

# Лекция № 11.2

Тема:



## Эхокардиография (ЭхоКГ)

Медицинский факультет  
Специальности: лечебное дело,  
педиатрия  
2010 / 2011 учебный год

8 ноября 2010 г.

# Вопрос 9.1

**Ультразвуковое  
исследование  
сердца  
(эхокардиогра  
фия)**





**Ультразвуковое  
исследование  
сердца в ОКБ  
проводится на  
одной из лучших  
эхокардио-  
графических  
систем  
«VIVID-7»**

# *Преимущества УЗИ :*

- возможность визуализации мягких рентгенонегативных тканей при исследовании сердца;
- отсутствие ионизирующего облучения, оказывающего биологическое воздействие на организм;
- неинвазивность, безболезненность и, в связи с этим, возможность проведения многократных повторных исследований;
- возможность наблюдать движение внутренних органов в реальном масштабе времени;
- сравнительно невысокая стоимость исследования.

# Ограничения УЗИ :

- ограниченная разрешающая способность метода, обусловленная большей, чем при рентгеновском облучении, длиной ультразвуковой волны;
- ультразвуковые приборы калибруются по среднему значению скорости распространения в тканях ( $1540 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ ), хотя в реальной среде эта скорость варьирует, что вносит определенные искажения в изображение;
- наличие обратной зависимости между глубиной зондирования и разрешающей способностью;
- ограниченные возможности исследования газосодержащих органов и полостей (легких, кишечника) в связи с тем, что они практически не проводят ультразвуковые волны.

# Подбор частоты при УЗИ

Например:

для сердца

—

2,2—5,0 МГц

для глаза

—

10—15 МГц

**При исследовании сердца и сосудов используются  
обычно три режима работы прибора:**

- **M-режим** (одномерная эхокардиография)
- **B-режим** (двухмерная эхокардиография),
- **Допплеровский режим** (доплер-эхокардиография)

**A - метод**

от английского  
amplitude —  
амплитуда

***M-метод***

от английского motion  
— движение

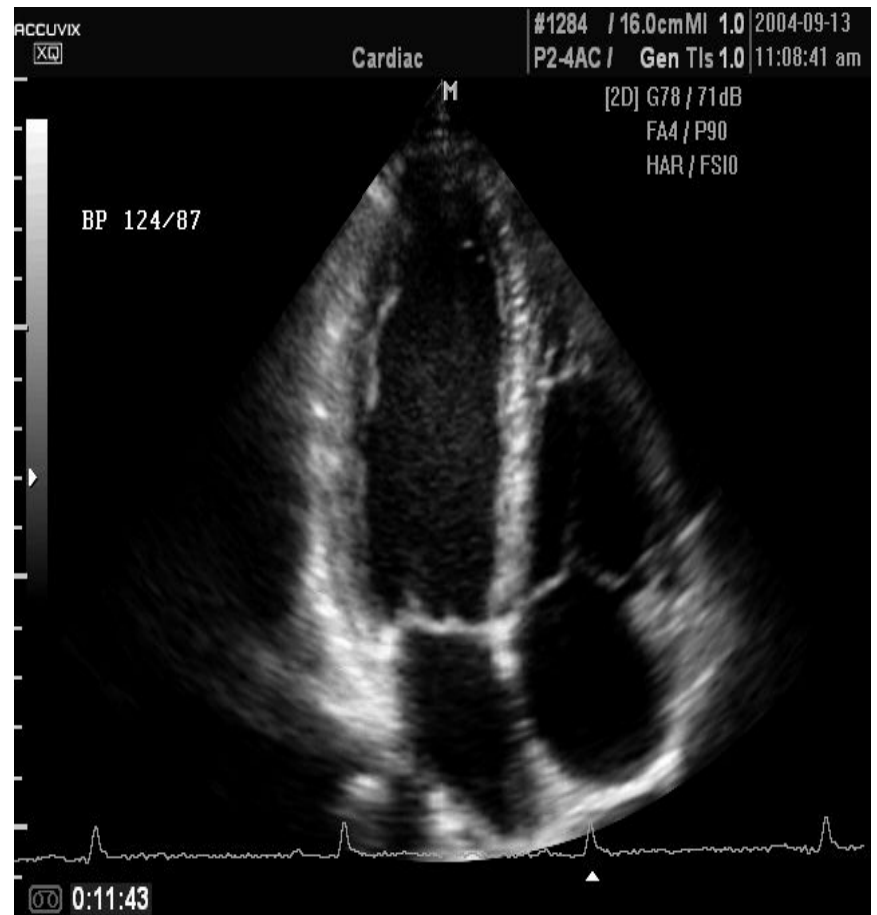
***B-метод***

от английского bright  
— яркость

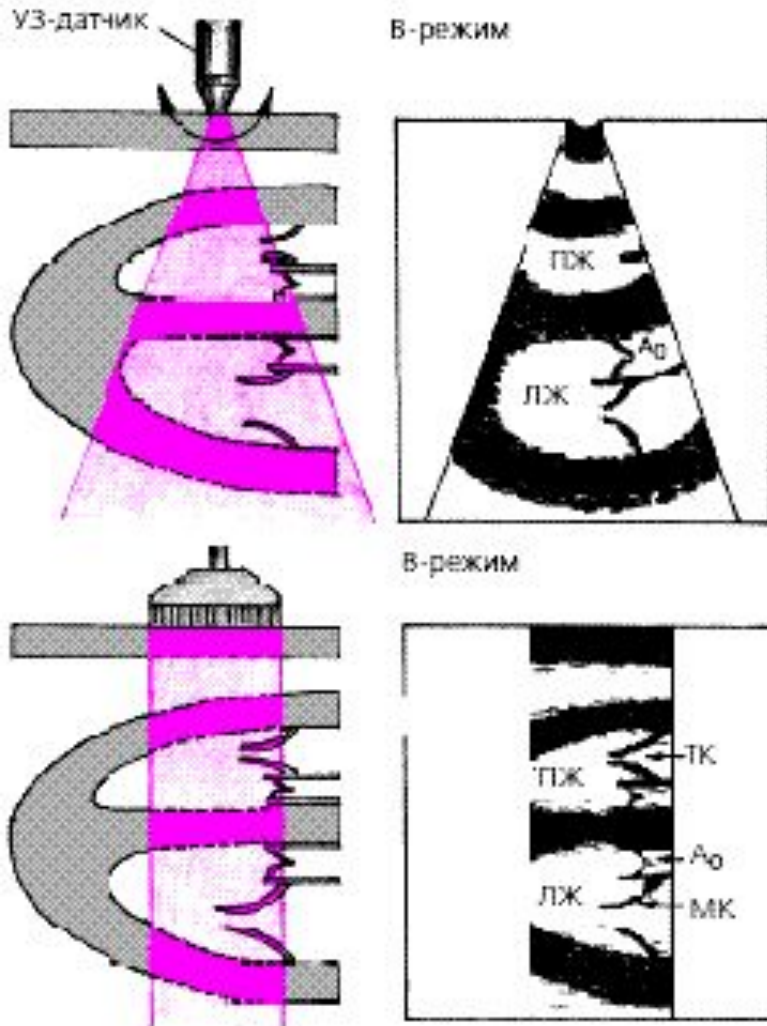


# Вопрос 9.2

## *В-режим ЭхоКГ*

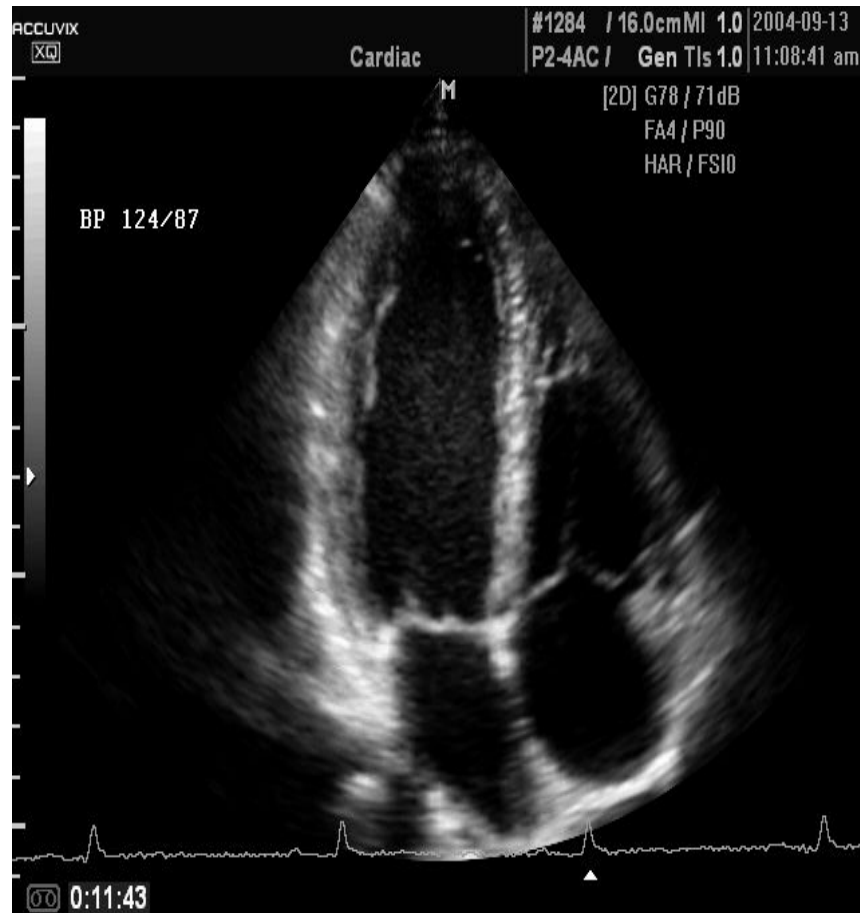
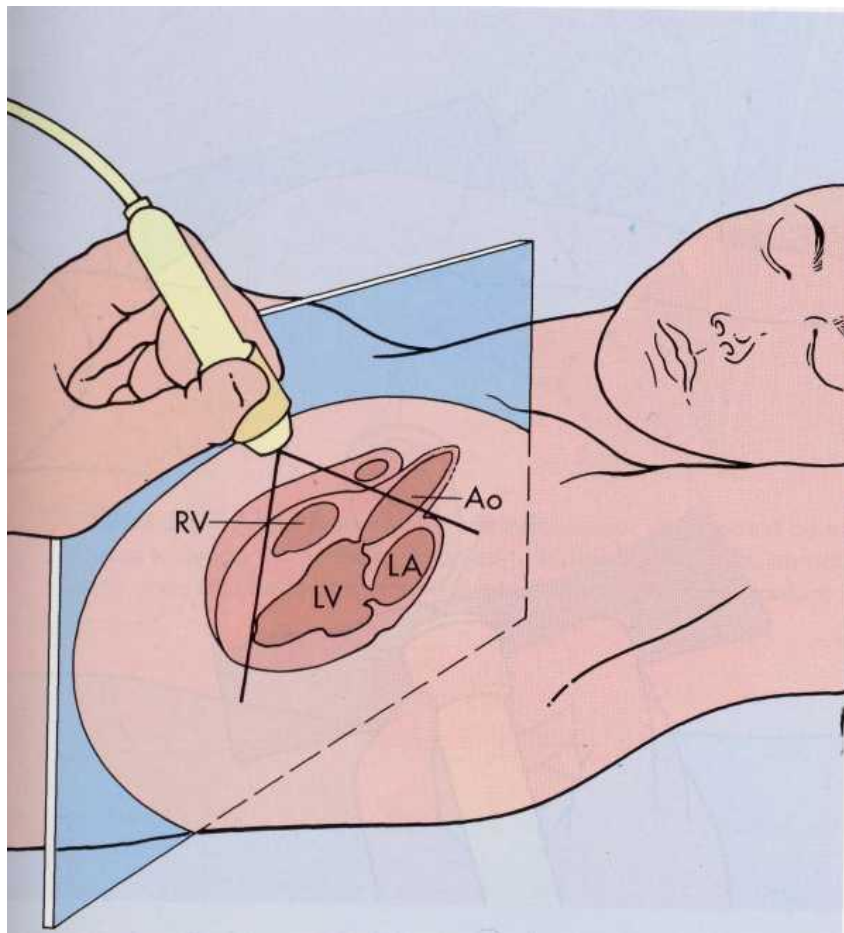


