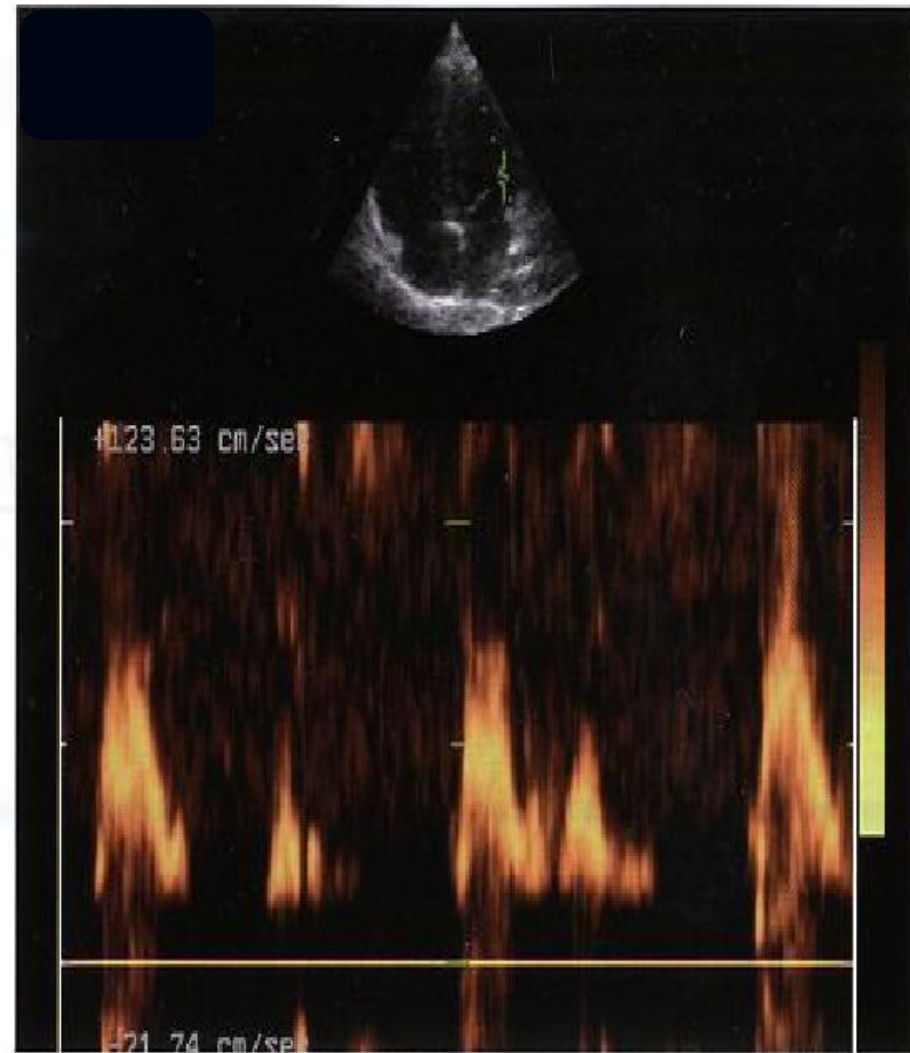
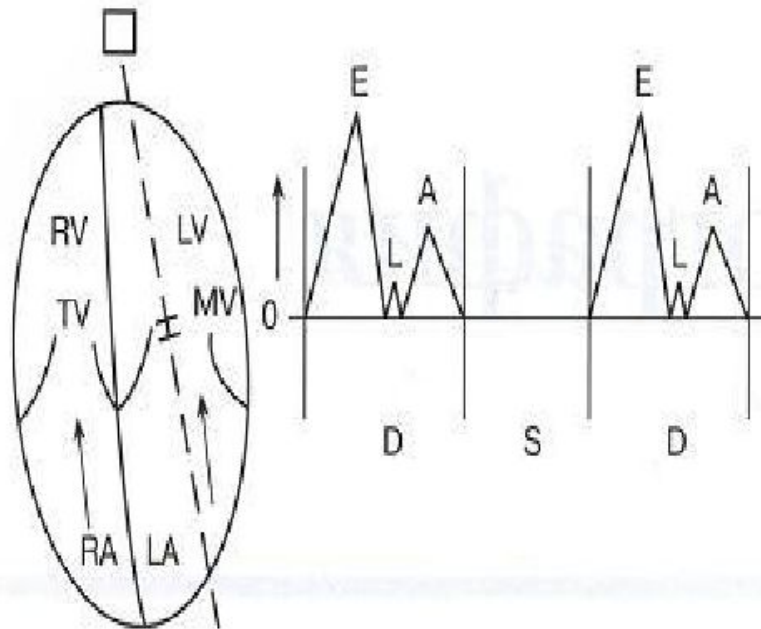
- Основано на использовании ультразвукового сигнала в виде отдельных серий импульсов.
- Датчик посылает серию ультразвуковых сигналов и «ждет» их возвращения от эритроцитов в виде отраженных сигналов.
- Место исследования кровотока принято называть **контрольным**, или **пробным**, **объемом**.
- Точка установки контрольного объема называется нулевой или базовой, линией.
- По вертикали на графике откладывается скорость потока, по горизонтали-время; все потоки, которые в конкретной данной точке движутся в направлении к датчику, располагаются на графике выше базовой линии, все потоки, которые двигаются в направлении от датчика, - ниже базовой линии



