



**Ультразвуковая диагностика**  
**заболеваний** **СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ**  
**СИСТЕМЫ**

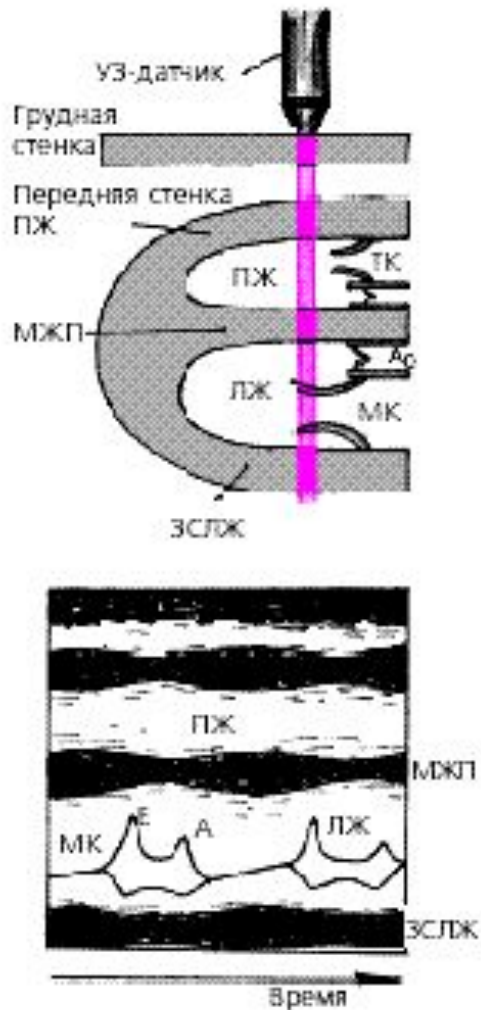
# Эхокардиография

- метод исследования структуры и функции сердца, основанный на регистрации отраженных импульсных сигналов ультразвука, генерируемых эхокардиографическим датчиком с частотой около 2,5–4,5 МГц.

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

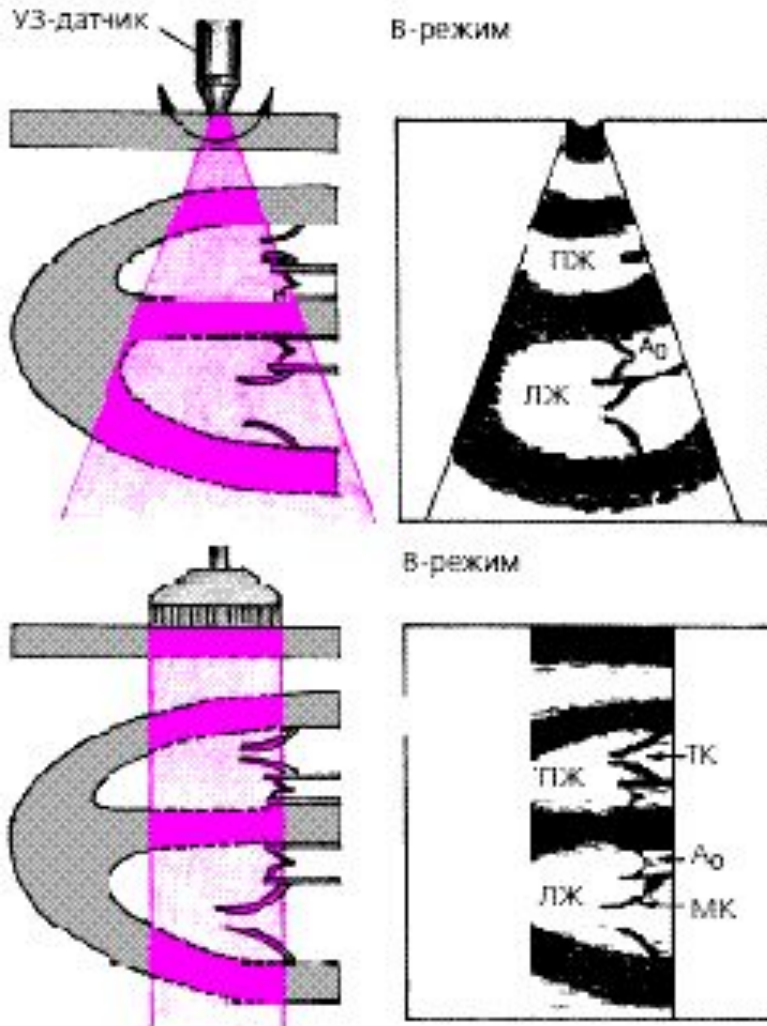
- **M-режим** (одномерная эхокардиография)
- **B-режим** (двухмерная эхокардиография),
- **Допплеровский режим** (доплер-  
эхокардиография)

# M-режим



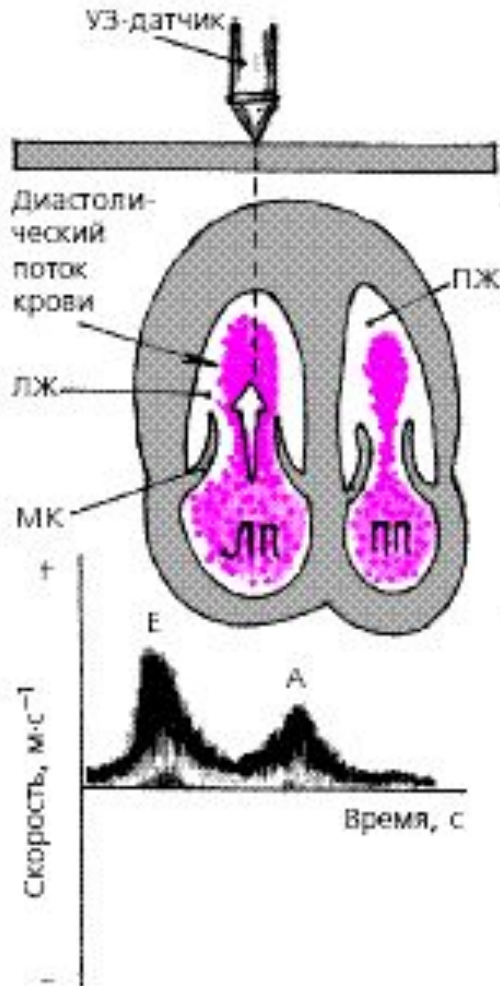
- на экране дисплея изображается временная развертка положения по отношению к датчику всех движущихся структур сердца и сосудов, которые пересекает ультразвуковой луч.
- по вертикальной оси откладывается расстояние от той или иной структуры сердца до датчика, а по горизонтальной оси — время

# 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.

# Допплеровский режим



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

## *Преимущества УЗИ :*

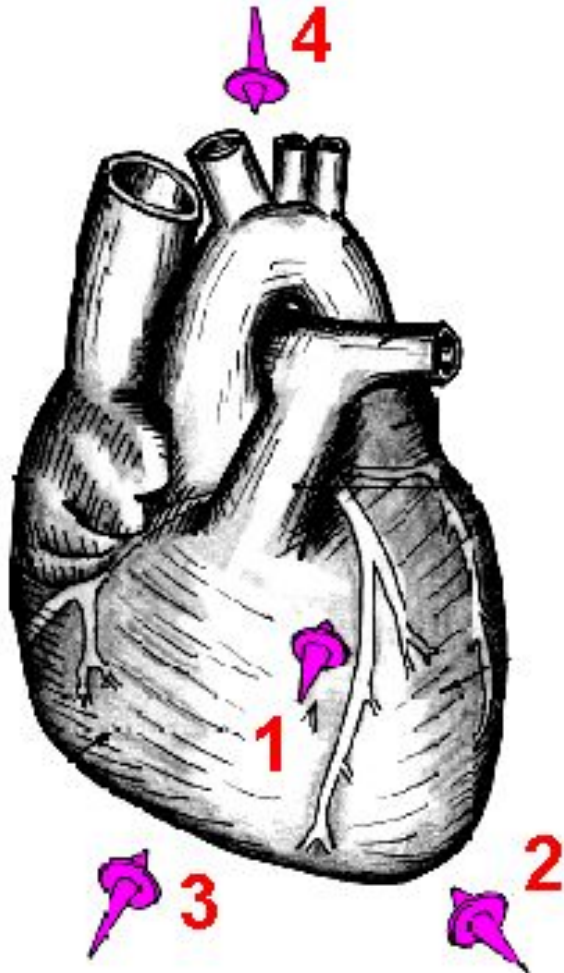
- возможность визуализации мягких рентгенонегативных тканей при исследовании сердца;
- отсутствие ионизирующего облучения;
- неинвазивность, безболезненность и, в связи с этим, возможность проведения многократных повторных исследований;
- возможность наблюдать движение внутренних структур сердца в реальном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