# В-режим

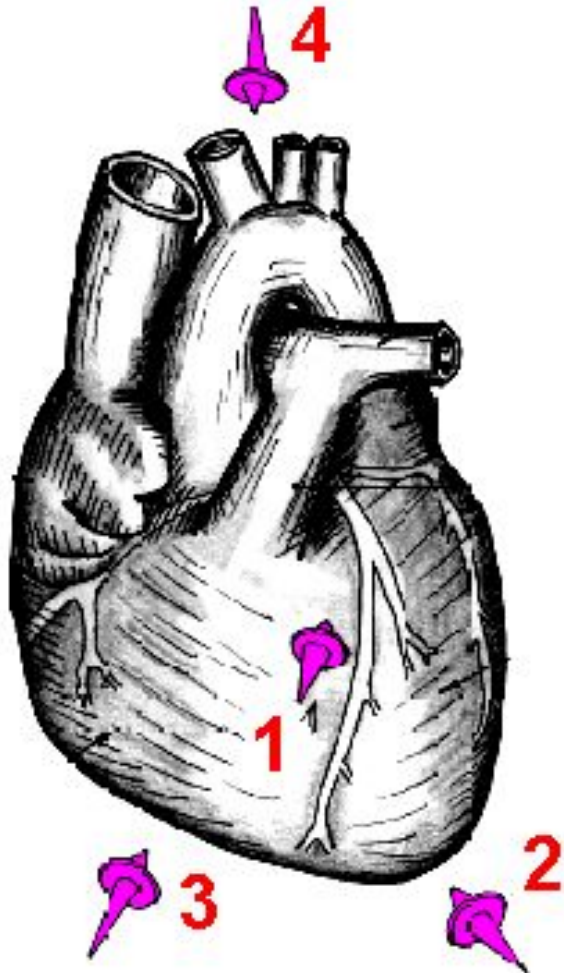


- на экране получают плоскостное двухмерное изображение сердца или сосудов, что чаще достигается путем быстрого изменения направления ультразвукового луча в пределах определенного сектора (от  $60^\circ$  до  $90^\circ$ ).
- При использовании линейных датчиков пьезоэлектрические элементы, выстроенные в один ряд, посылают параллельно направленные ультразвуковые лучи, что также позволяет получить двухмерное изображение объекта.

# Двухмерная эхокардиография (В-режим)



УЗИ в В-режиме с поверхности тела осуществляются из следующих *стандартных позиций* (доступов) датчика :



1. парастернальный доступ — область III–V межреберья;
2. верхушечный (апикальный) доступ — зона верхушечного толчка;
3. субкостальный доступ — область под мечевидным отростком;
4. супрастернальный доступ — югулярная ямка.