В импульсном режиме доплеровского исследования  
интервал

времени от посылки сигнала до начала приема  
отраженного  
сигнала и продолжительность приема преобразуется в  
глубину помещения контрольного объема и размеры  
контрольного объема






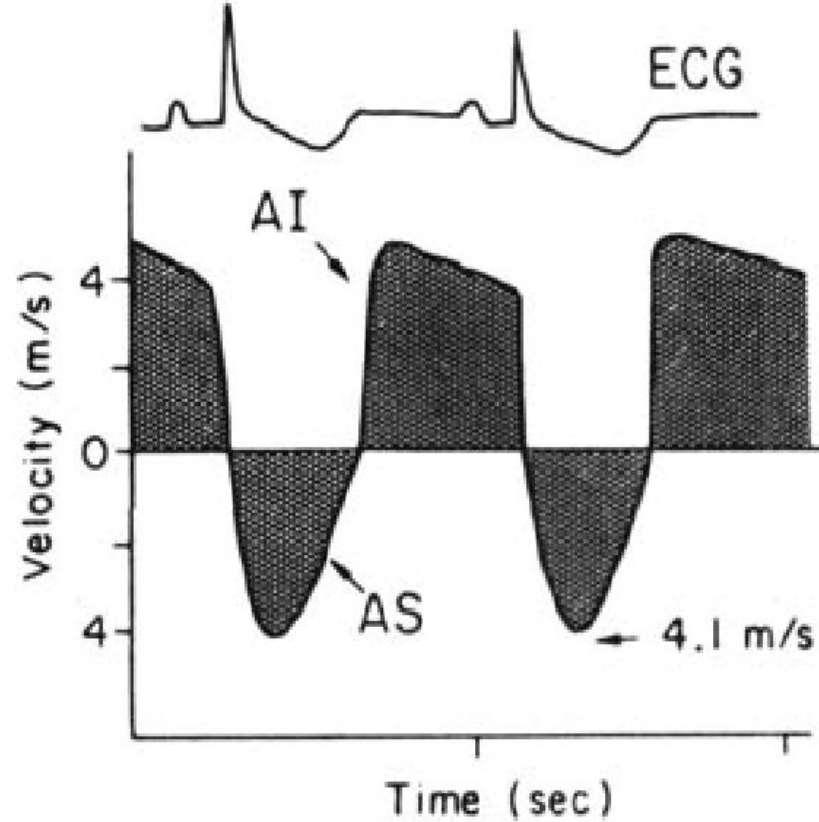
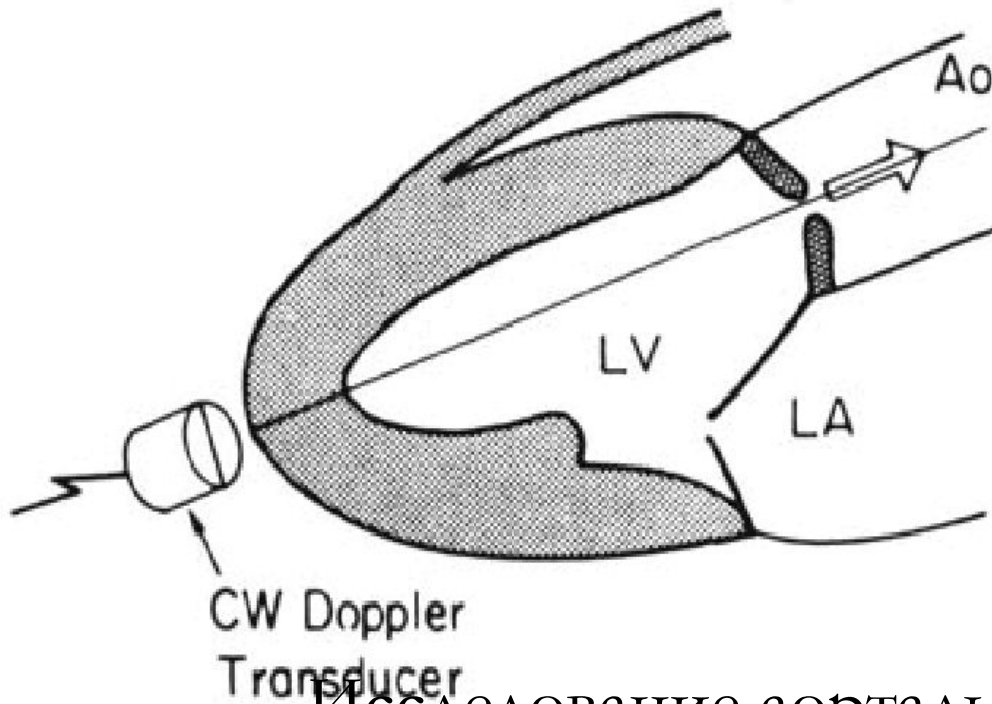
. Исследование трансмитрального диастолического потока. а – схемы установки контрольного объема при регистрации трансмитрального диастолического потока в апикальной четырехкамерной позиции и формы потока, б – нормальный трансмитральный диастолический поток, зарегистрированный в режиме импульсного доплера. На спектре четко видны пики Е, А и L, щелчок – открытие митрального клапана. Ниже изолинии видны помехи, возникающие от движения створок и хорд.

## 2. Непрерывное доплеровское исследование (CW)

- Используется для регистрации высокоскоростного кровотока.
- В отличие от импульсного исследования, где один и тот же кристаллический элемент посылает, и принимает сигналы, при непрерывноволновом эти процессы разобщены: один кристаллический элемент посылает сигналы, другой принимает их, причем отраженный ультразвуковой сигнал принимается независимо от того, когда он был послан; таким образом, исследуется кровоток вдоль всего ультразвукового луча

- 
- Главный недостаток непрерывноволнового режима – невозможность точной локализации исследуемого кровотока.
  - Следовательно, импульсное и непрерывноволновое исследования дополняют друг друга: при импульсном исследовании выявляют область патологического, ускоренного кровотока, при непрерывноволновом – измеряют его скорость.