# Ограничения УЗИ :

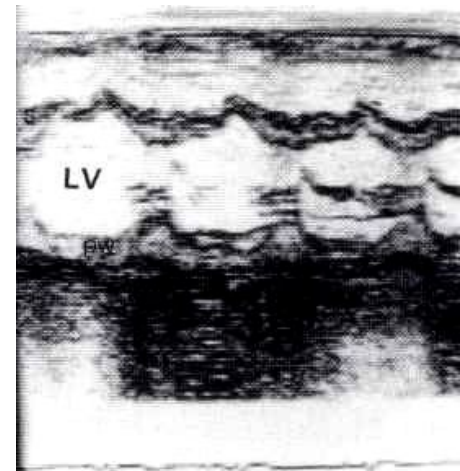
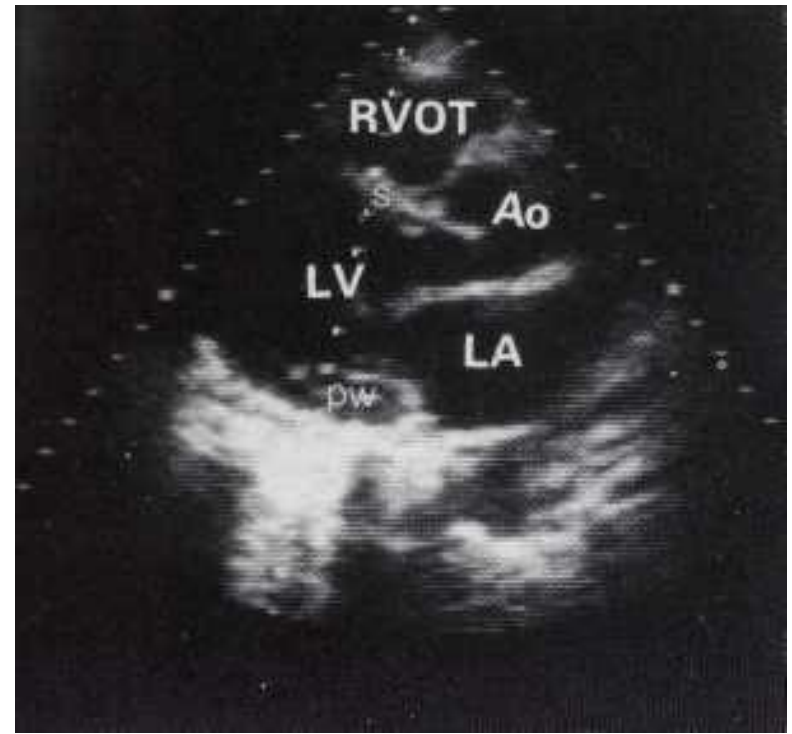
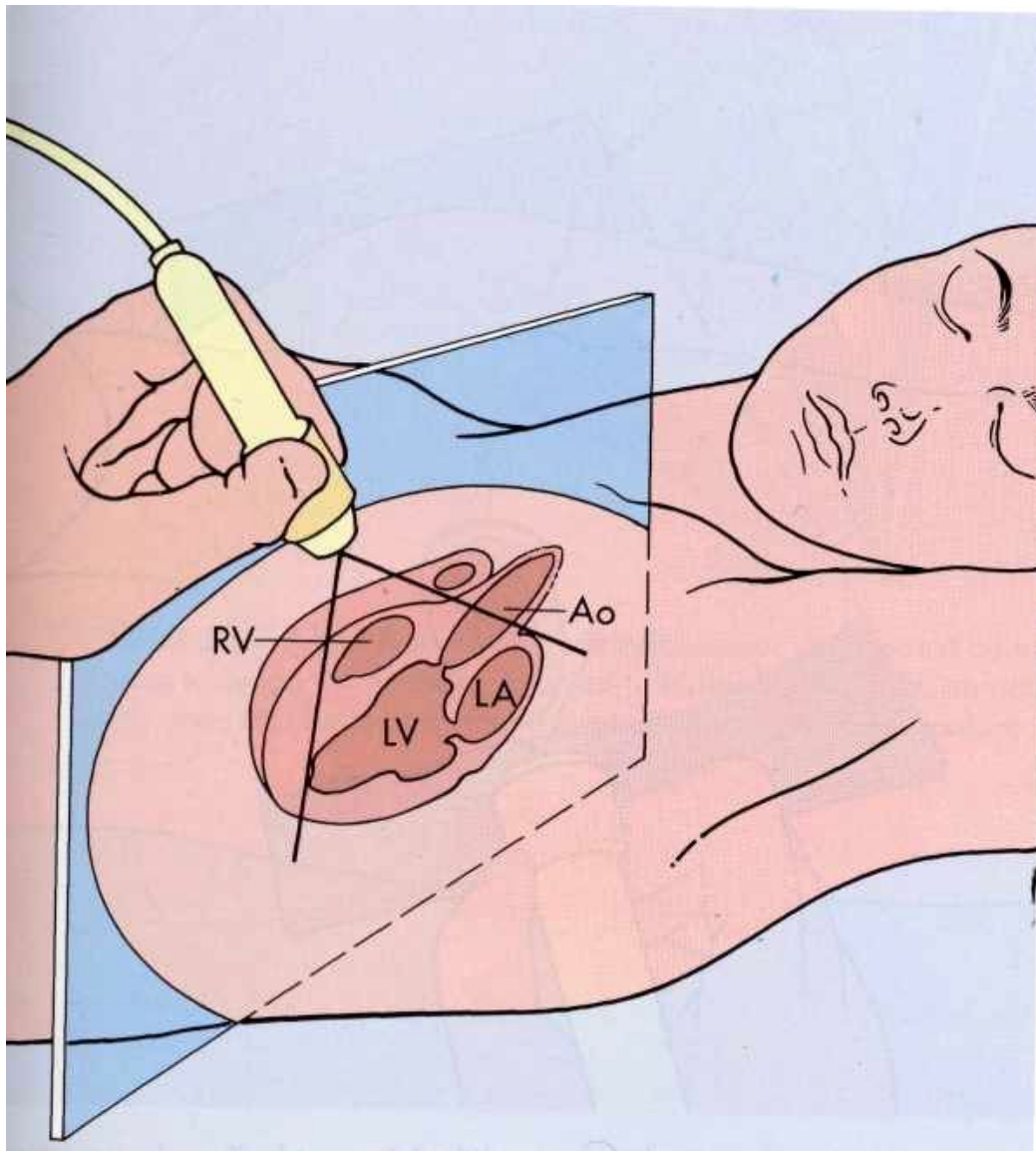
- ограниченная разрешающая способность метода, обусловленная большей, чем при рентгеновском облучении, длиной ультразвуковой волны;
- ультразвуковые приборы калибруются по среднему значению скорости распространения в тканях ( $1540 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ ), хотя в реальной среде эта скорость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



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.





# Ультразвуковой аппарат экспертного класса «Лоджик -900»



**определяет  
патологический  
очаг размерами  
в единицы  
миллиметров в  
доклинической  
стадии,  
изменение  
параметров  
кровотока, как в  
крупных сосудах,  
так и в самых  
мелких**



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

# Подбор частоты при УЗИ

Например:

для сердца

—

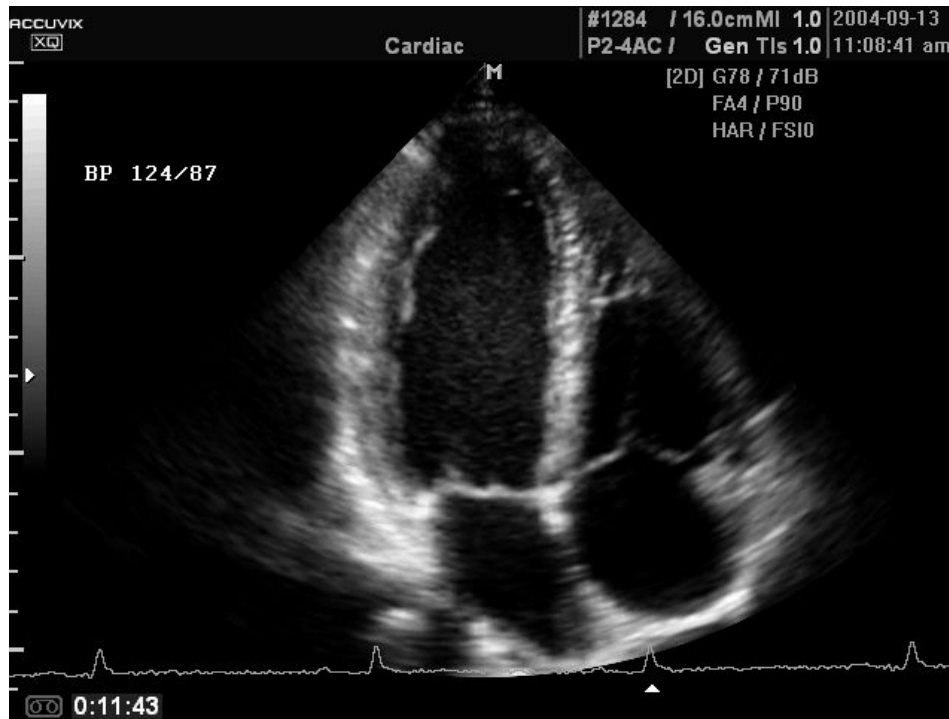
2,2—5,0 МГц

для глаза

—

10—15 МГц

# Аntenатальный диагноз преждевременного закрытия овального окна



- Внутриутробное преждевременное закрытие овального окна - редкая патология.
- Имеются немногочисленные публикации, в которых дается описание единичных случаев данной патологии.
- Развивается правожелудочковая сердечная недостаточность
- Ребенок рождается обычно мертвым либо погибает вскоре после рождения.
- Сердце, апикальный доступ, 4-камерная позиция (видео)