ACCUVIX



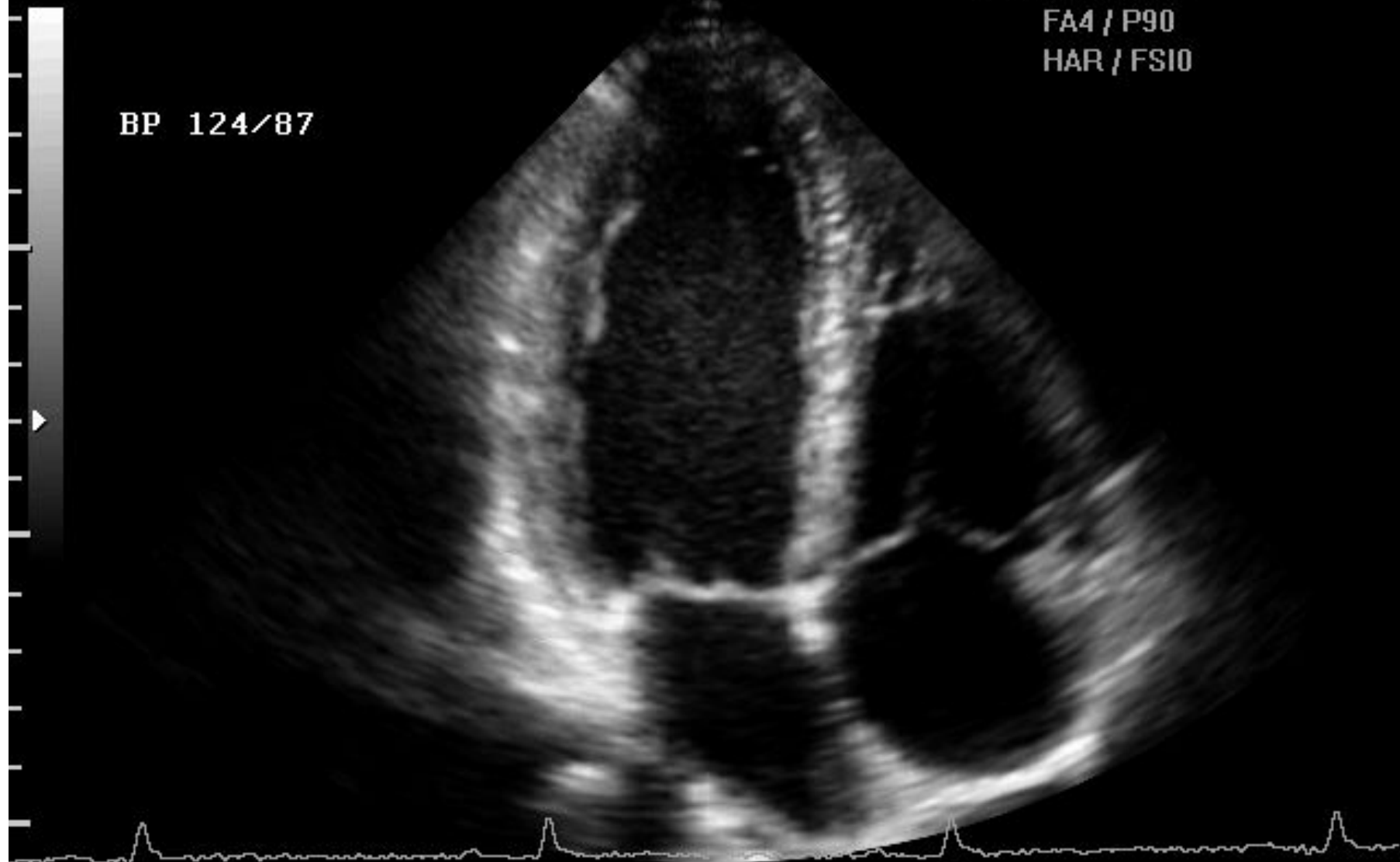
Cardiac

#1284 / 16.0cm MI 1.0 | 2004-09-13  
P2-4AC / Gen TIs 1.0 | 11:08:41 am

[2D] G78 / 71dB  
FA4 / P90  
HAR / FSIO

BP 124/87

M



0:11:43

ACCLUVIX



Cardiac

#203 / 13.0cm MI 1.2 | 2005-01-28

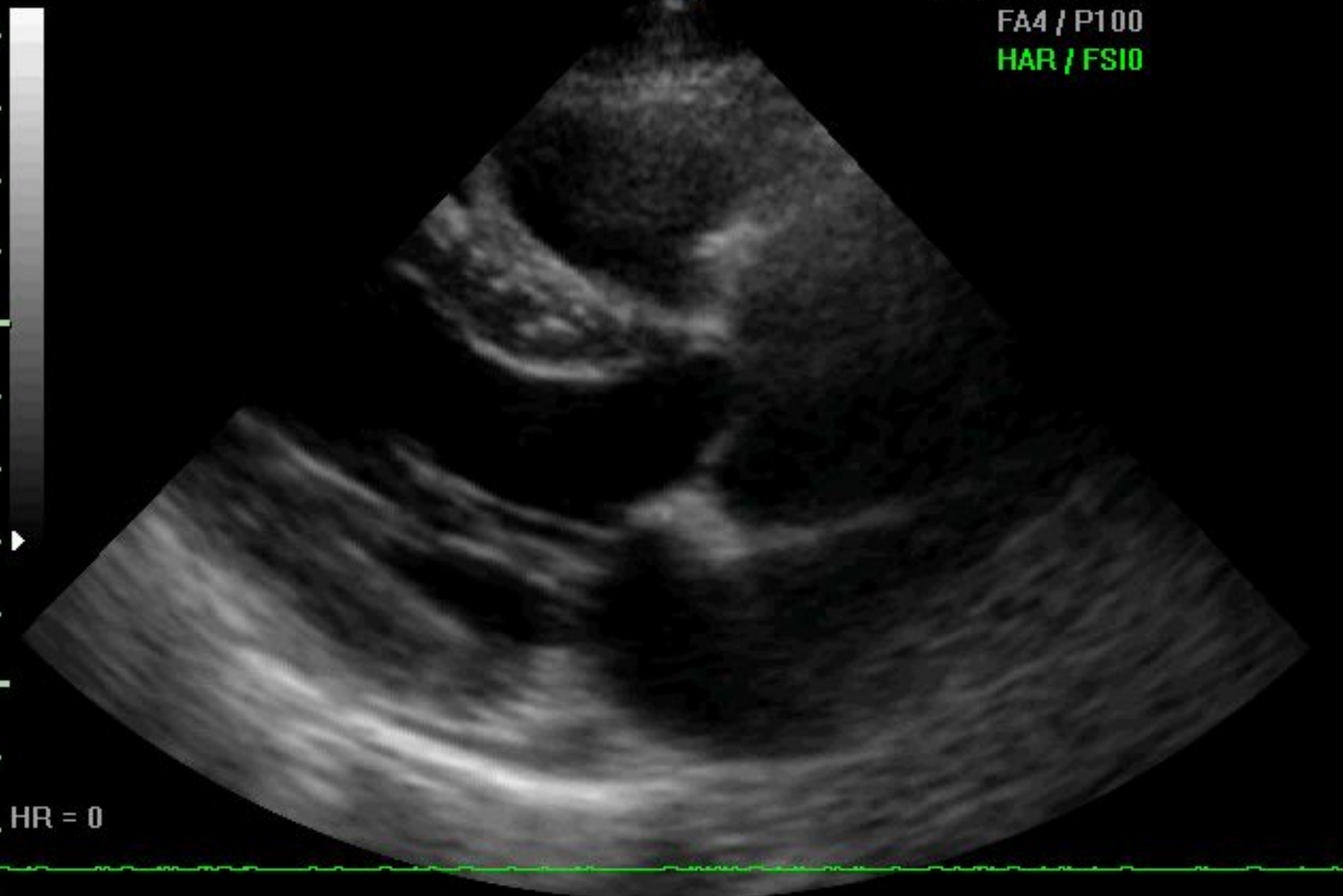
P3-5AC / Gen TIs 0.8 | 11:25:43 am

M

[2D] G42 / 90dB

FA4 / P100

HAR / FSIO



HR = 0





- **SA-8000.** Сердце, аневризма восходящего отдела аорты.

SAB000

Центр иммун. и репрод.  
ОВ

#245  
C3-7ED /

/ 13.0cmMI 1.0  
Gen Tlb0.1

06-11-2003  
22:02:27

[2D] G79 / 97dB  
FA2 / P100  
HAR

1

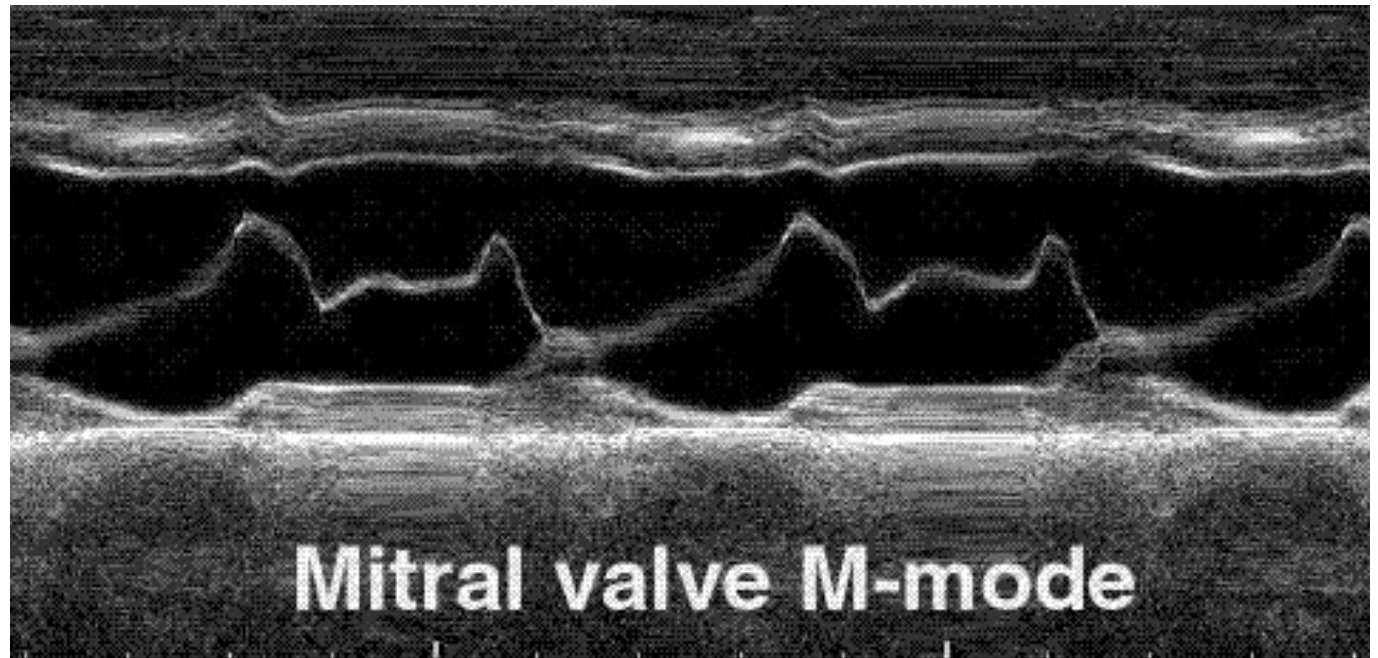
Беременность 20 - 21 неделя.  
1 - сердце плода.