## Aortic Valve Stenosis



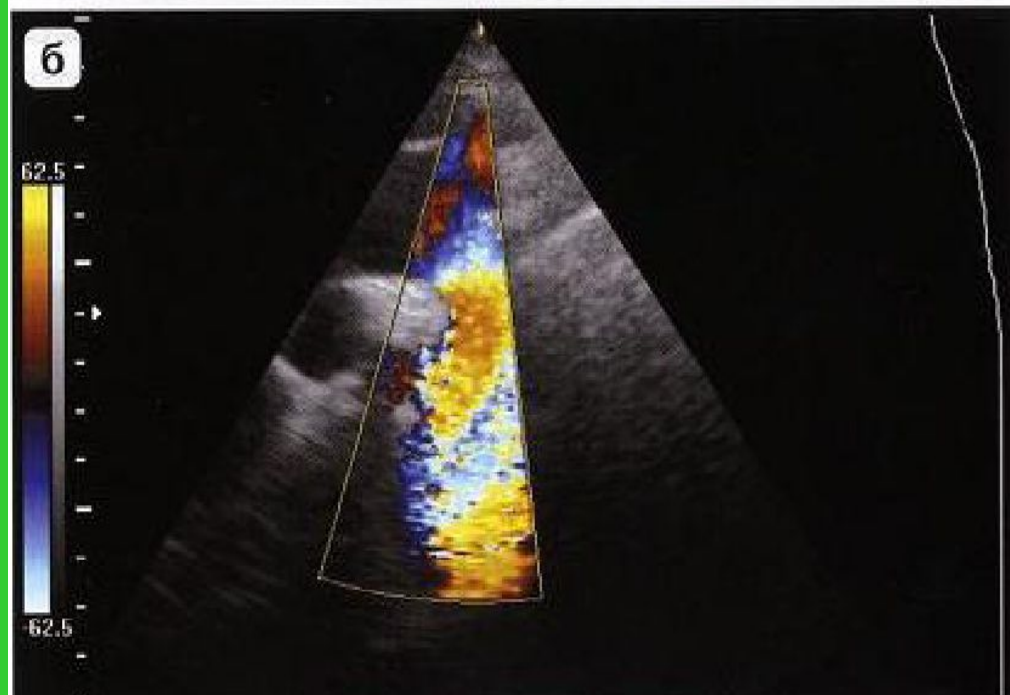
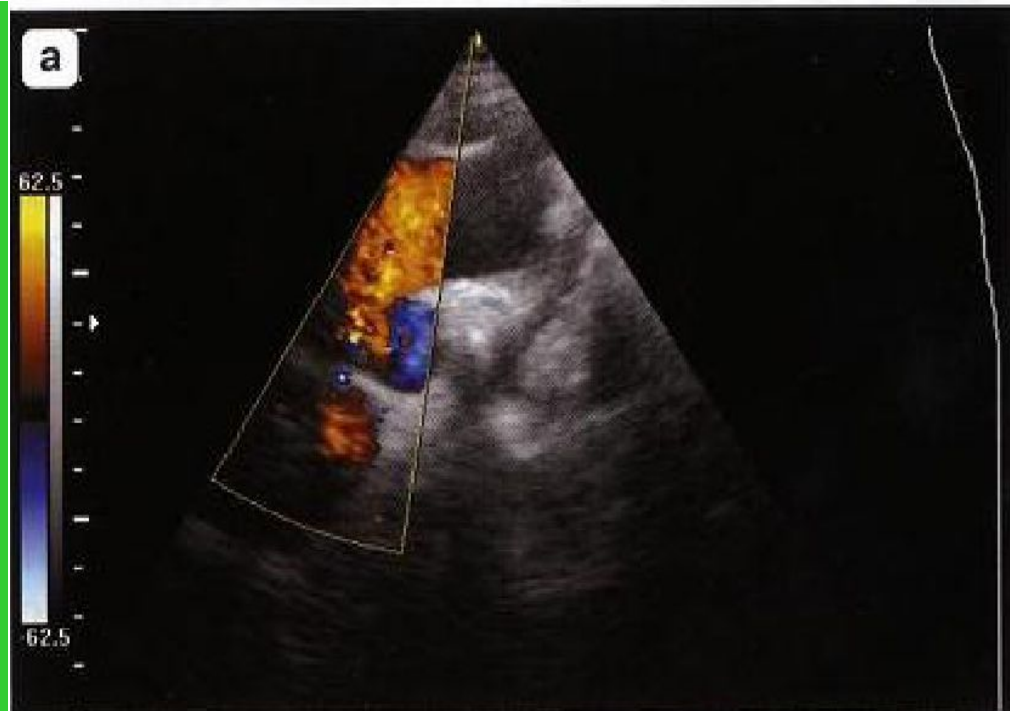
Исследование аортального кровотока в непрерывноволновом режиме при аортальном пороке сердца.