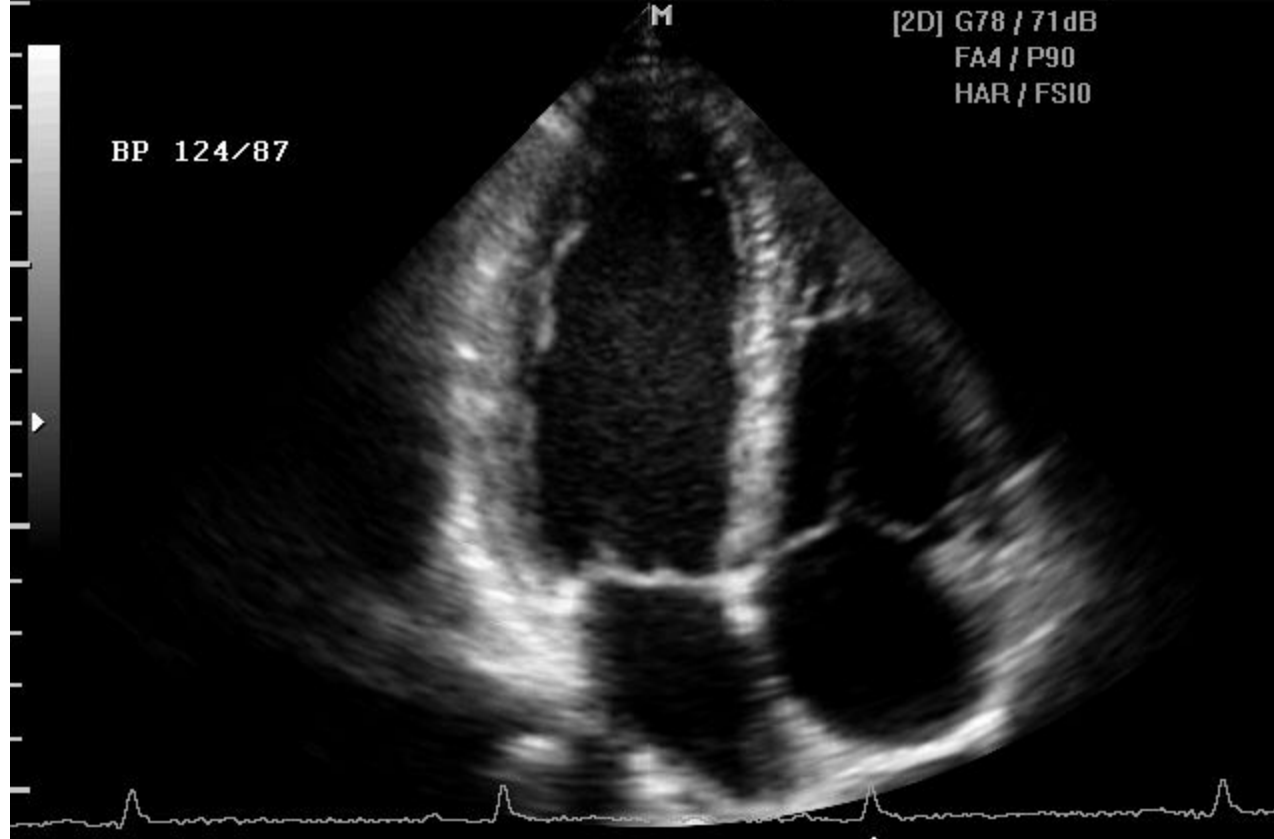
ACCUVIX



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 / FSI0

BP 124/87

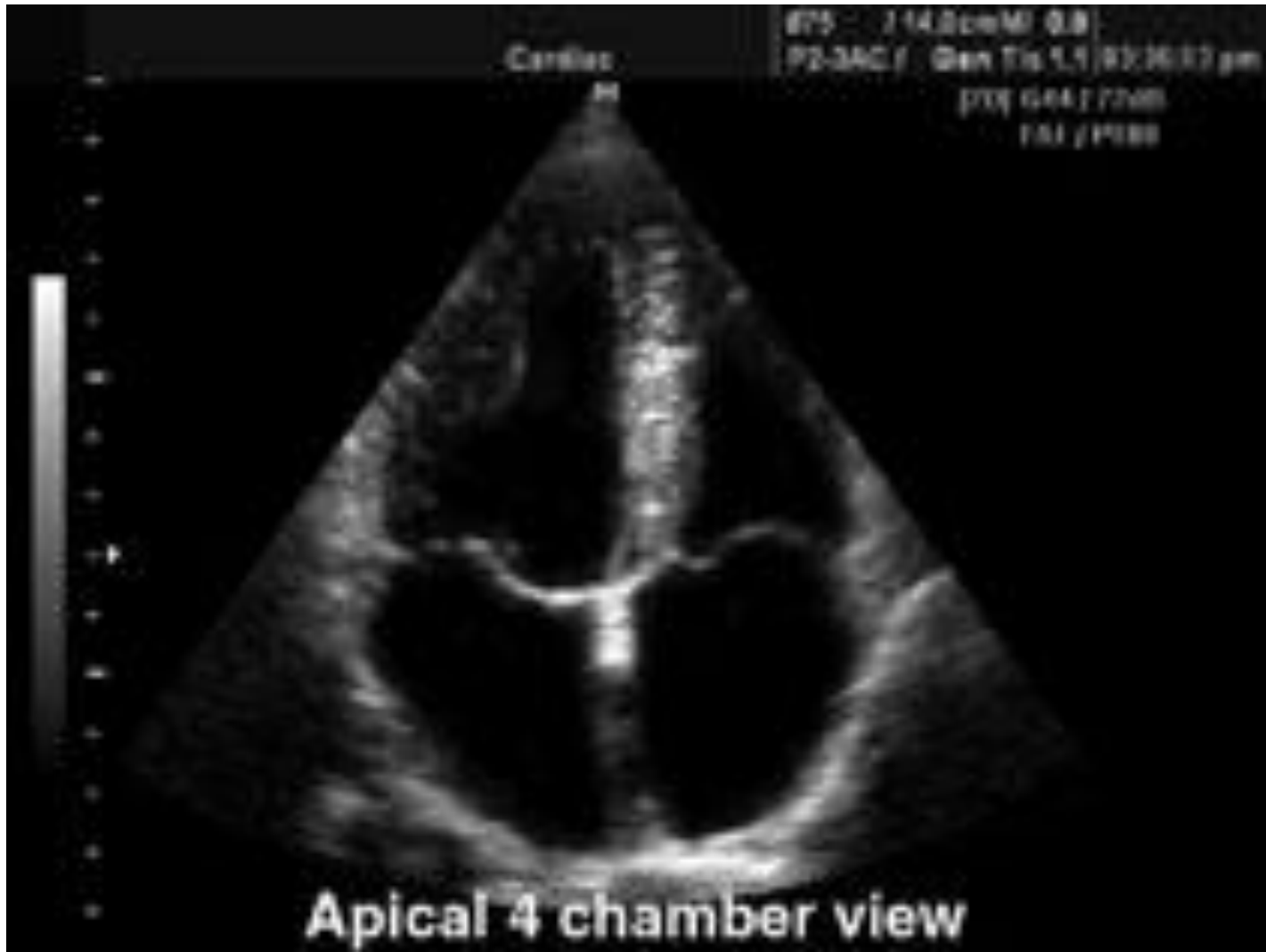


00 0:11:43





- Сердце, апикальный доступ, 4-камерная позиция.



- Сердце, апикальный доступ, 4-камерная позиция.



- Сердце, апикальный доступ, 4-камерная позиция (video).



- Сердце, апикальный доступ, 4-камерная позиция.

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

ACCLUVIX



Cardiac

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

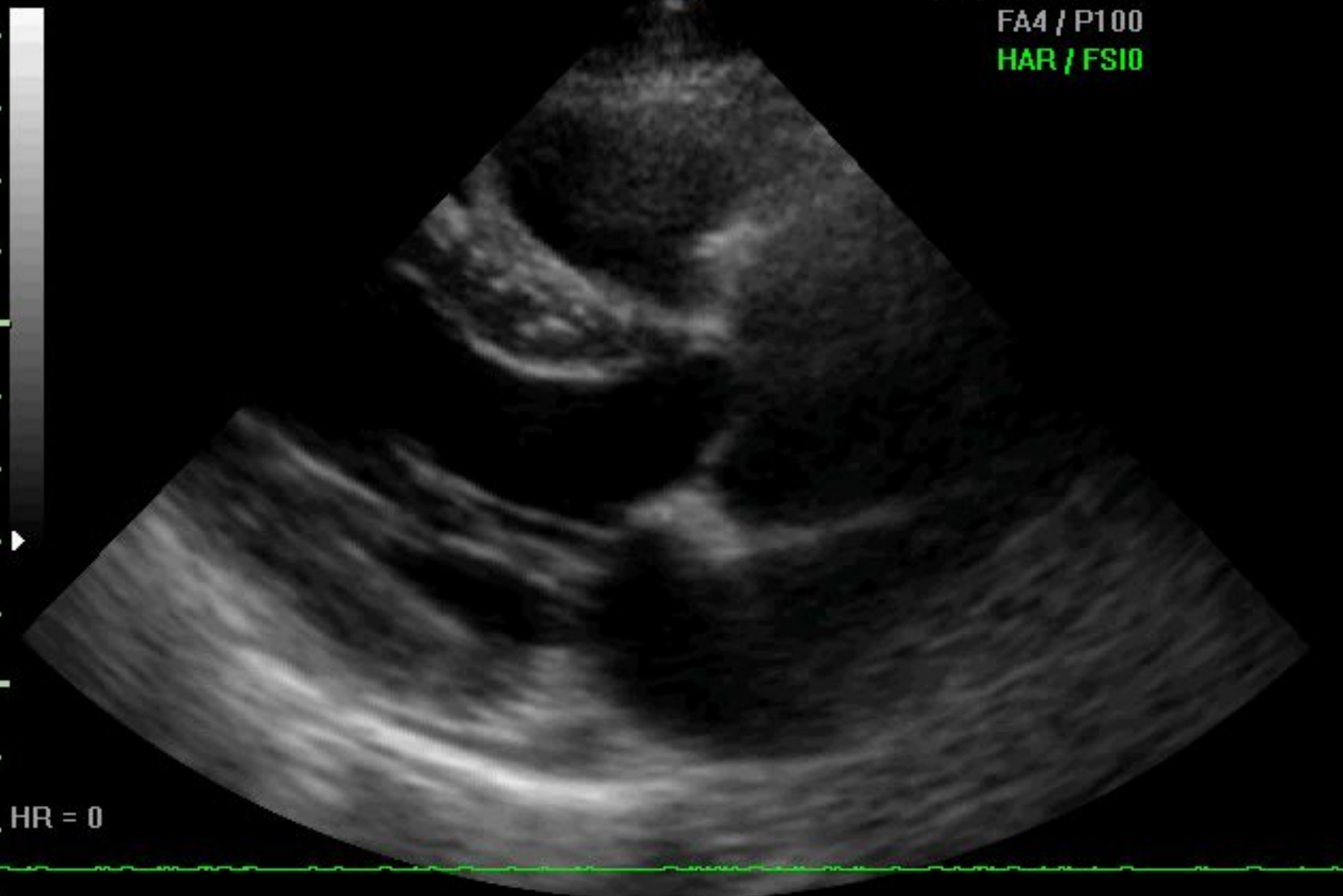
P3-5AC / Gen TIs 0.8 | 11:25:43 am

M

[2D] G42 / 90dB

FA4 / P100

HAR / FSIO



HR = 0

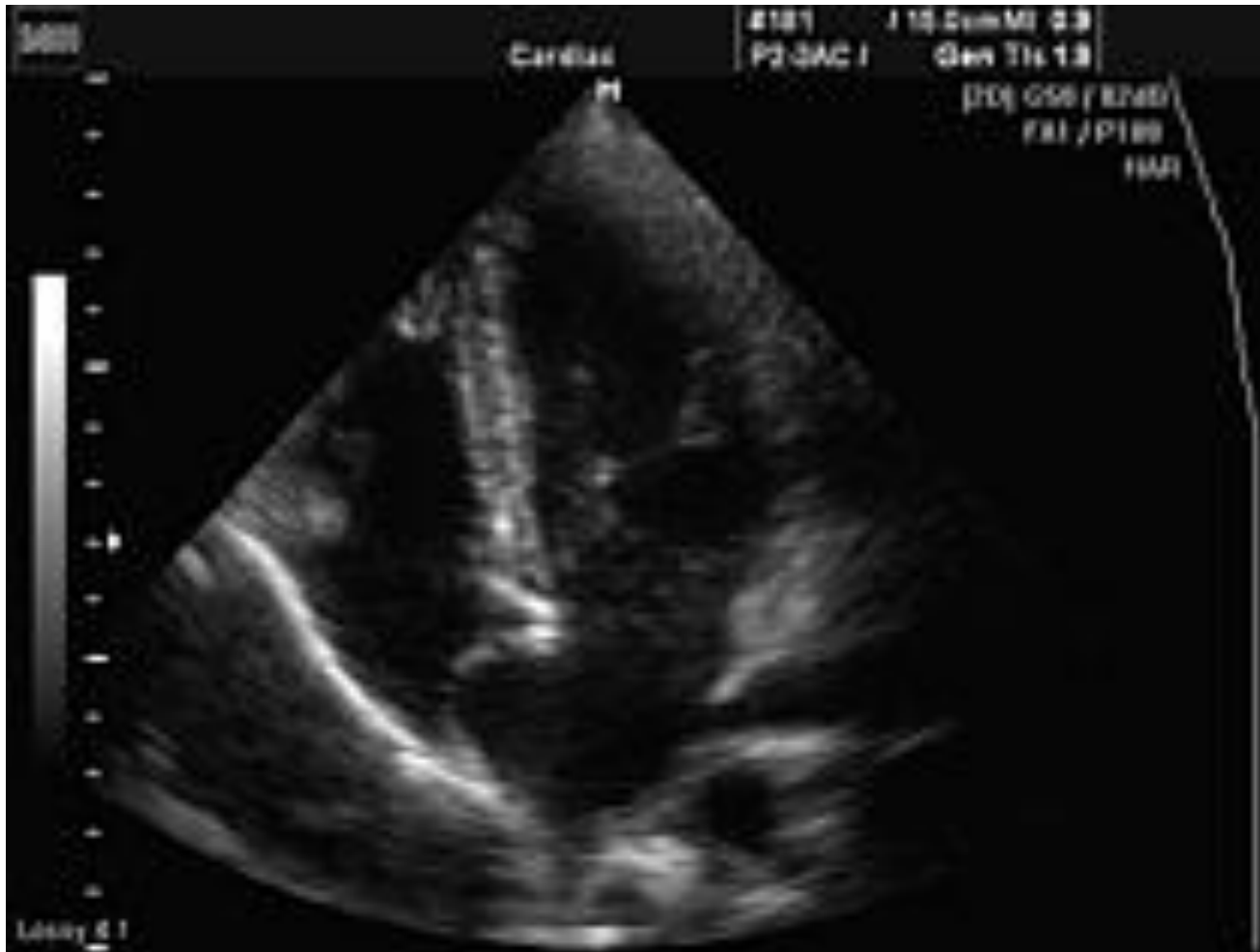


- [SA-8000](#). Сердце, аневризма восходящего отдела аорты.



- Сердце, аневризма межпредсердной перегородки





- Сердце, аневризма межпредсердной перегородки

# Аневризмы межпредсердной перегородки



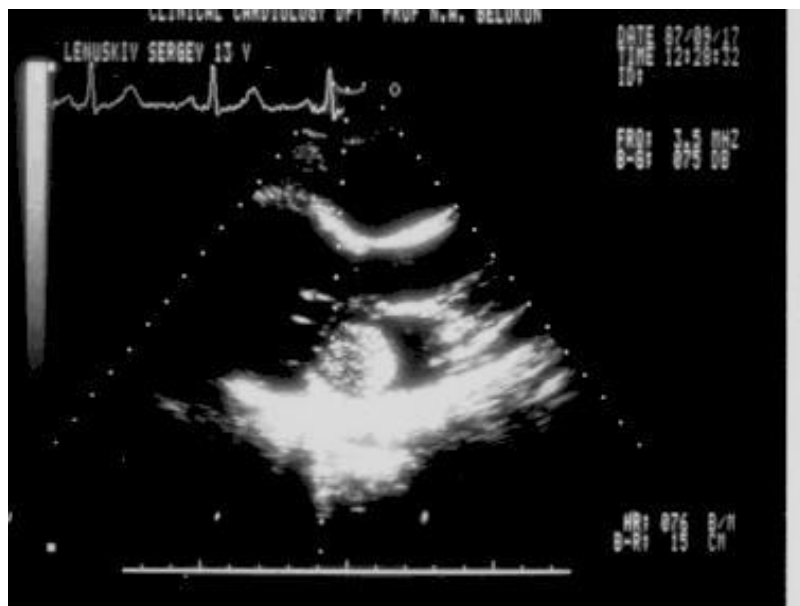
- Аневризматическое выпячивание межпредсердной перегородки в сторону правого предсердия в области овального окна.