Lossy 3:1

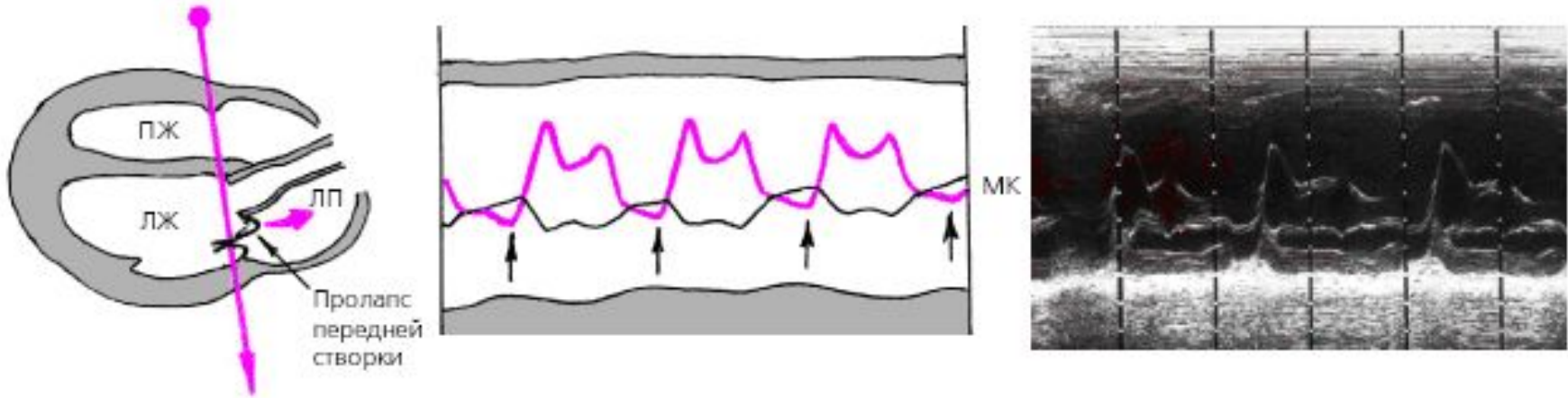


## Вопрос 9.3

### *М-режим ЭхоКГ*

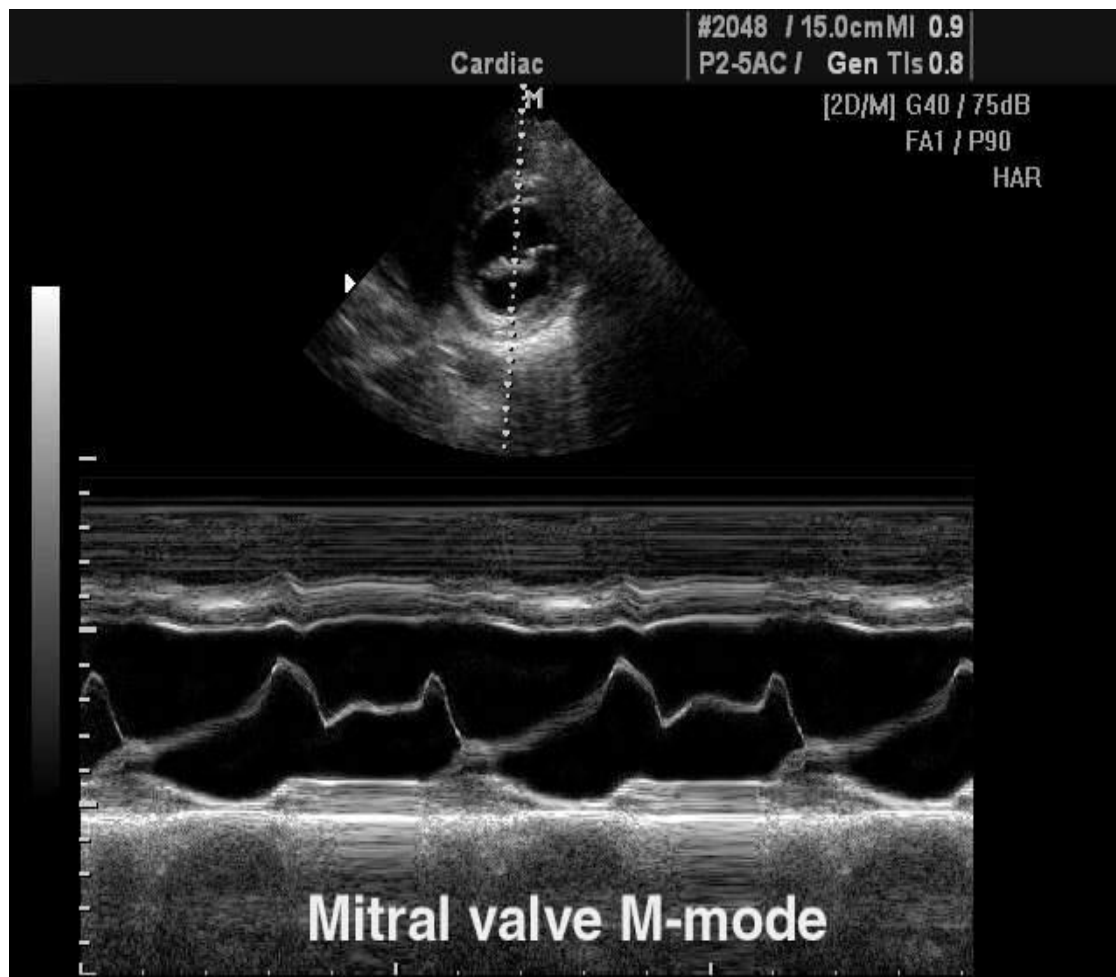


# M-режим

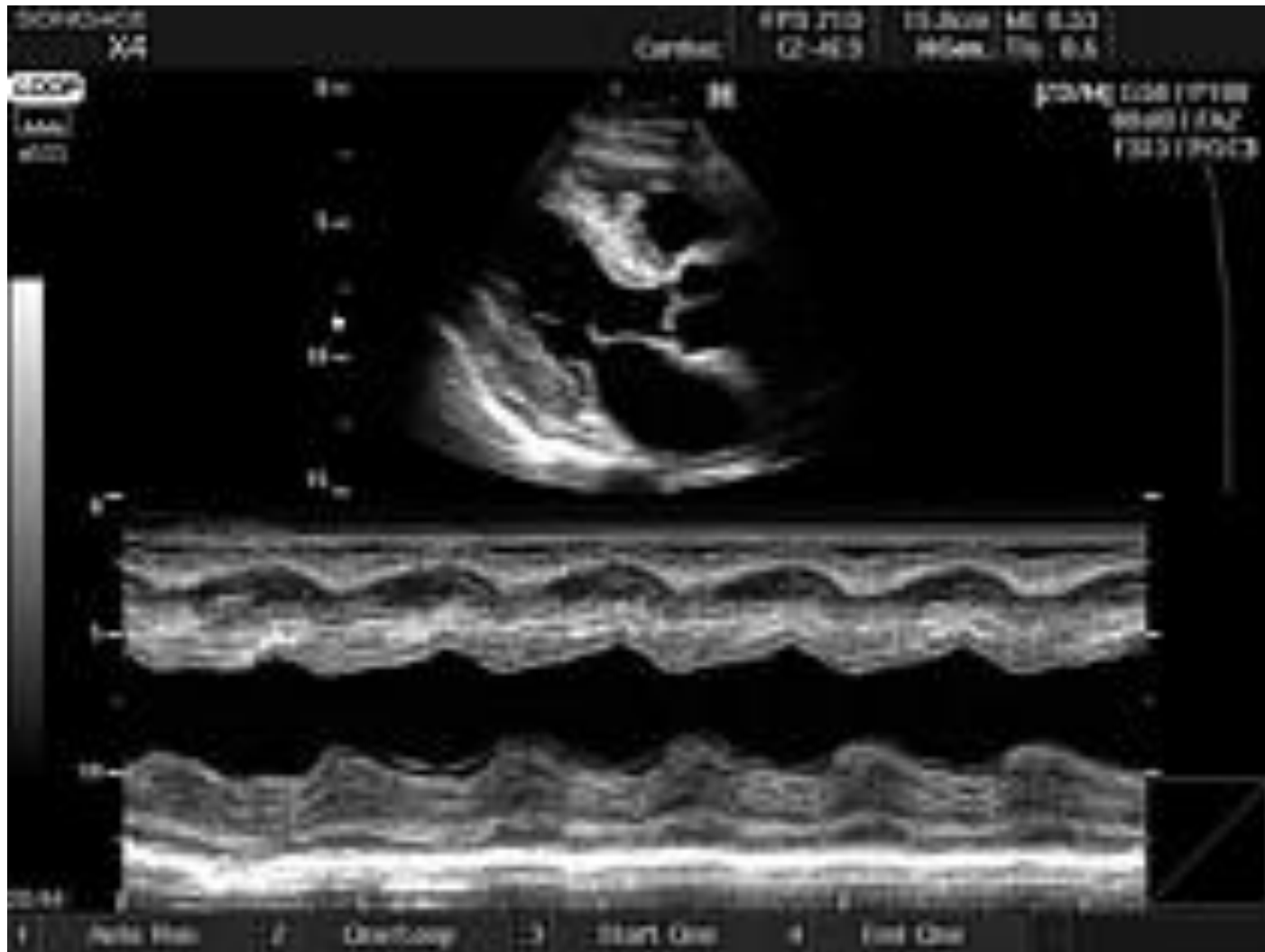


- на экране дисплея изображается временная развертка положения по отношению к датчику всех движущихся структур сердца и сосудов, которые пересекает ультразвуковой луч.
- по вертикальной оси откладывается расстояние от той или иной структуры сердца до датчика, а по горизонтальной оси — время

# M-mode (М-режим) - оценка сократительной функции желудочков



При исследовании в М-режиме принципиально важным является выбор правильной позиции сканирования, например, для исключения отображения движения папиллярных мышц М-курсор должен быть установлен в парастернальной позиции по короткой оси (right parasternal axis view).



- Сердце, амилоидоз, M-режим.

# **M-mode (M-режим) - оценка сократительной функции желудочков**

Исторически первый ультразвуковой режим.

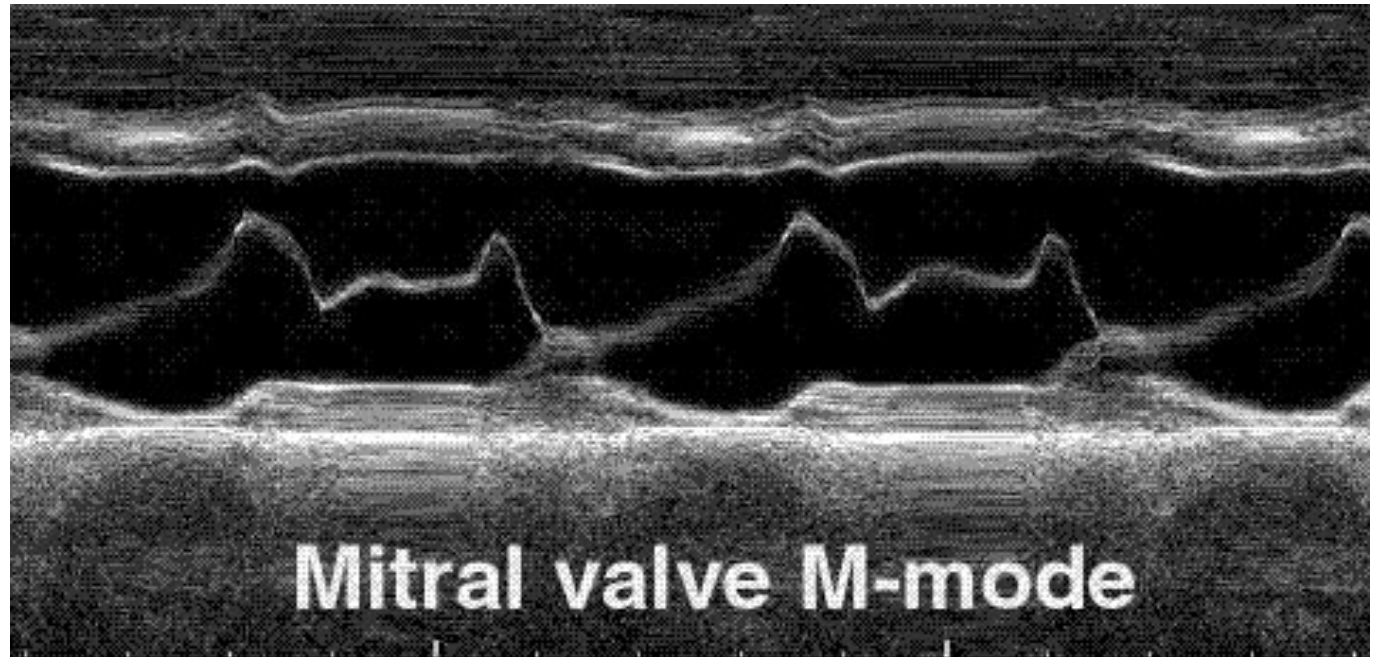
Применяется в эхокардиографии.

Используется для оценки размеров и сократительной функции сердца, работы клапанного аппарата.

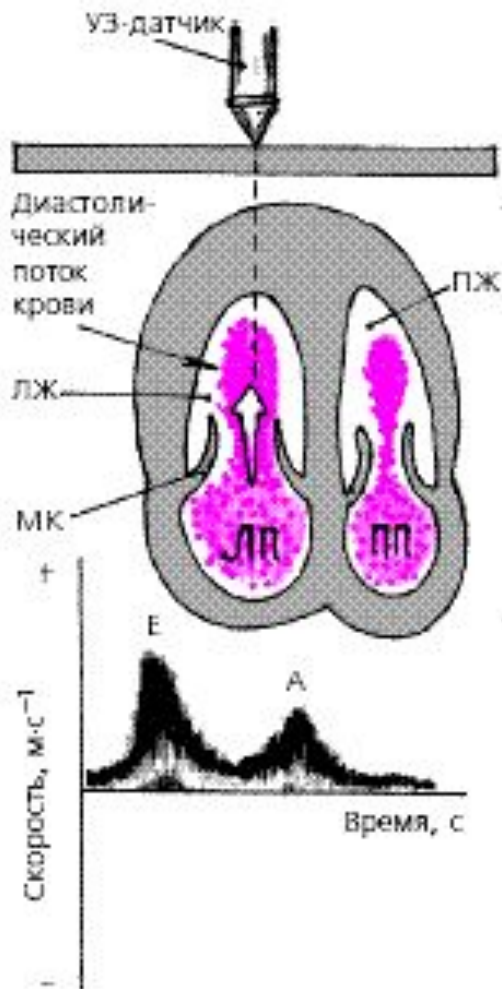
С помощью этого режима можно рассчитать сократительную способность левого и правого желудочков, оценить кинетику их стенок.