На доплеровском спектре регистрируется систолический поток через стенозированный аортальный клапан (AS) и диастолический поток аортальной регургитации (AI)

# Цветовой доплер

- Аналог импульсного доплера, где направление и скорость кровотока картируются различным цветом.
- Так, кровоток к датчику принято картировать красным цветом, от датчика – синим цветом.
- Позволяет быстро определить пространственную ориентацию потоков
- Недостатки- невозможность определения высоких скоростей

Поток в восходящем(а)  
и нисходящем(б)  
отделах аорты в режиме  
цветного доплера;  
поток в восходящем  
отделе аорты направлен  
к датчику, картируется  
красным цветом, в  
нисходящем отделе аорты  
-от датчика, картируется  
-синим цветом;  
в области дуги аорты  
под местом установки  
датчика, регистрируется  
«мертвая» зона



# Чреспищеводная ЭХО-КГ

- ЭХО-КГ и доплер ЭХО-КГ сердца с помощью эндоскопического зонда со встроенным ультразвуковым датчиком.
- Отчетливое изображение структур сердца и сосудов, расположенных вблизи пищевода
- Лучшая разрешающая способность изображения мелких структур благодаря применению высокочастотного датчика

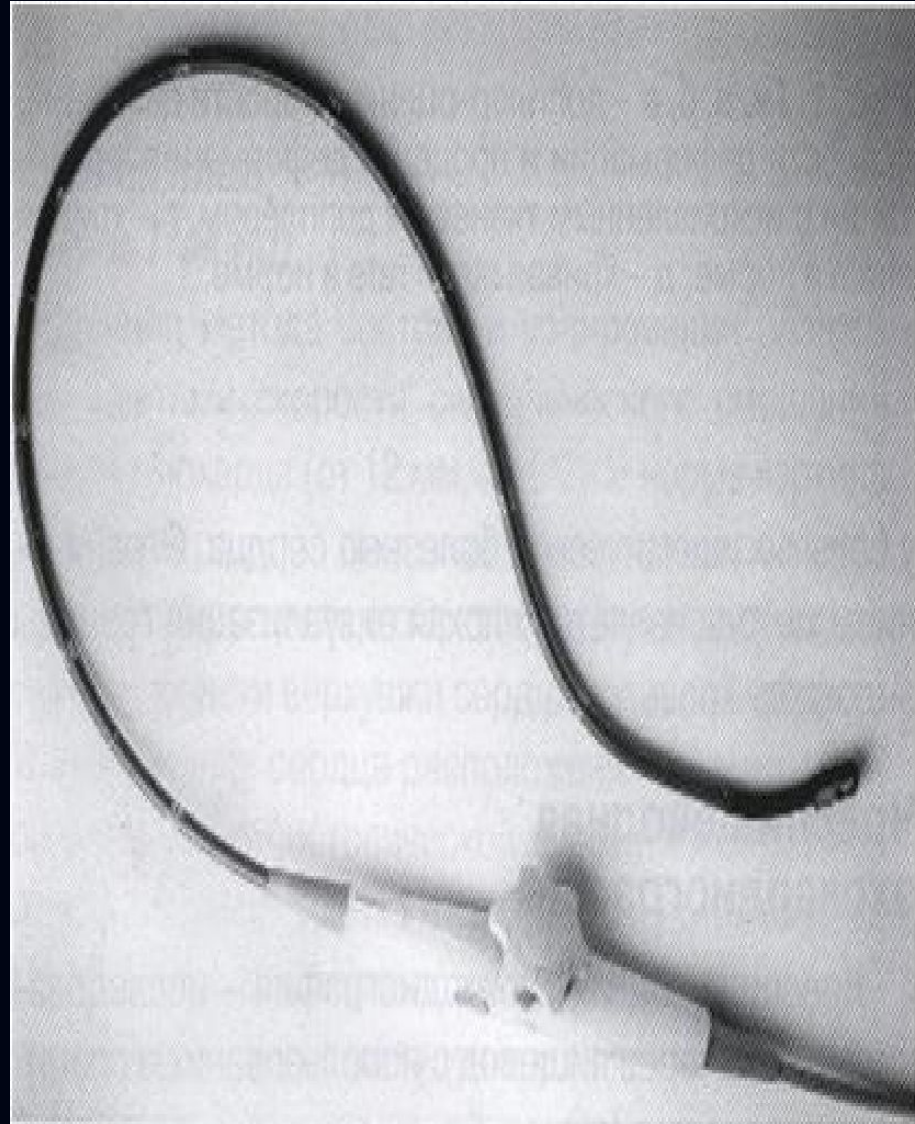


Рис. 1.16. Чреспищеводный датчик.

# Стресс ЭХО-КТ,

или

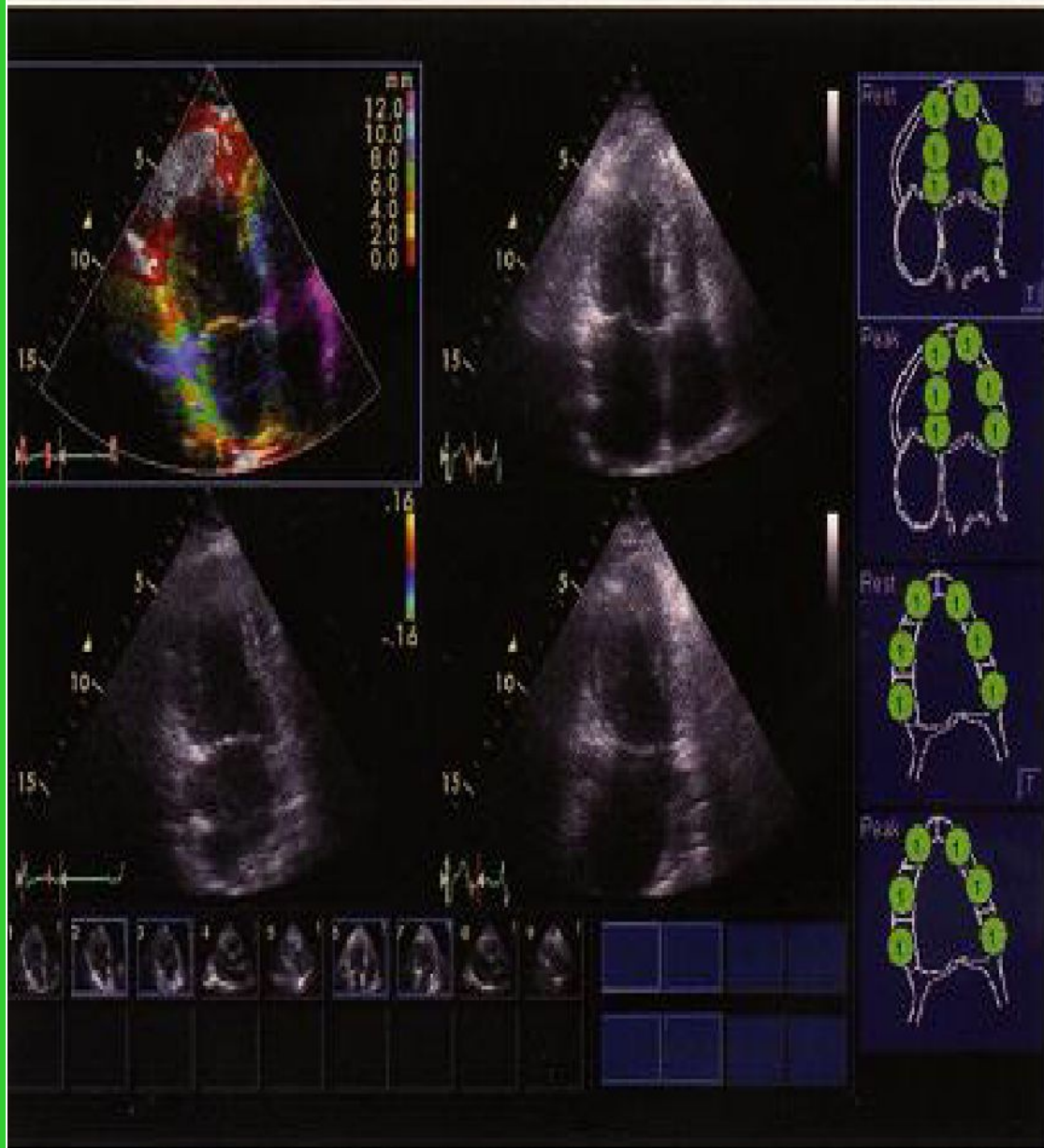
нагрузочная проба  
широко применяется  
у больных ИБС;