# Аневризмы межпредсердной перегородки



# ОПУХОЛИ СЕРДЦА

- Миксома левого предсердия, пролабирующая в левый желудочек.



# ОПУХОЛИ СЕРДЦА



- Большая опухоль (рабдиома) в полости правого желудочка, прорастающая в перикард и межжелудочковую перегородку.

# Евстахиев клапан

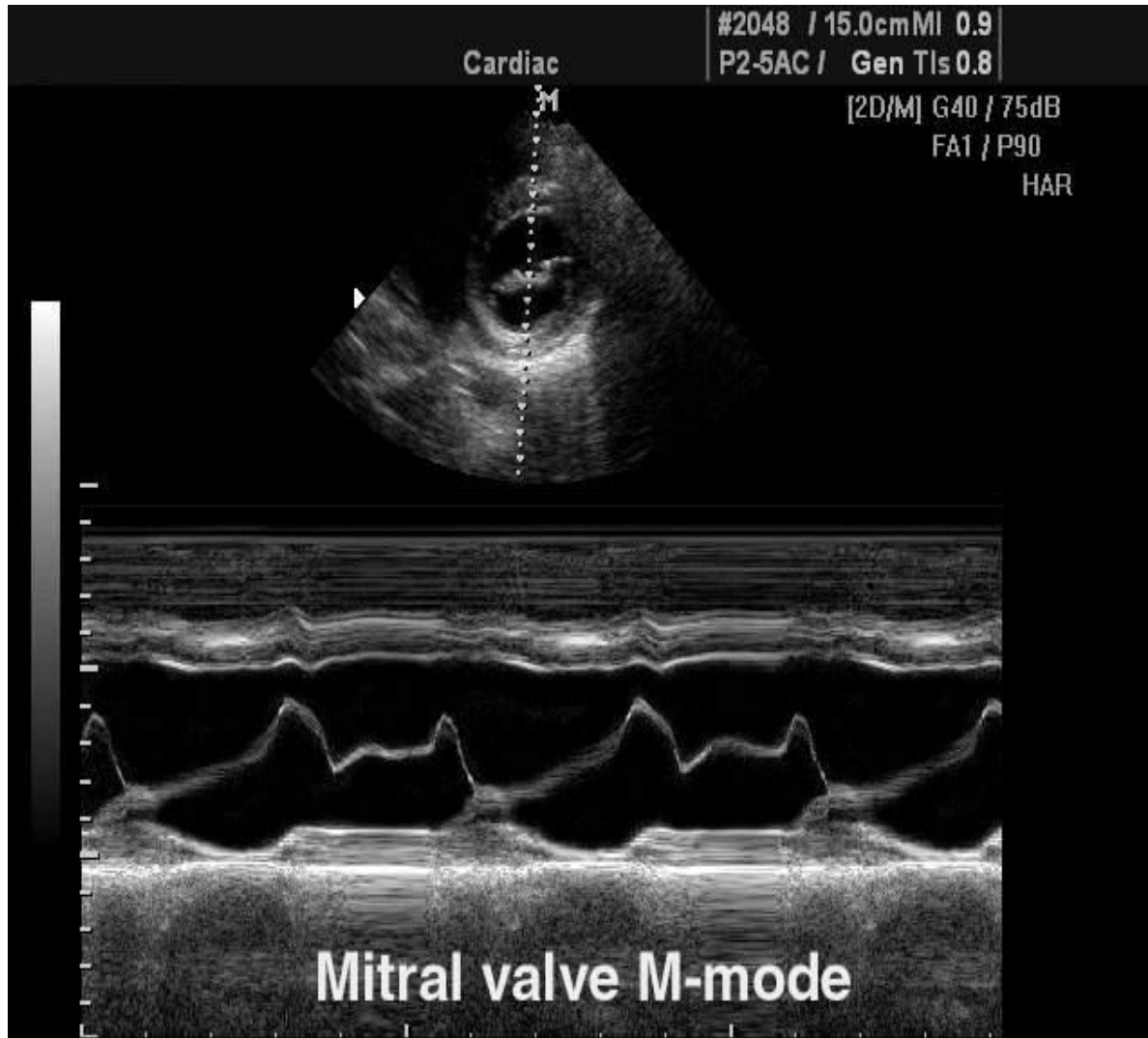


- Увеличенная Евстахиева заслонка нижней полой вены



- Легкие, плевральный выпот, вид через сердце.

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



Одномерный режим ультразвукового сканирования при котором исследуются анатомические структуры в развертке по оси времени

Исторически первый ультразвуковой режим

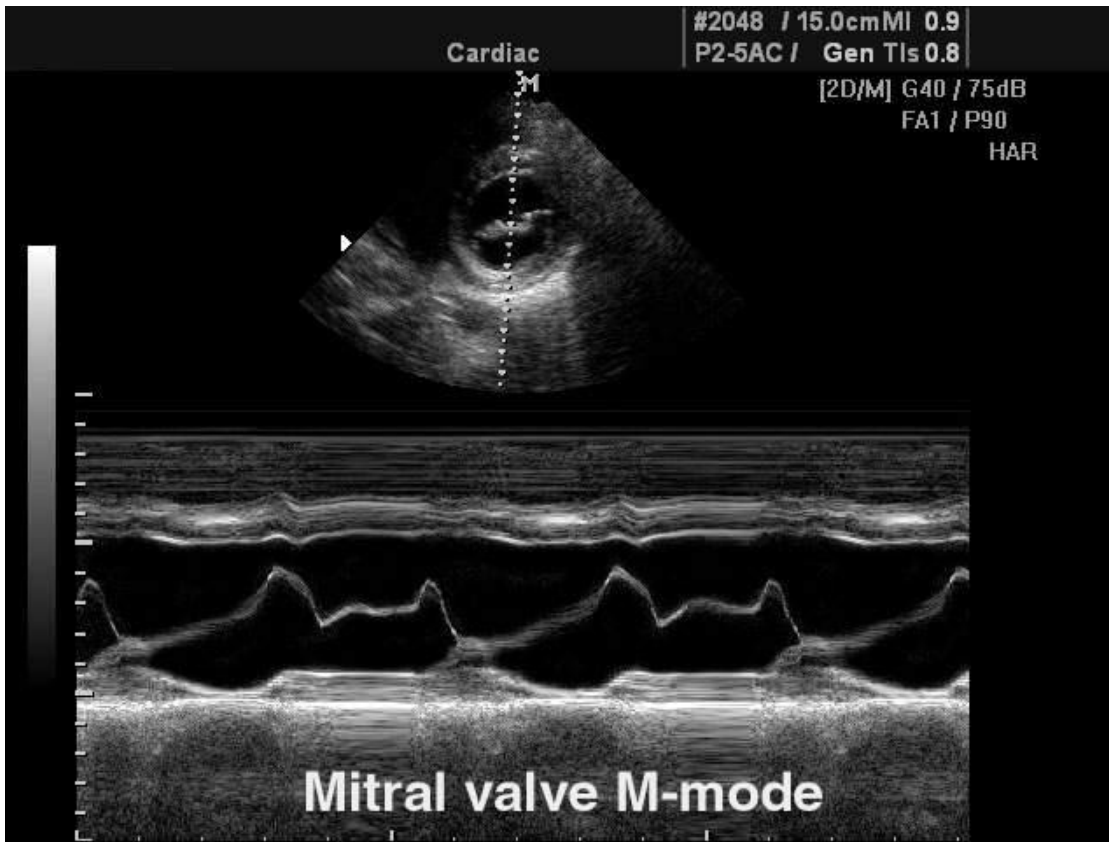
Применяется в эхокардиографии.

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

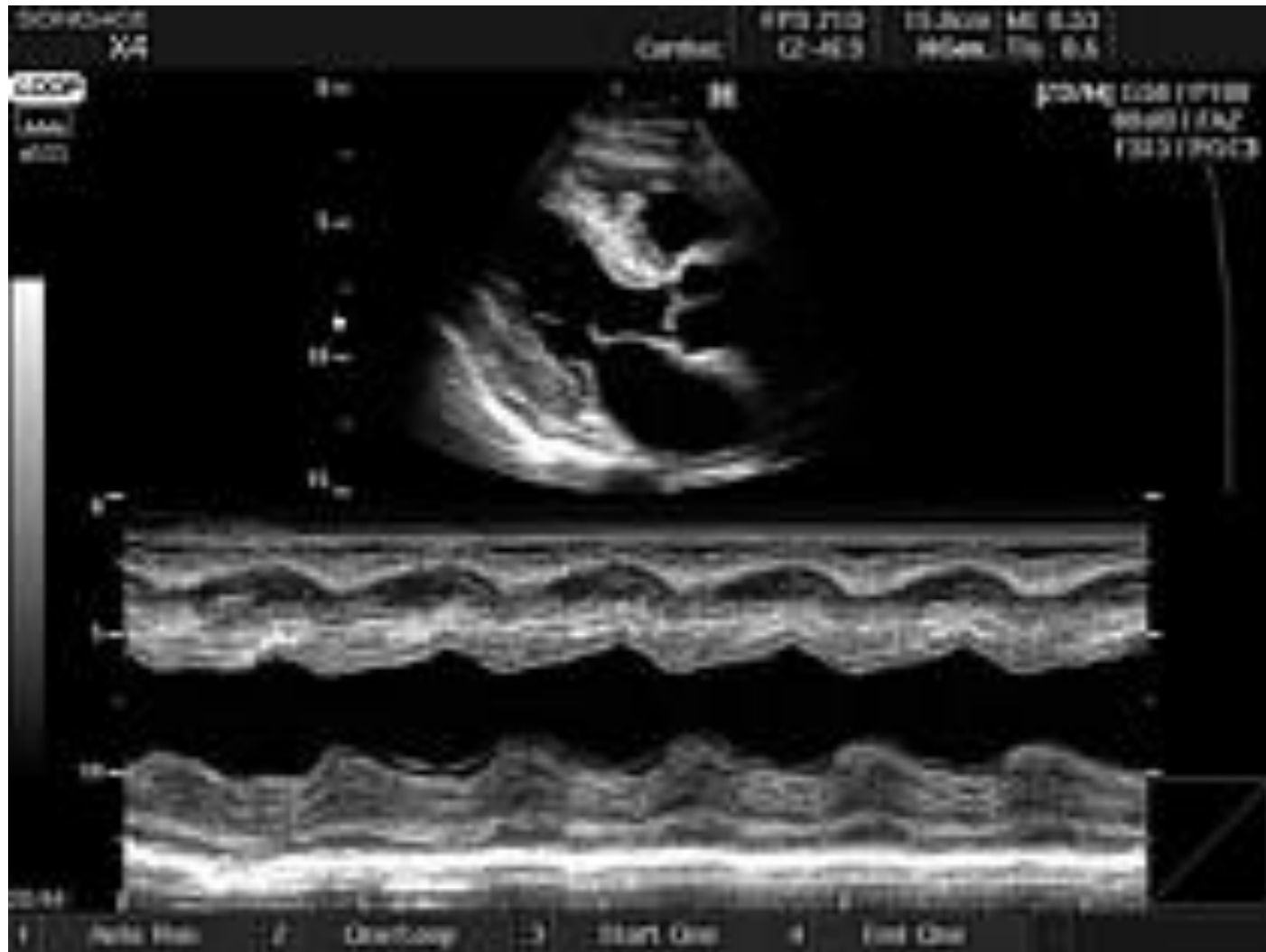
С помощью этого режима можно рассчитать сократительную способность левого и правого желудочков, оценить кинетику их стенок.