# Вопрос 9.4

## *Допплер-эхоКГ*



# Допплеровский режим



- позволяет по величине так называемого доплеровского сдвига частот зарегистрировать изменение во времени скорости движения исследуемого объекта.

## Варианты доплера:

- Импульсный доплер (PW - pulsed wave).
- Импульсный высокочастотный доплер (HFPW - high frequency pulsed wave).
- Постоянноволновой доплер (CW - continuouse wave).
- Цветовой доплер (Color Doppler).
- Цветовой М-модальный доплер (Color M-mode).
- Энергетический доплер (Power Doppler).
- Тканевый скоростной доплер (TissueVelocity Imaging).
- Тканевый импульсный доплер (Pulsed Wave TissueVelocity Imaging).



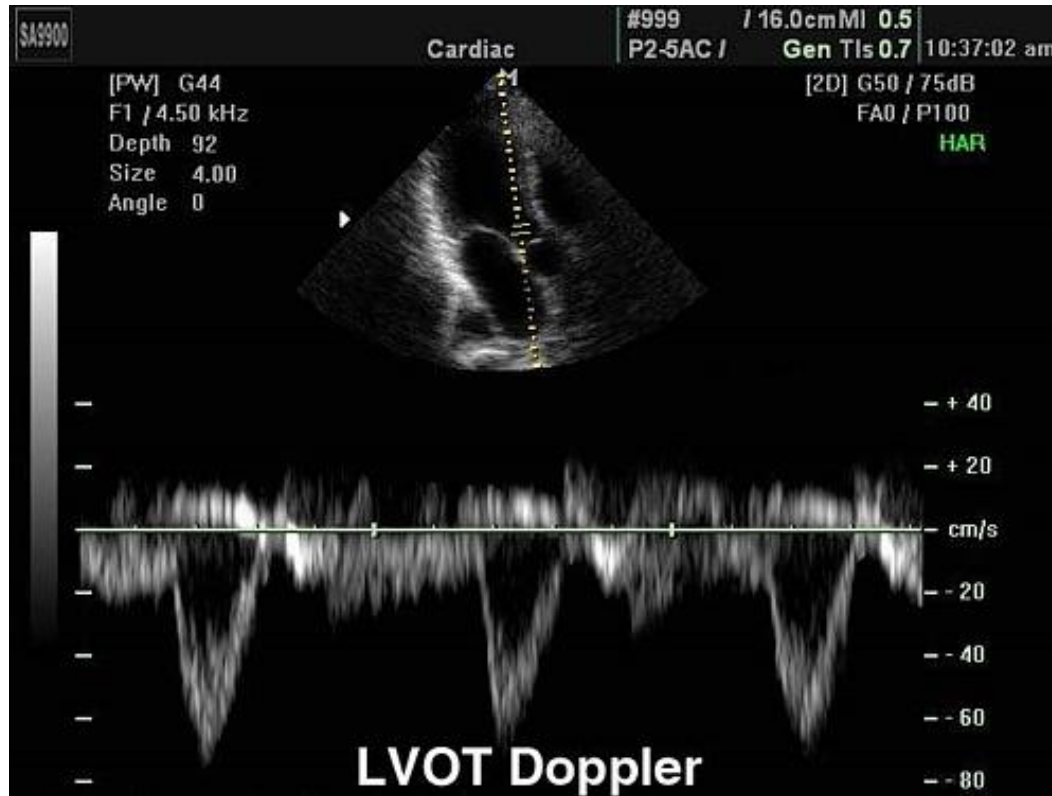
# Импульсный доплер

## Pulsed Wave, или PW

- Графическая разверстка импульсно-волнового доплера отражает характер кровотока в конкретной данной точке, в месте установки **контрольного объема**.
- Точка установки контрольного объема называется базовой линией.
- По вертикали на графике откладывается скорость потока, по горизонтали - время.
- Все потоки, которые в конкретной данной точке движутся к датчику располагаются на графике выше базовой линии; все потоки, которые движутся от датчика - ниже нулевой линии.
- Помимо формы и характера кровотока на графике можно зафиксировать щелчки открытия и закрытия створок клапанов, дополнительные сигналы от хорд створок и стенок сердца.
- Импульсный доплер имеет скоростной предел (не более 2,5 м/с ), поэтому с его помощью нельзя зарегистрировать потоки, имеющие высокую скорость.

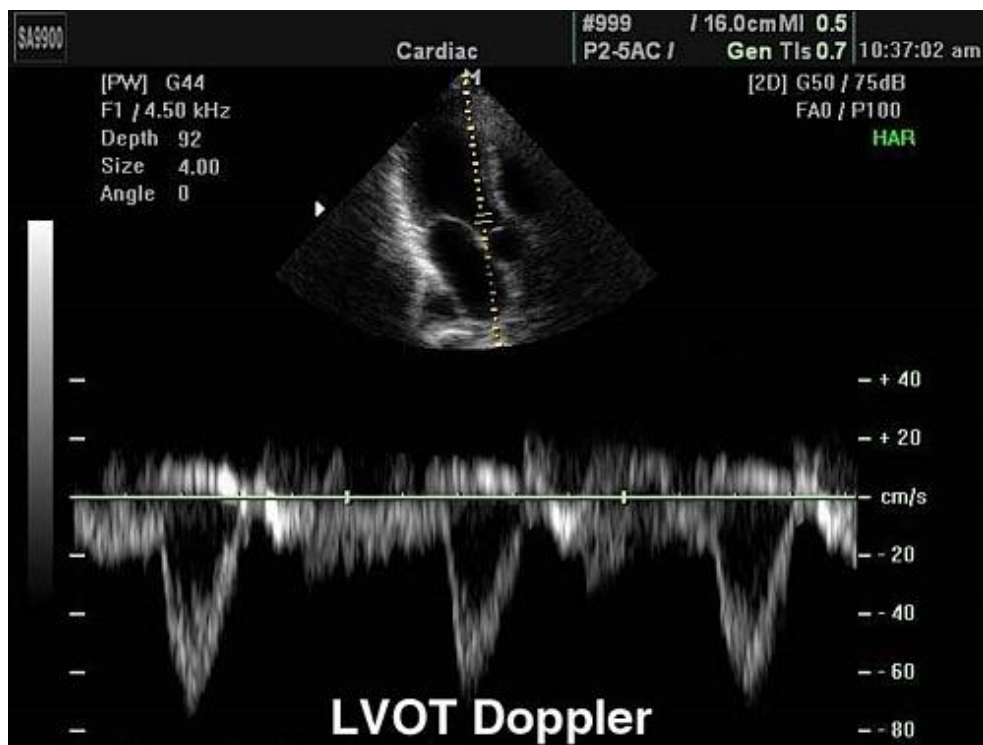
# Импульсный доплер

(PW- Pulsed Wave, HFPW - high frequency pulsed wave)



- применяется для количественной оценки кровотока в сосудах.
- На временной развертке по вертикали отображается скорость потока в исследуемой точке.
- Потoki, которые двигаются к датчику отображаются выше базовой линии, обратный кровоток (от датчика) - ниже.

# Импульсный доплер (PW, HF PW)



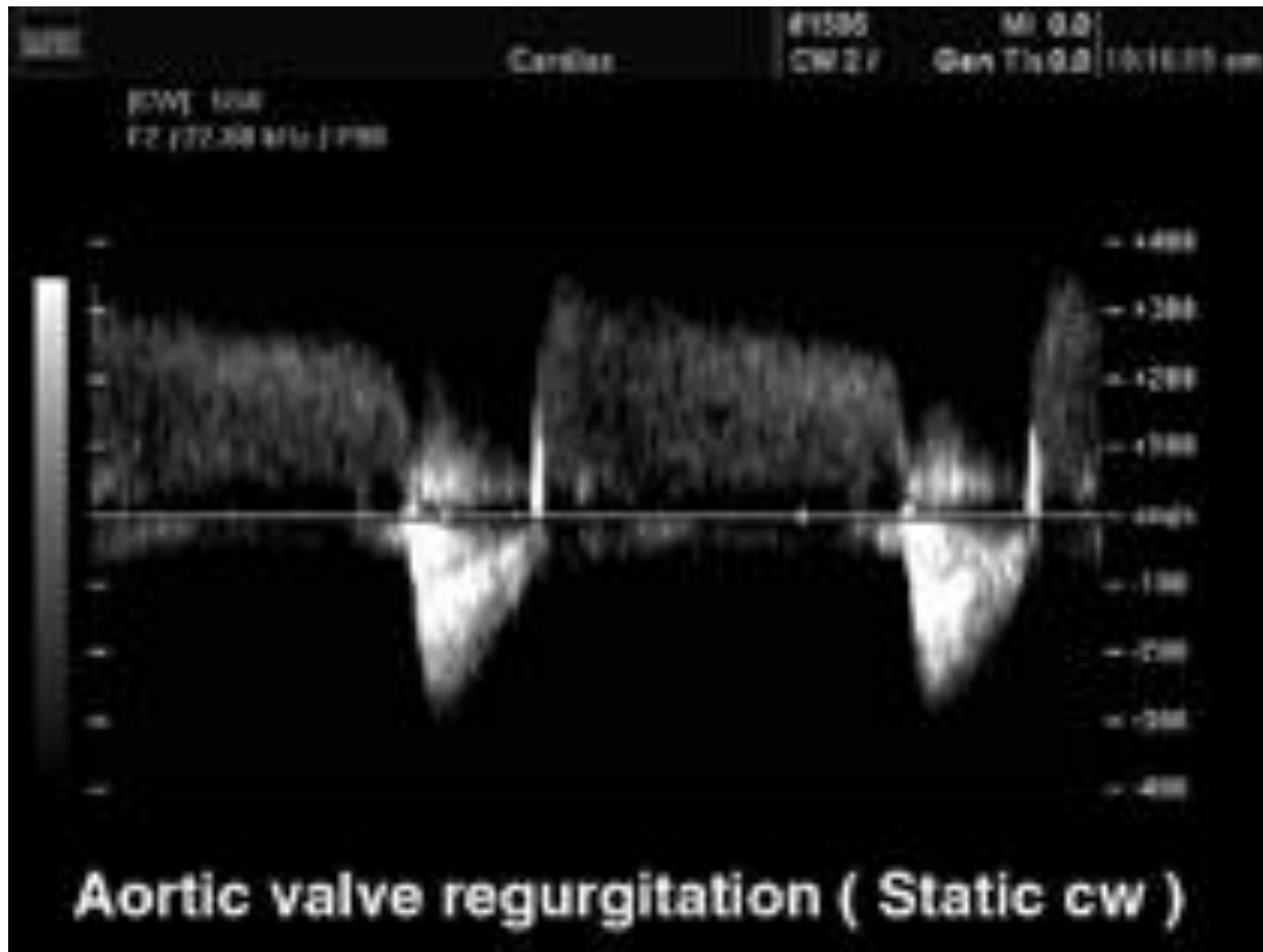
- Максимальная скорость потока зависит от глубины сканирования, частоты импульсов и имеет ограничение (около 2,5 м/с при диагностике сердца).
- Высокочастотный импульсный доплер позволяет регистрировать скорости потока большей скорости, однако тоже имеет ограничение, связанное с искажением доплеровского спектра.