Возможность  
выявления скрытых  
зон нарушения

локальной  
сократимости и

оценка

жизнеспособности  
миокарда;



• Стресс-эхокардиография. Программа для обработки и оценки движения стенок сердца.



# Стресс ЭХО-КТ

## Виды нагрузочных проб в стресс ЭХО-КТ

Характер нагрузки	Вид пробы
Динамическая физическая нагрузка	Тредмил; Велоэргометрия в сидячем, лежащем положении;
Электростимуляция сердца	Чреспищеводная предсердная электростимуляция;
Фармакологические пробы	Проба с добутамином; Проба с дипиридамолом; Проба с аденозином

**Стенокардия напряжения 1-3 функционального класса  
Боли в грудной клетке невыясненного генеза**

Нормальная  
электрокардиограмма  
в покое

Измененная  
электрокардиограмма  
в покое

Электрокардиографическая  
проба  
с физической нагрузкой

Стресс-  
эхокардиография

отрицательная  
проба

- положительная проба
- сомнительная проба
- не доведена до диагностических критериев

отрицательная  
проба

положительная  
проба

Низкий риск  
инфаркта миокарда,  
сердечной недостаточности,  
внезапной смерти

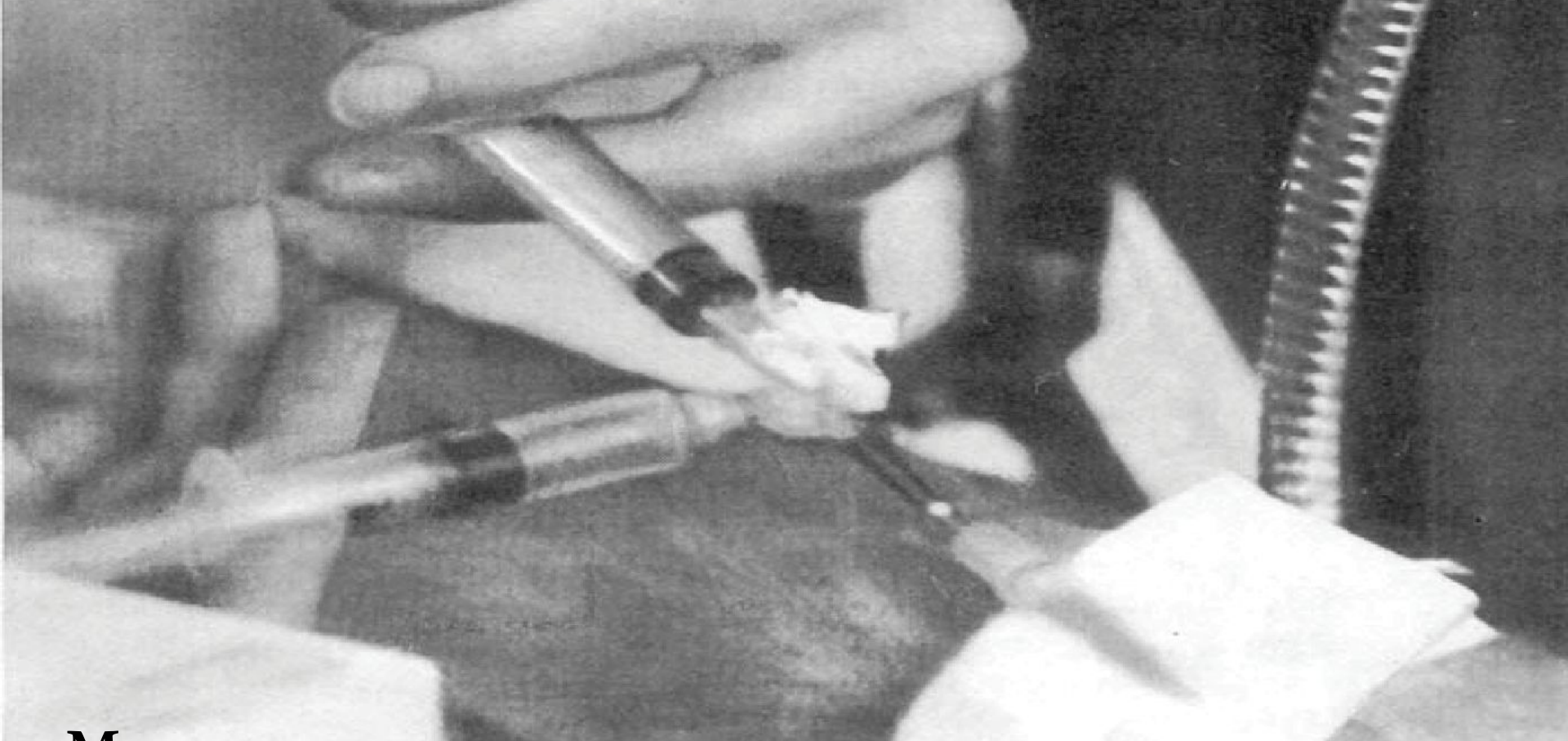
Повышенный риск  
инфаркта миокарда,  
сердечной недостаточности,  
внезапной смерти

**Медикаментозное лечение**

**Коронарная ангиография**

# Контрастная ЭХО-КГ

- Существует в двух вариантах - контрастирование правых отделов сердца и оценка перфузии миокарда.
- Контрастная ЭХО-КГ применяется для исследования состояния правых камер сердца при подозрении на дефект межпредсердной перегородки.
- Используются контрасты, не проходящие через легочно-капиллярный барьер (физ.р-р, урографин ит.д.)
- Недостатки - инвазивный характер и возможность аллергических реакций.



## **Методика внутривенного контрастирования правых**

**отделов сердца:** около 5 мл физ.р-ра перекачивают из

шприца в шприц до появления большого кол-ва пузырьков

воздуха; после этого «активированный» физ.р-р быстро

**ВВОДЯТ**

в вену; через несколько сек на экране эхокардиографа



**Рис. 1.21.** Контрастная эхокардиография. Апикальная четырехкамерная позиция. Тугое контрастирование правых камер сердца. Проникновение единичных пузырьков контрастного препарата в левые камеры свидетельствует о наличии дефекта межпредсердной перегородки.