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

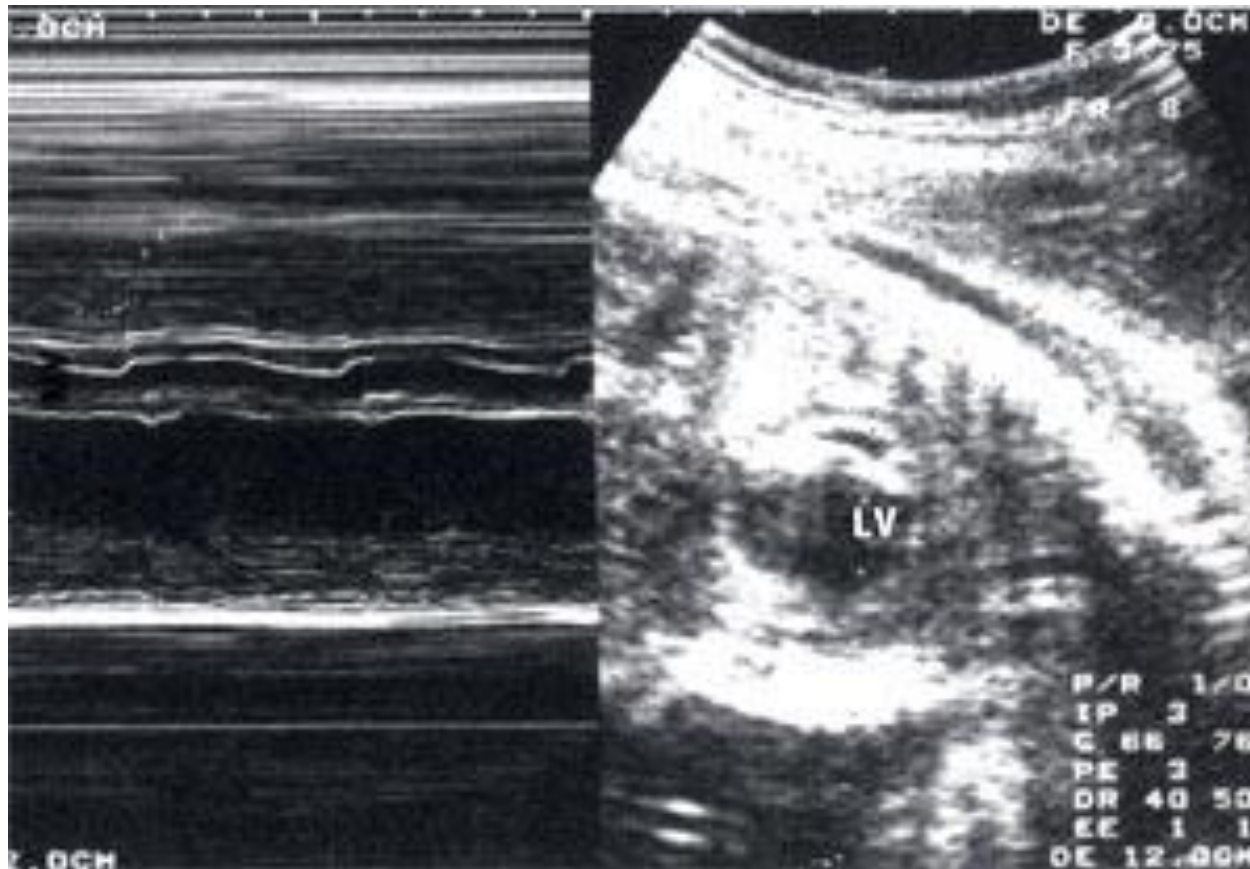


При исследовании в М-режиме принципиально важным является выбор правильной позиции сканирования, например, для исключения отображения движения папиллярных мышц М-курсор должен быть установлен в парастеральной позиции по короткой оси (right parasternal axis view).



- Сердце, амилоидоз, M-режим.

# В и М-сканирование на уровне поперечного сечения левого желудочка сердца плода 24 недель гестации



- Значительное уменьшение амплитуды раскрытия створок митрального клапана.
- LV - увеличенный левый желудочек.

## Варианты доплера:

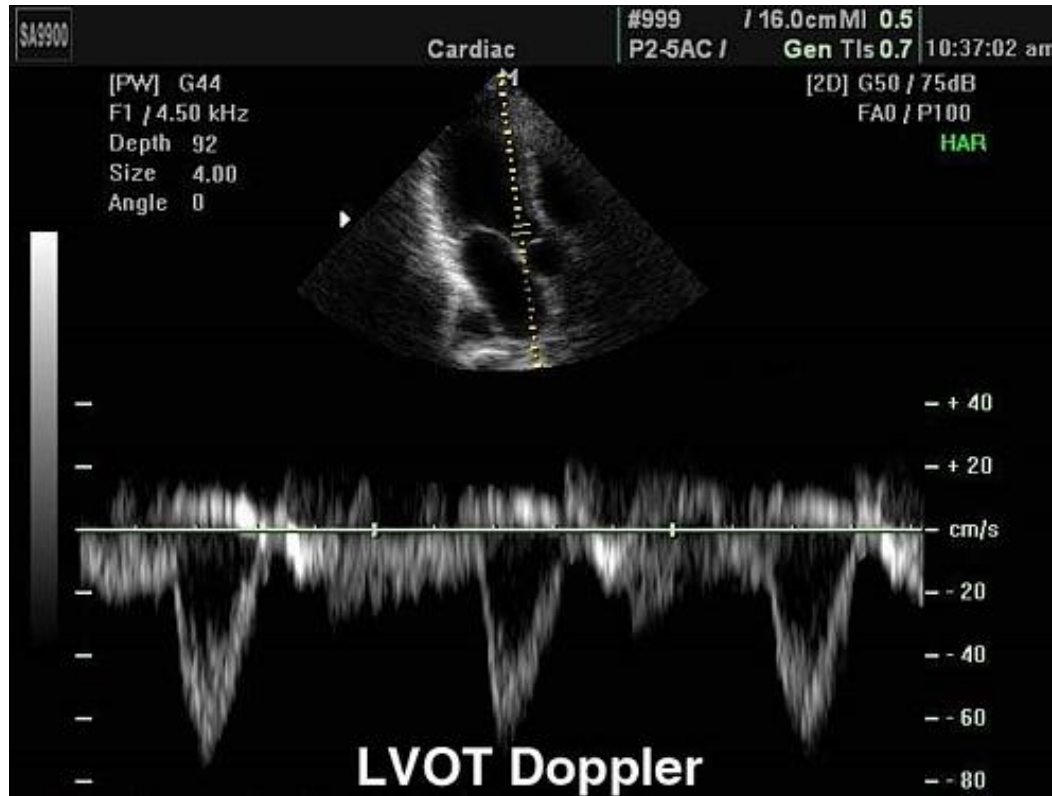
- Импульсный доплер (PW - pulsed wave).
- Импульсный высокочастотный доплер (HFPW - high frequency pulsed wave).
- Постоянноволновой доплер (CW - continuouse wave).
- Цветовой доплер (Color Doppler).
- Цветовой М-модальный доплер (Color M-mode).
- Энергетический доплер (Power Doppler).
- Тканевый скоростной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