# **Импульсный высокочастотный доплер (HFPW - high frequency pulsed wave).**

- Несколько контрольных объемов располагаются один за другим на различной глубине. Это позволяет регистрировать кровотоки, скорость которого превышает 2,5 м/с.

# Постоянно-волновой доплер (CW - Continuous Wave Doppler).

- Позволяет регистрировать высокоскоростные потоки.
- Недостаток метода состоит в том, что на графике регистрируются все потоки по ходу луча.
- Методика CW доплеровского исследования позволяет произвести расчеты давления в полостях сердца и магистральных сосудов в ту или иную фазу сердечного цикла, рассчитать степень значимости стеноза и т.д.
  
- Основным уравнением CW является уравнение Бернулли, позволяющее рассчитать разницу давления или градиент давления.
- С помощью уравнения можно измерить разницу давления между камерами в норме и при наличии патологического, высокоскоростного кровотока.



- Сердце, аортальный клапан, регургитация, постоянный доплер.

# Цветовой доплер (Color Doppler).

- аналог импульсного доплера, где направление и скорость кровотока картируется различным цветом.

## Кровоток

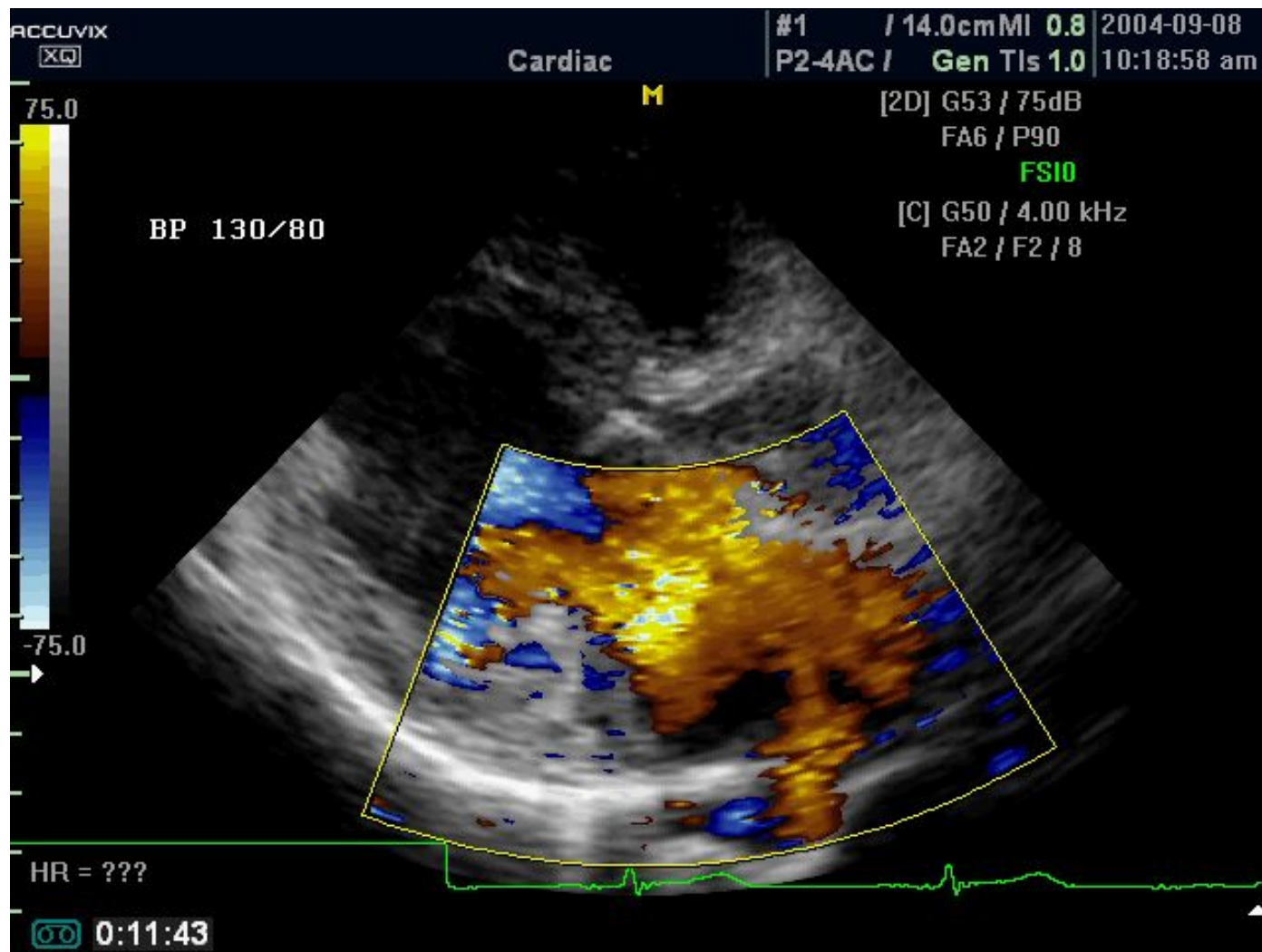
- **к датчику** принято картировать красным цветом,
- **от датчика** - синим цветом.
- **Турбулентный** кровоток картируется сине-зелено-желтым цветом.

# Цветовой доплер



- выделение на эхограмме цветом характера кровотока в области интереса.
- Обычно с помощью цветового доплера, меняя положение датчика, находят область интереса (сосуд), затем для количественной оценки используют импульсный доплер

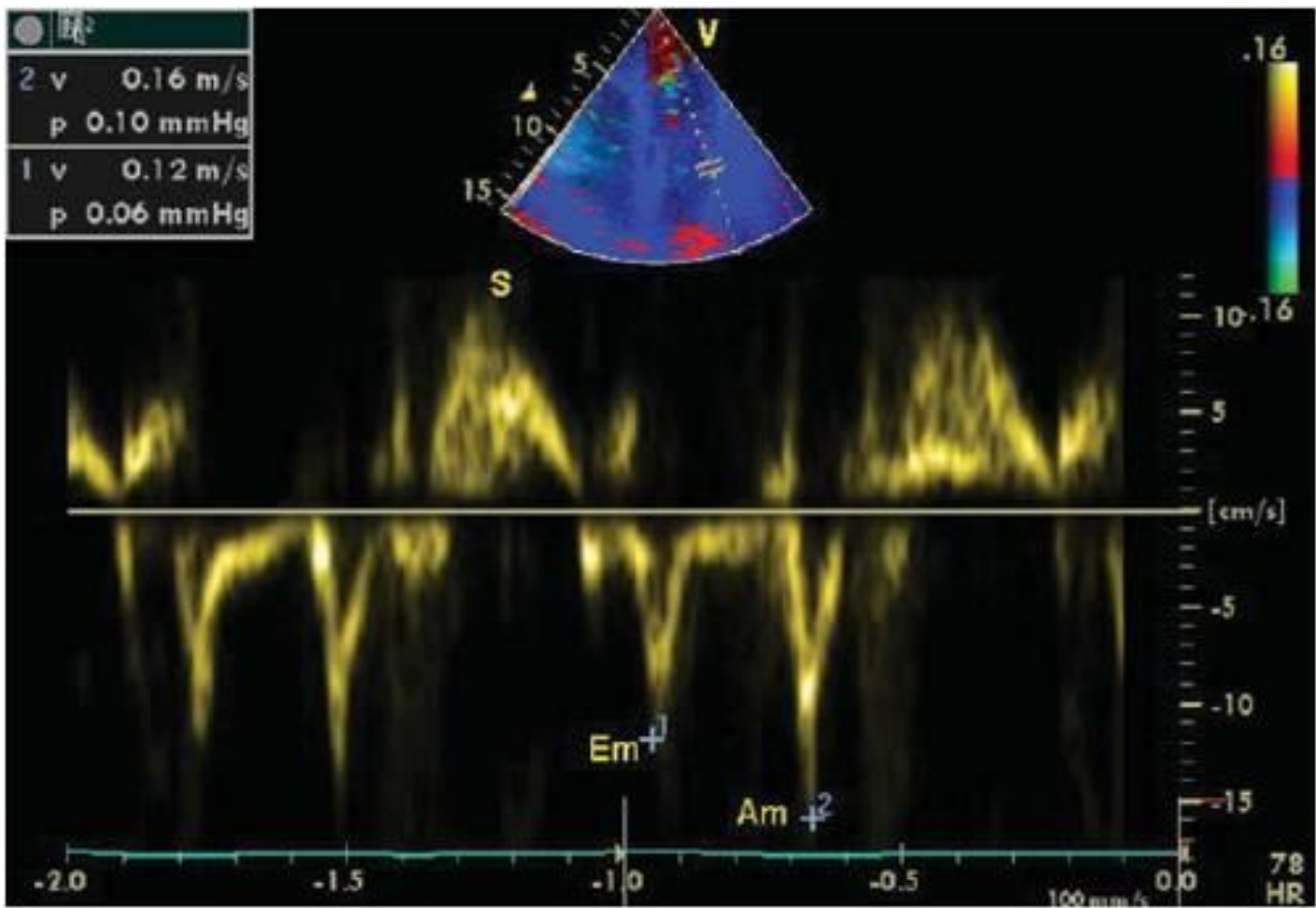


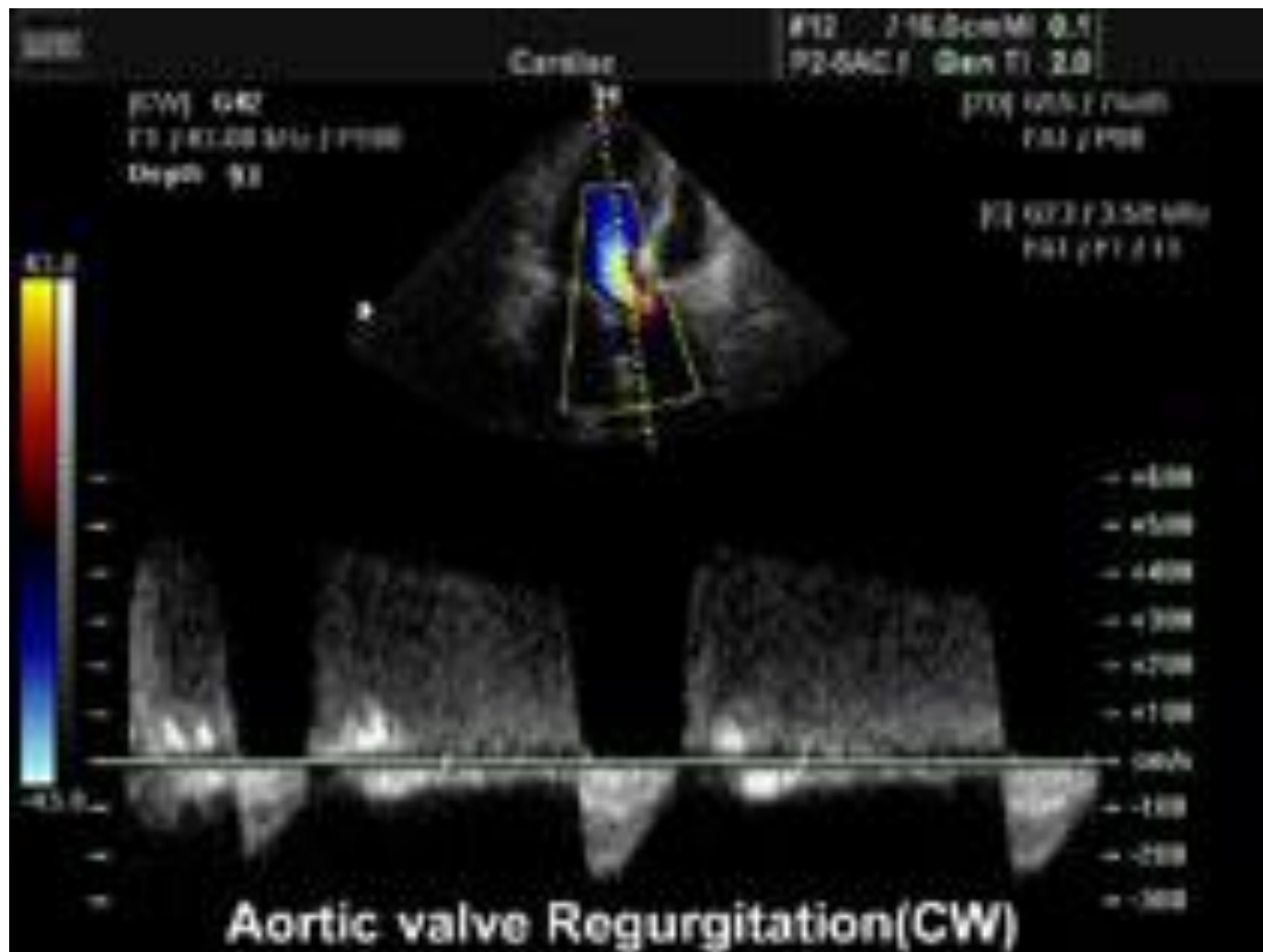


- Митральный клапан, регургитация, цветной доплер, MR (video).

# Цветовой М-модальный доплер (Color M-mode)

- Сопоставление М-модального режима и цветового доплера при проведении курсора через ту или иную плоскость, позволяет разобраться в фазах сердечного цикла и патологическим кровотоком.





- Сердце, аортальный клапан, регургитация

SA8000

Центр имм. и репрод. #1777  
Gynecology EC4-9ES

Сердцебиение в  
8 недель  
беременности

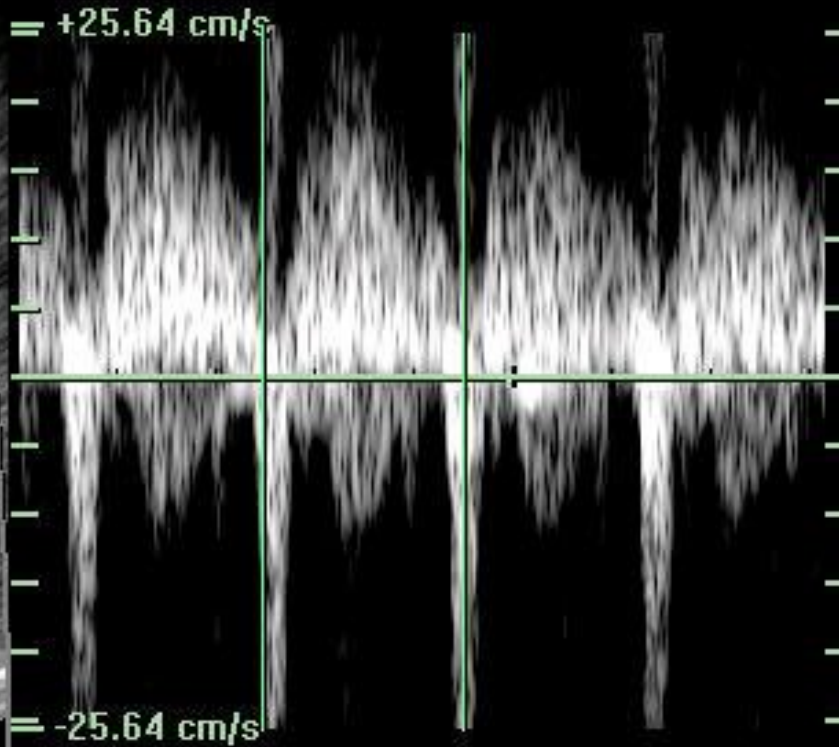
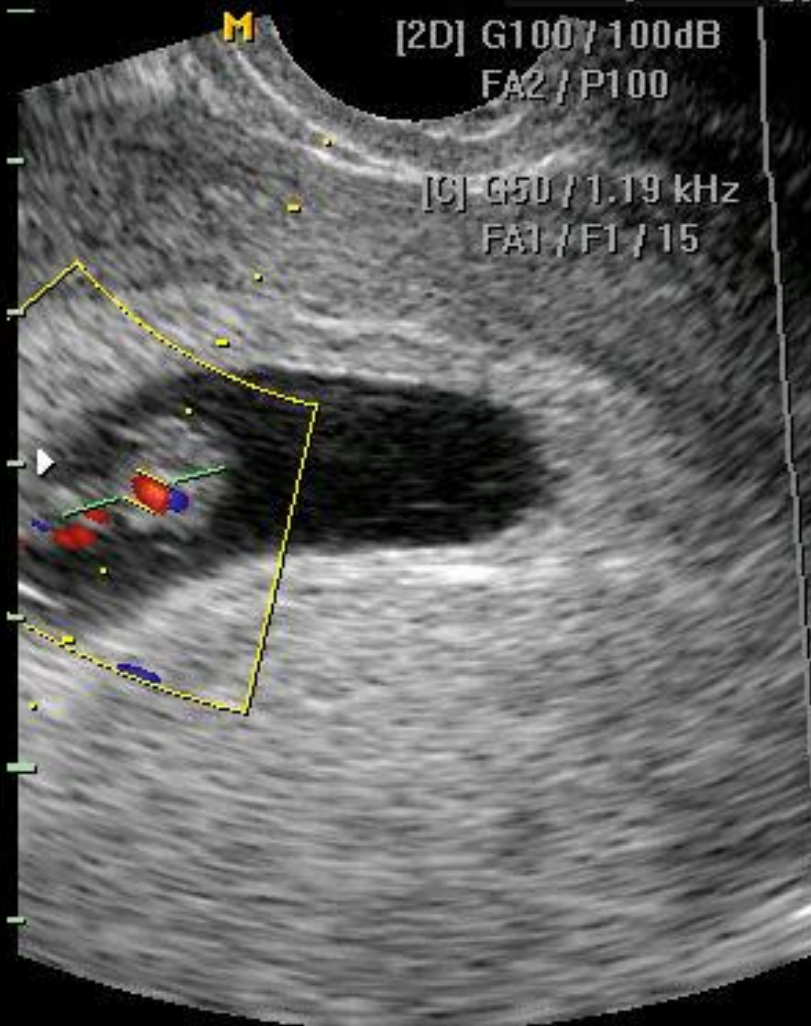
[2D] G100 / 100dB  
FA2 / P100

[C] G50 / 1.19 kHz  
FA1 / F1 / 15

8.9



-8.9



Fetal HR 146bpm

# Энергетический доплер (Power Doppler).

- Применяется для регистрации низкоскоростного кровотока
- теряется направление кровотока.
- используют в сочетании с контрастными веществами (левовист и др.) для изучения перфузии миокарда.

# Тканевый доплер

## (Tissue Velocity Imaging)

- картирование направления движения тканей определенным цветом.
- Красным цветом обозначают движение к датчику, синим - от датчика.
- Изучая направления движения стенок левого и правого желудочков в систолу и диастолу с помощью TVI можно обнаружить скрытые зоны нарушения локальной сократимости.
- Совмещение двухмерного исследования в режиме TVI с M-модальным увеличивает точность диагностики.