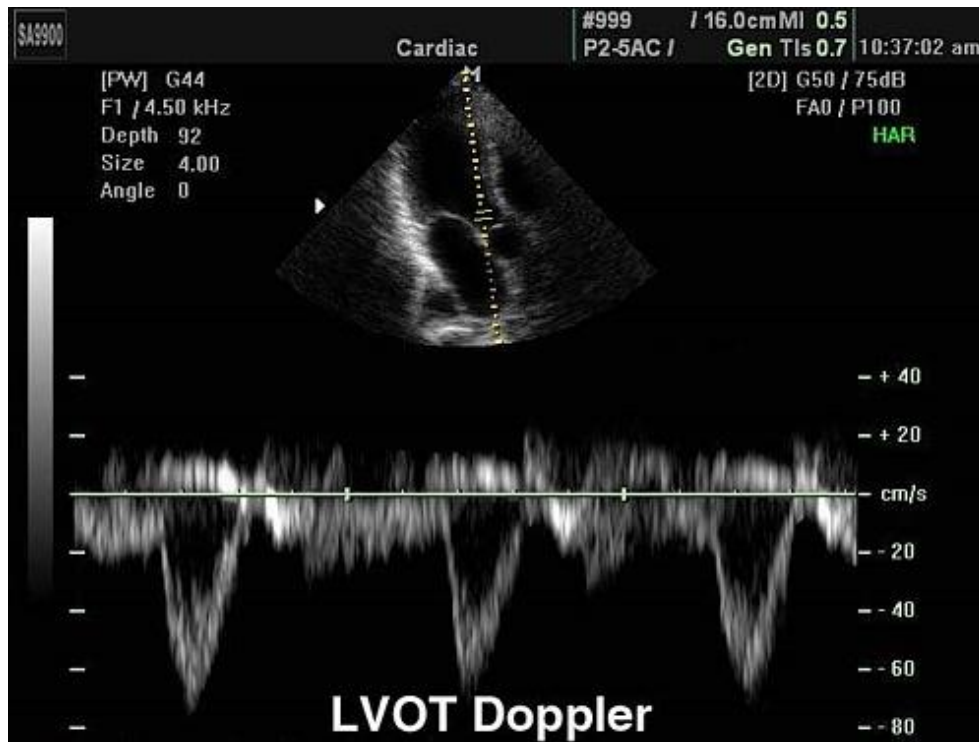
# Импульсный доплер

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

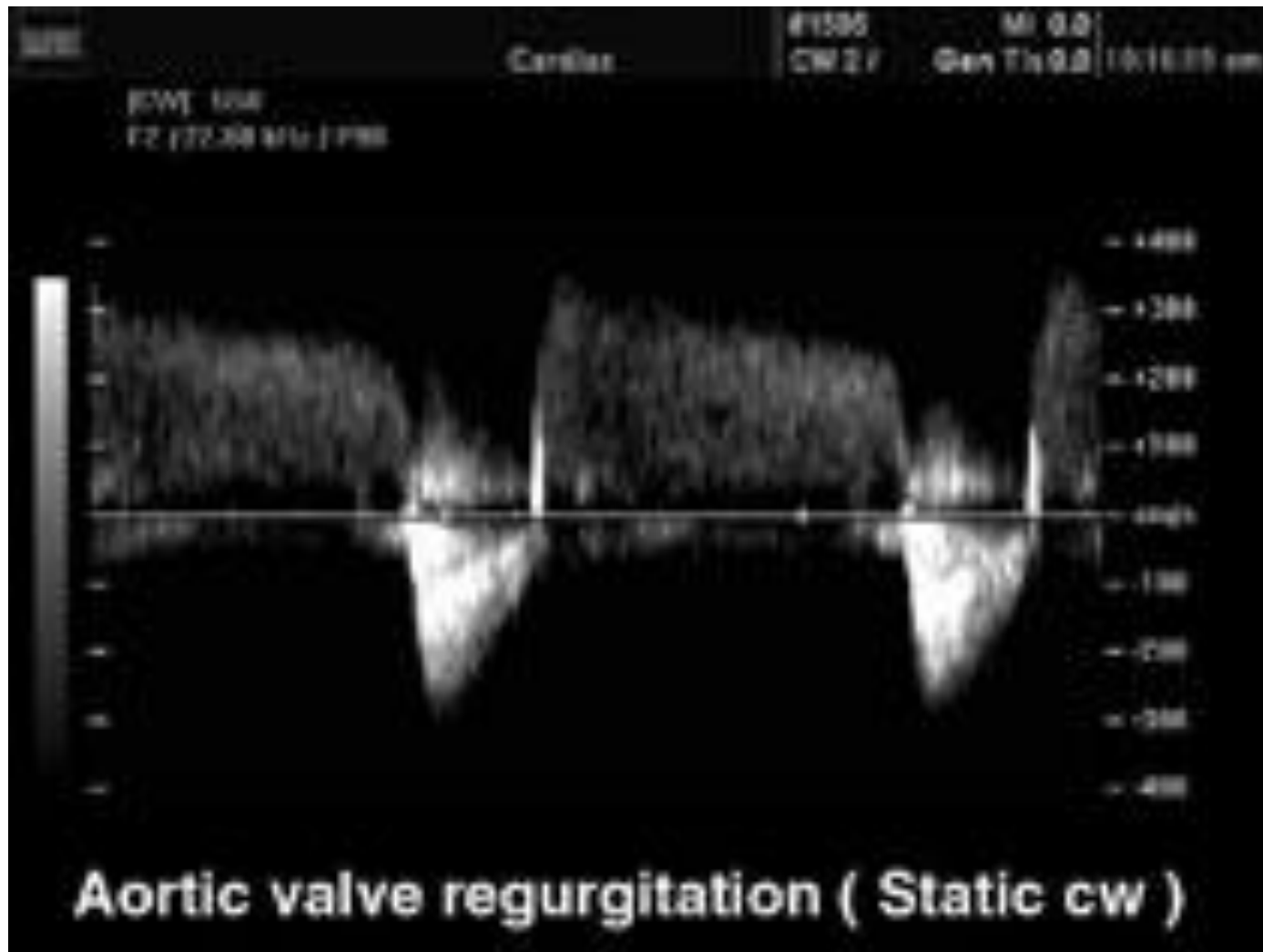


- применяется для количественной оценки кровотока в сосудах.
- На временной развертке по вертикали отображается скорость потока в исследуемой точке.
- Потoki, которые двигаются к датчику отображаются выше базовой линии, обратный кровоток (от датчика) - ниже.

# 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.



- Сердце, аортальный клапан, регургитация, постоянный доплер.



# **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.

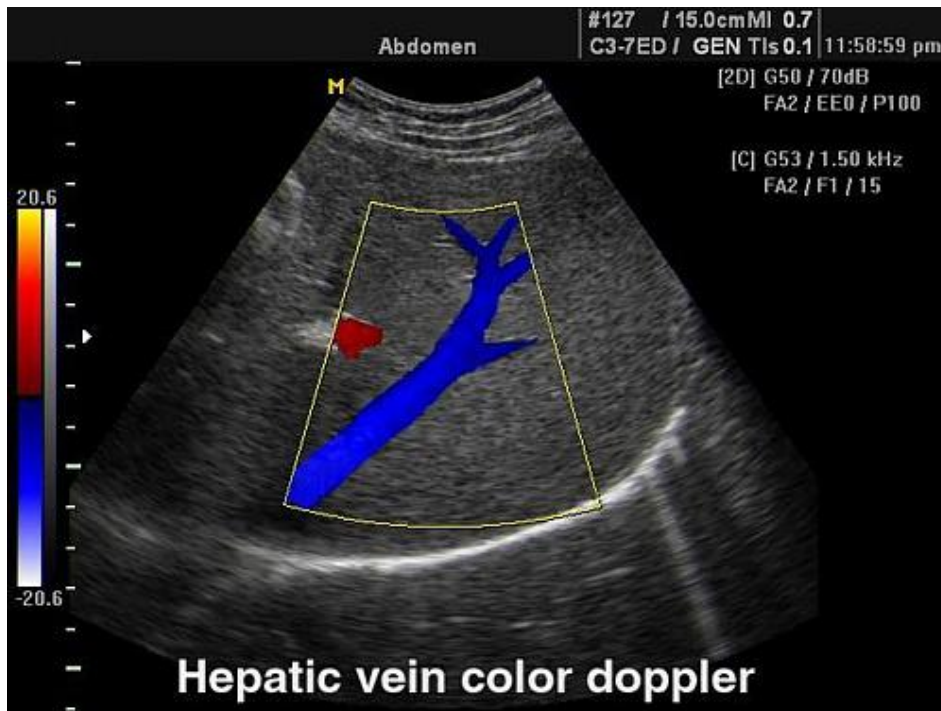
# Цветовой доплер (Color Doppler).

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

## Кровоток

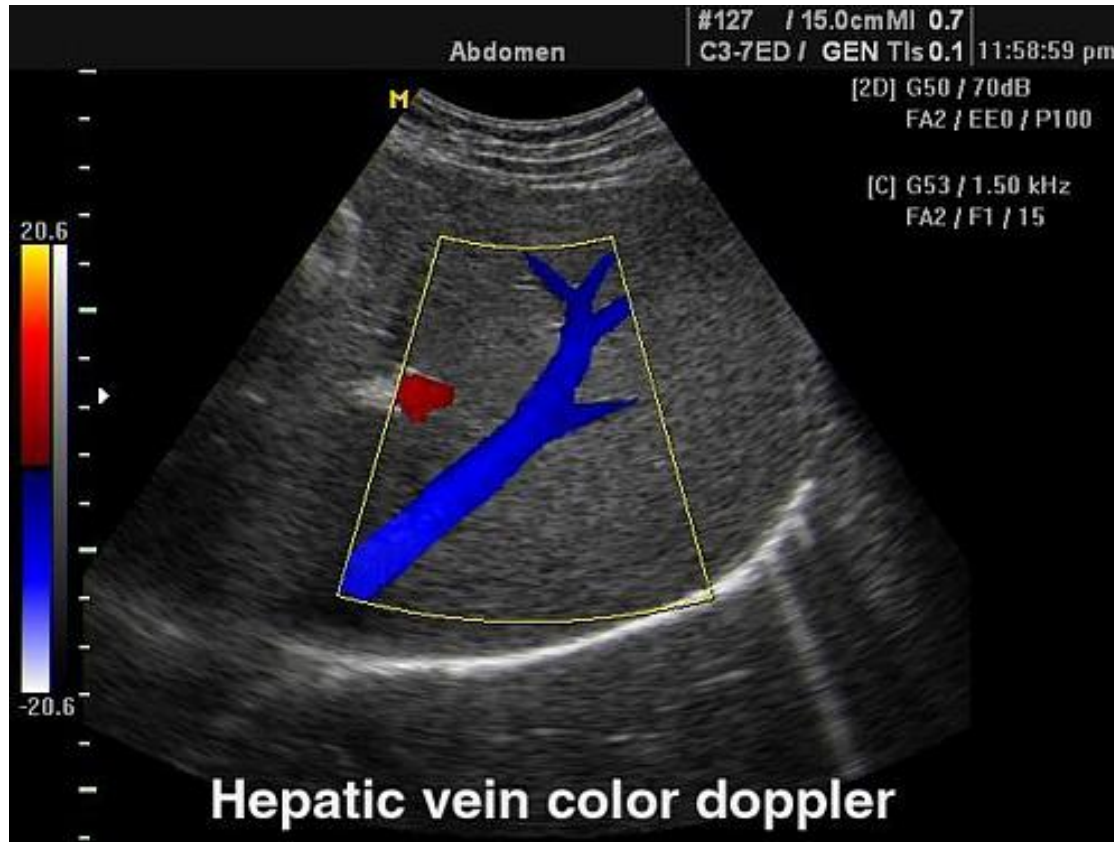
- **к датчику** принято картировать красным цветом,
- **от датчика** - синим цветом.
- **Турбулентный** кровоток картируется сине-зелено-желтым цветом.

# Цветовой доплер



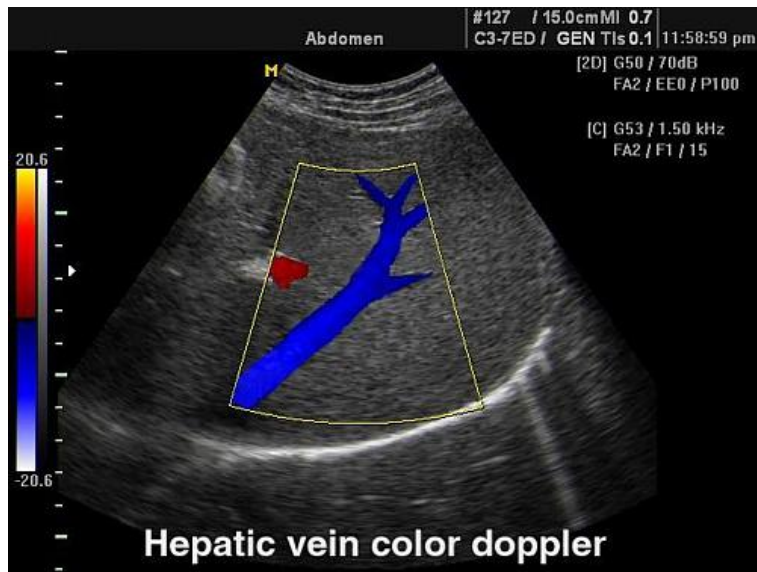
- выделение на эхограмме цветом характера кровотока в области интереса.
- Обычно с помощью цветового доплера, меняя положение датчика, находят область интереса (сосуд), затем для количественной оценки используют импульсный доплер

# Цветовой доплер



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

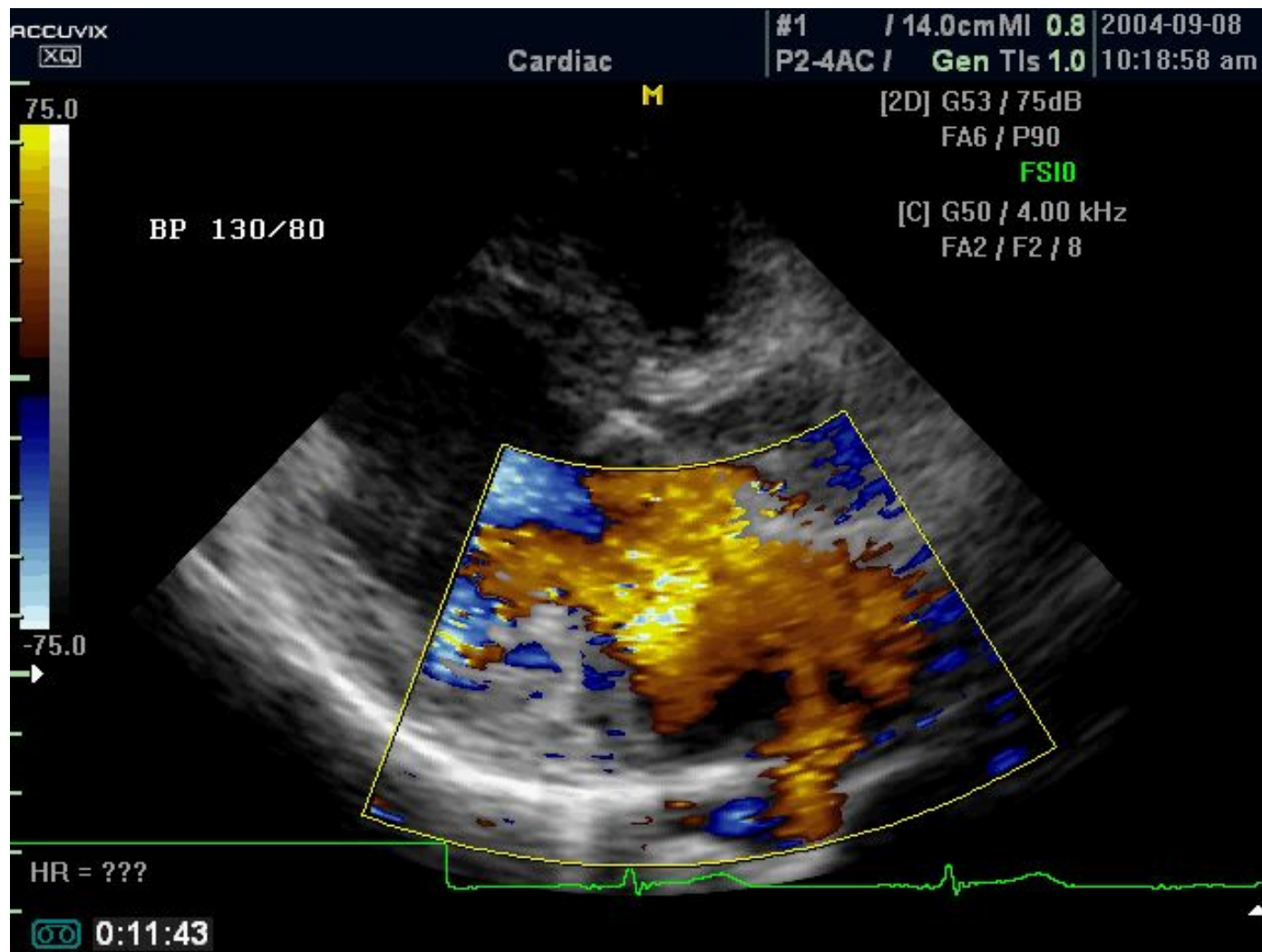
# Цветовой доплер



- Другие названия технологии:
- Цветное доплеровское картирование (ЦДК),
- color flow mapping (CFM)
- color flow angiography (CFA).