# Тканевый импульсный доплер

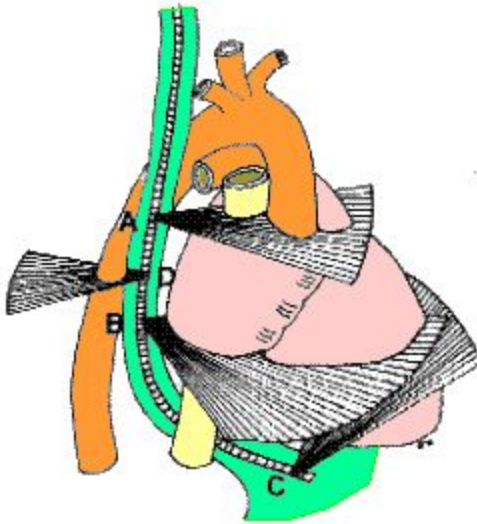
## Pulsed Wave Tissue Velocity Imaging

- Позволяет оценить графически характер движения стенки желудочков в конкретной данной точке. Выделяют систолический компонент, ранний и поздний диастолический компоненты.
- Данный вариант доплера позволяет проводить картирование миокарда и увеличивает точность диагностики у больных с ишемической болезнью сердца.



## Вопрос 9.5

# Чреспищеводная ЭхоКГ



- Исследование сердца через пищевод с использованием специальных датчиков. Информативность метода очень высокая.
- Противопоказанием служит наличие стриктуры пищевода.

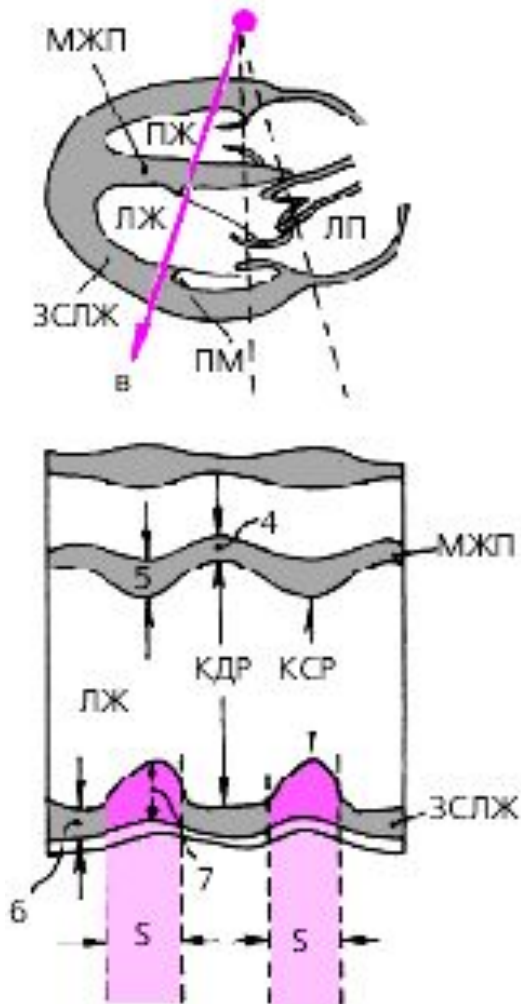


- Сердце, аортальный клапан, черезпищеводный доступ.

## Вопрос 9.6

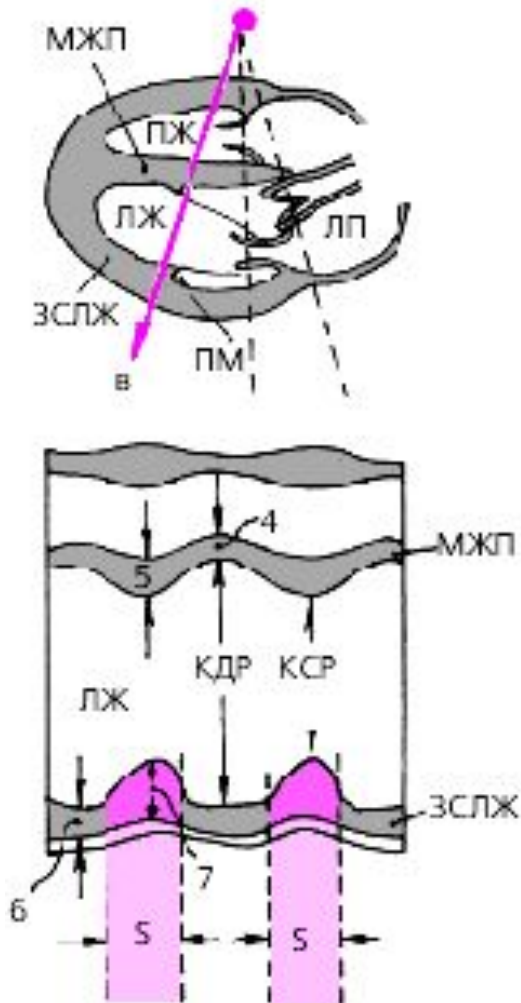
*Оценка функционального  
состояния желудочков*

# Оценка функционального состояния желудочков



- **Метод Teicholz.** Систолическая функция ЛЖ оценивается по нескольким количественным показателям, центральное место среди которых занимает ударный объем (УО) и фракция выброса (ФВ).
- До последнего времени расчет этих показателей проводился на основании измерений М-модальной эхокардиограммы, зарегистрированной, как правило, из левого парастерального доступа.

# Метод Teichholz



- **Метод Teichholz.**
- Для расчета учитывалась степень передне-заднего укорочения ЛЖ, то есть отношения КДР и КСР. Расчет проводился по формуле L. Teichholz:

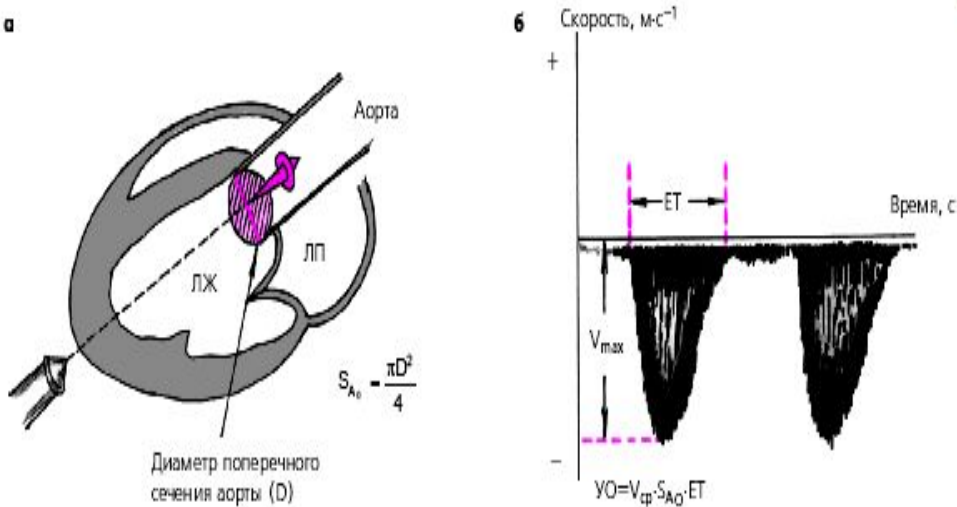
$$V = \frac{7,0}{(2,4 + D)} \cdot D^3,$$

- где  $V$  — объем ЛЖ (КСО или КДО) и  $D$  — передне-задний размер ЛЖ, соответственно, в систолу или диастолу. УО определялся как разница КДО и КСО, а ФВ как отношение УО к КДО.

# Метод Simpson (метод дисков)

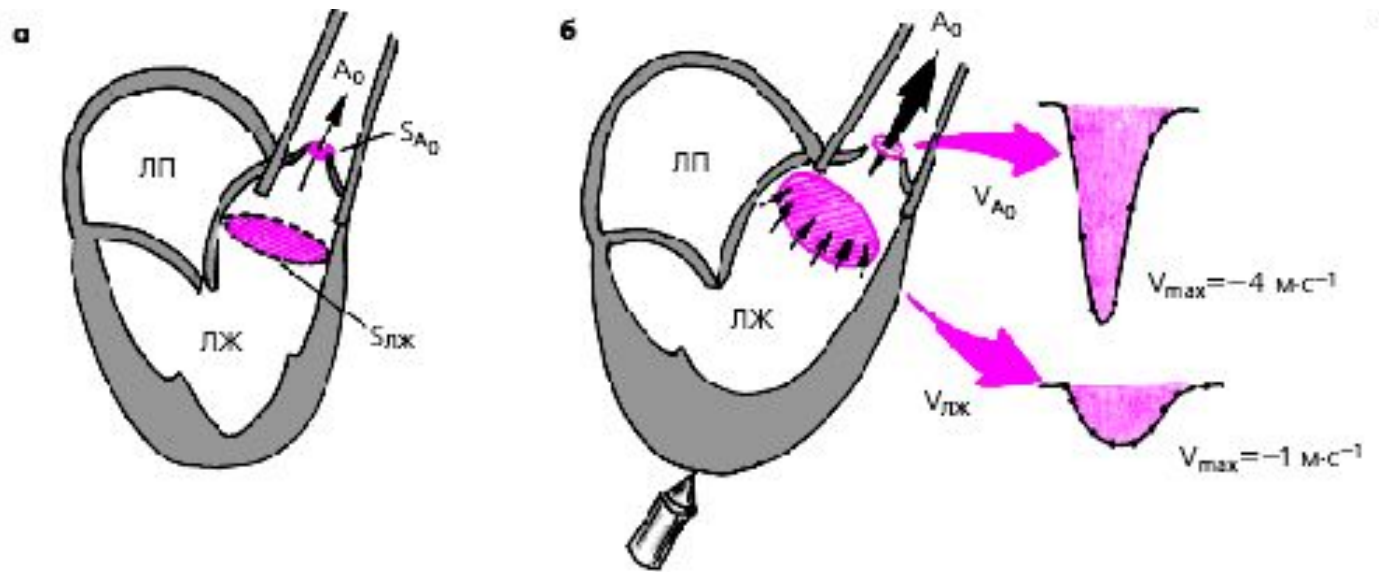
- результаты вычисления глобальной сократимости ЛЖ могут быть получены при количественной оценке *двухмерных эхокардиограмм*.
- основан на планиметрическом определении и суммировании площадей 20 дисков, представляющих собой своеобразные поперечные срезы ЛЖ на разных уровнях

# Метод доплер-ЭхоКГ



Для расчета УО (мл) среднюю линейную скорость кровотока  $V_{cp}$  (м · с<sup>-1</sup>) умножают на продолжительность систолы ЕТ(с) и площадь поперечного сечения аорты —  $S$  (см<sup>2</sup>):

$$УО = V_{cp} \cdot ET \cdot S \text{ (мл)}.$$



- $SA0 = \text{ИЛСЛЖ} \times \text{СЛЖ} / \text{ИЛСА0}$