- Брюшная аорта
- режим цветного доплеровского картирования



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





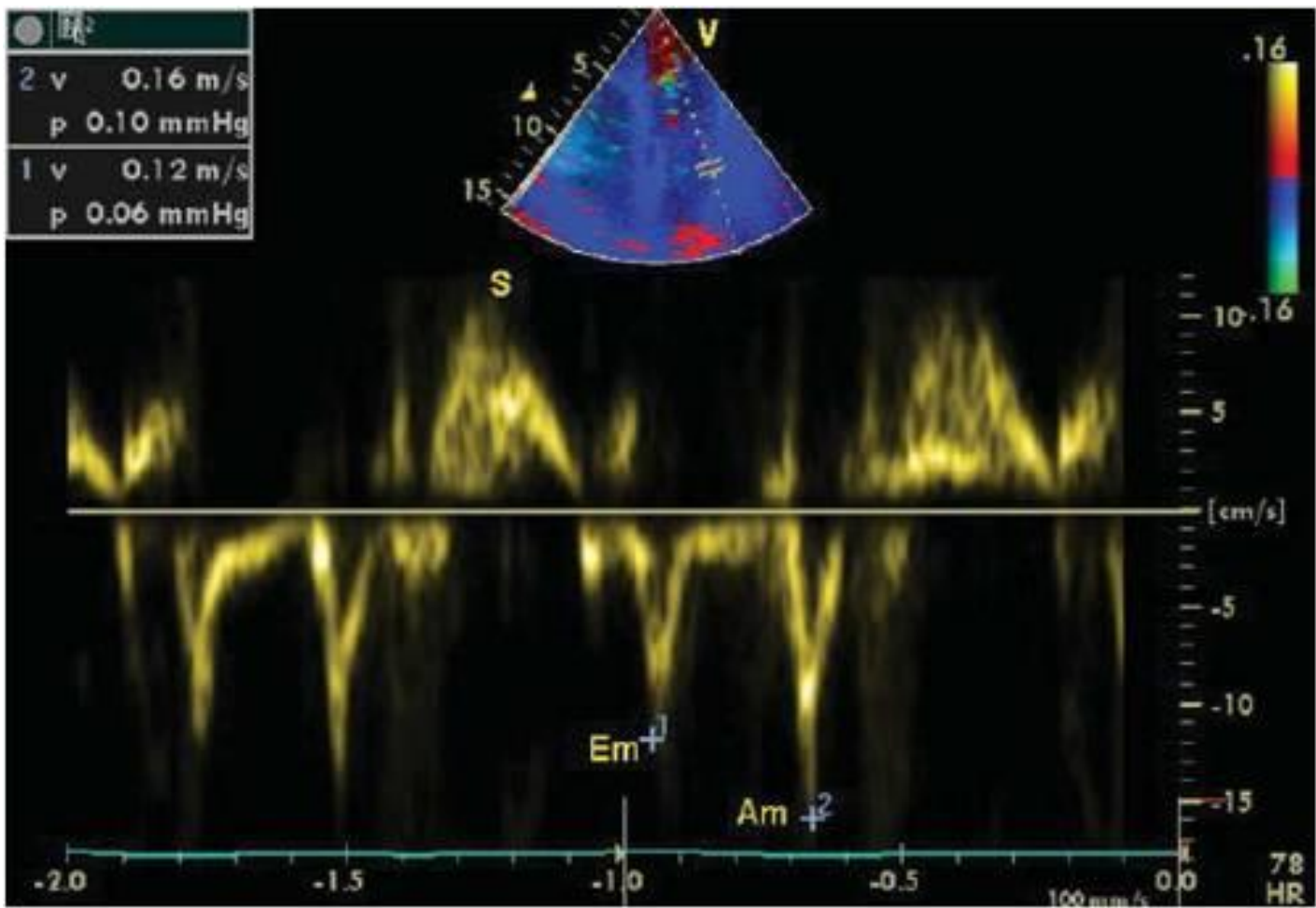
- Сердце, апикальный доступ, 4-камерная позиция, цветной доплер.



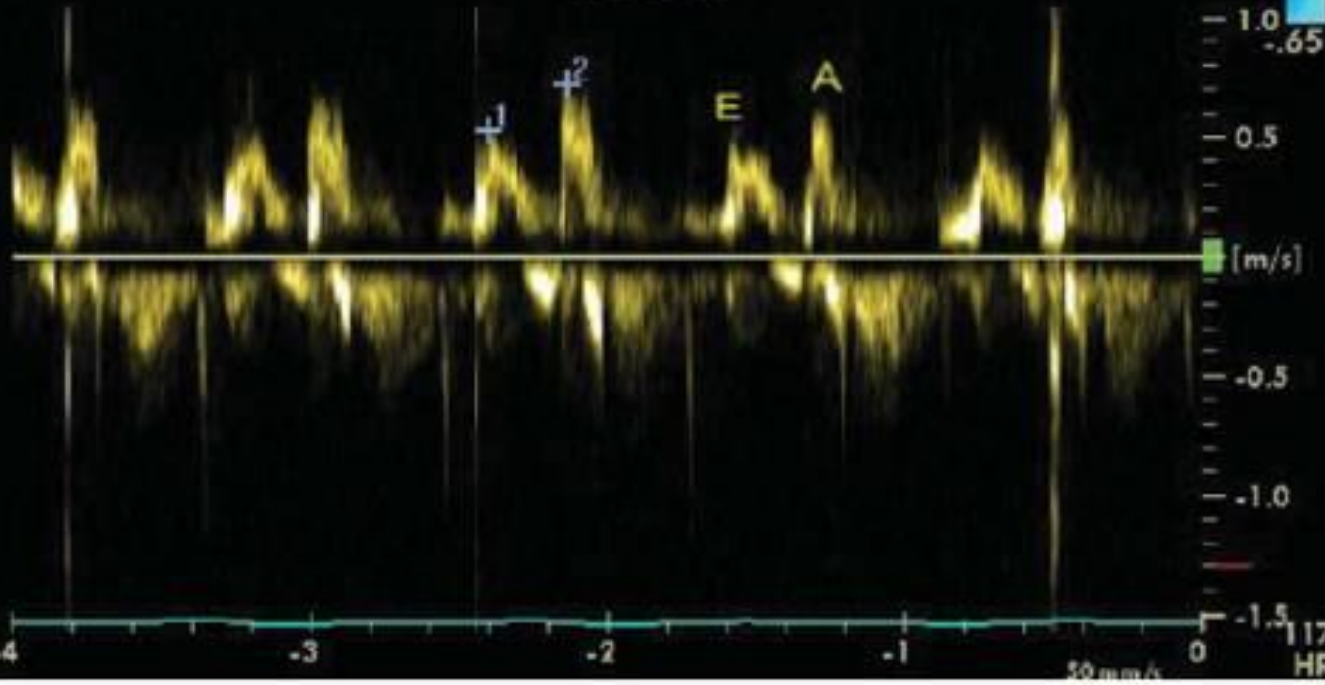
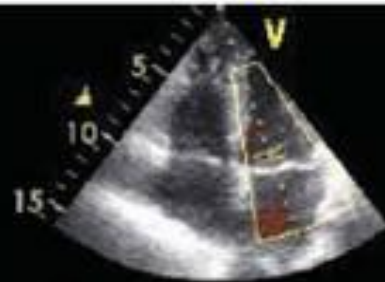
- Сердце, апикальный доступ, 4-камерная позиция, цветной доплер.

# 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.



2 v	0.72 m/s
p	2.08 mmHg
1 v	0.53 m/s
p	1.10 mmHg



SA8000

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

Сердцебиение в  
8 недель  
беременности

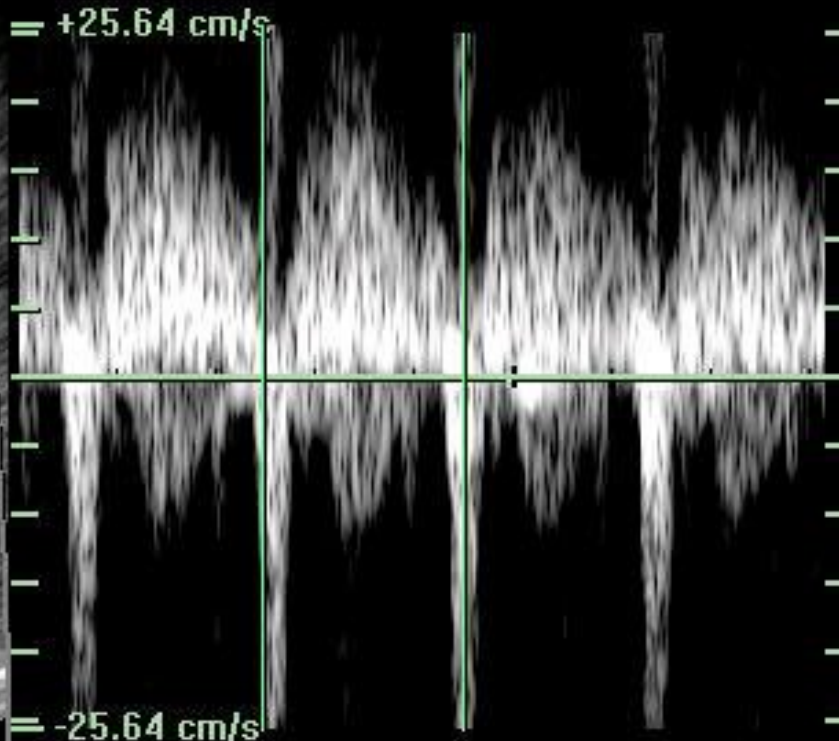
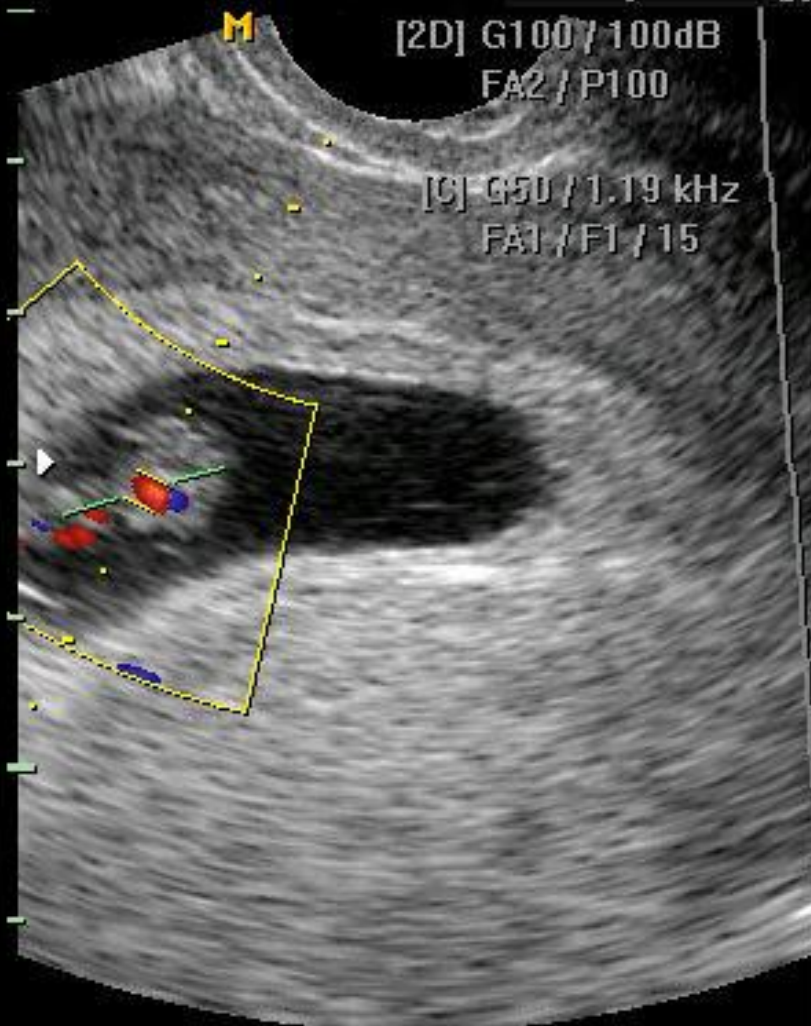
[2D] G100 / 100dB  
FA2 / P100

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

8.9



-8.9



Fetal HR 146bpm

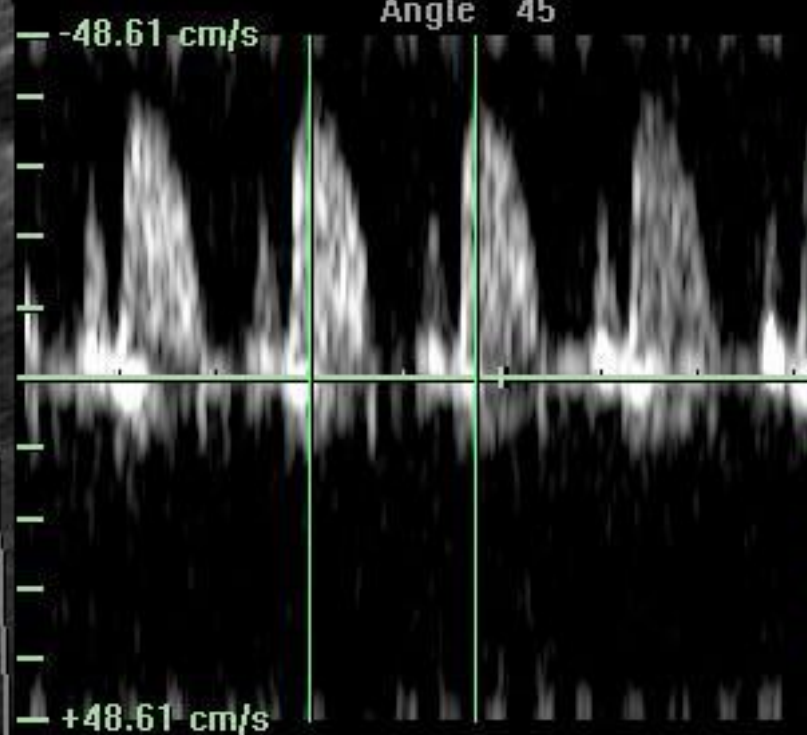
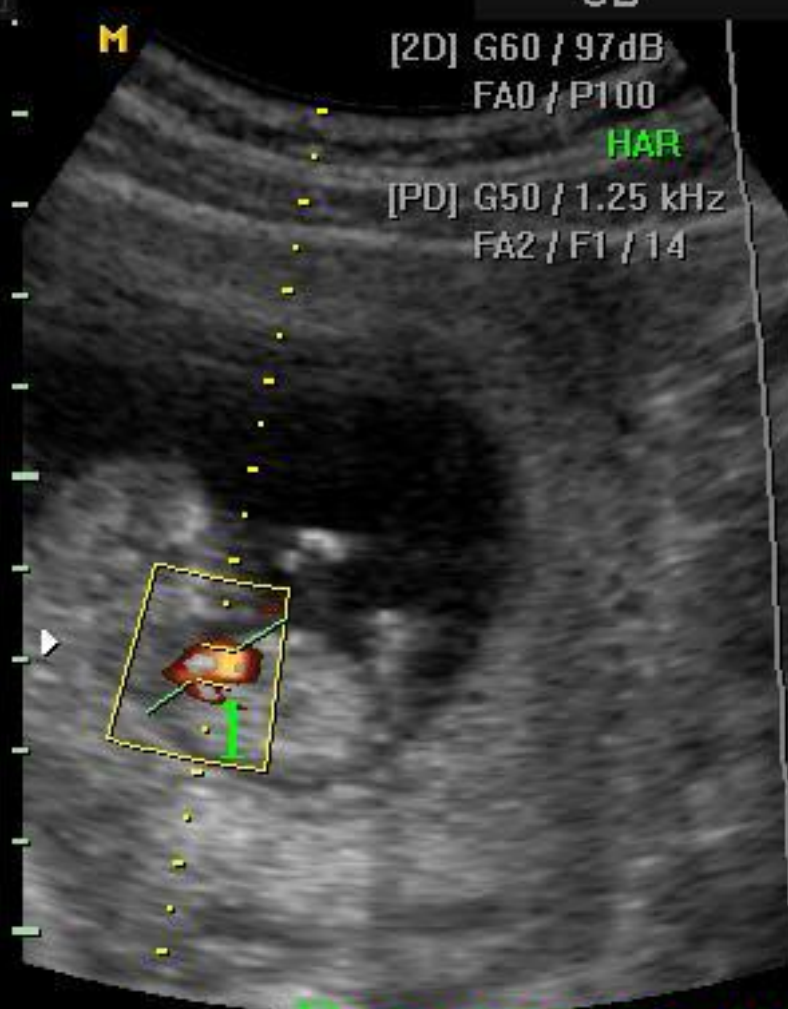
SA8000

Центр иммун. и репрод. #676 / 10.0cmMI 0.9 20-12-2003  
OB C3-7ED / Gen Tlb 1.7 11:51:17

M

[2D] G60 / 97dB  
FA0 / P100  
HAR  
[PD] G50 / 1.25 kHz  
FA2 / F1 / 14

[PW] G50  
F1 / 2.50 kHz  
Depth 64  
Size 4  
Angle 45



Беременность 11 - 12 недель  
1 - сердцебиение плода

Lossy 7:1

Fetal HR 176bpm

SA8000

Центр имм. и репрод.

#1496 /

m) Gynecology

C3-7ED /

Сердцебиение  
плода

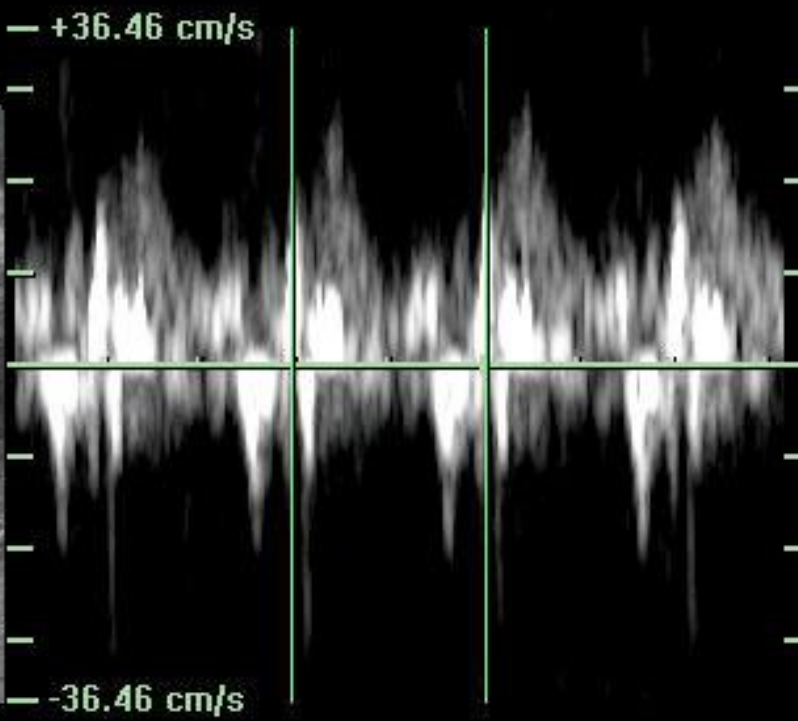
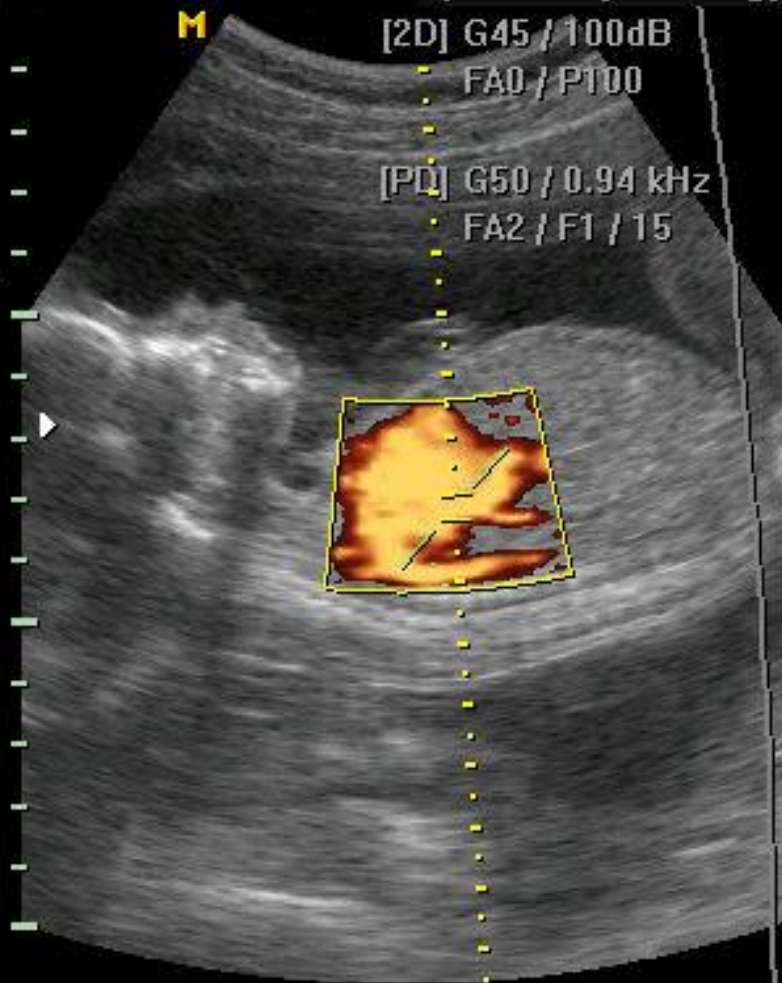
M

[2D] G45 / 100dB

FA0 / PT00

[PD] G50 / 0.94 kHz

FA2 / F1 / 15



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.

# Тканевой импульсный доплер (Pulsed Wave Tissue Velocity Imaging).

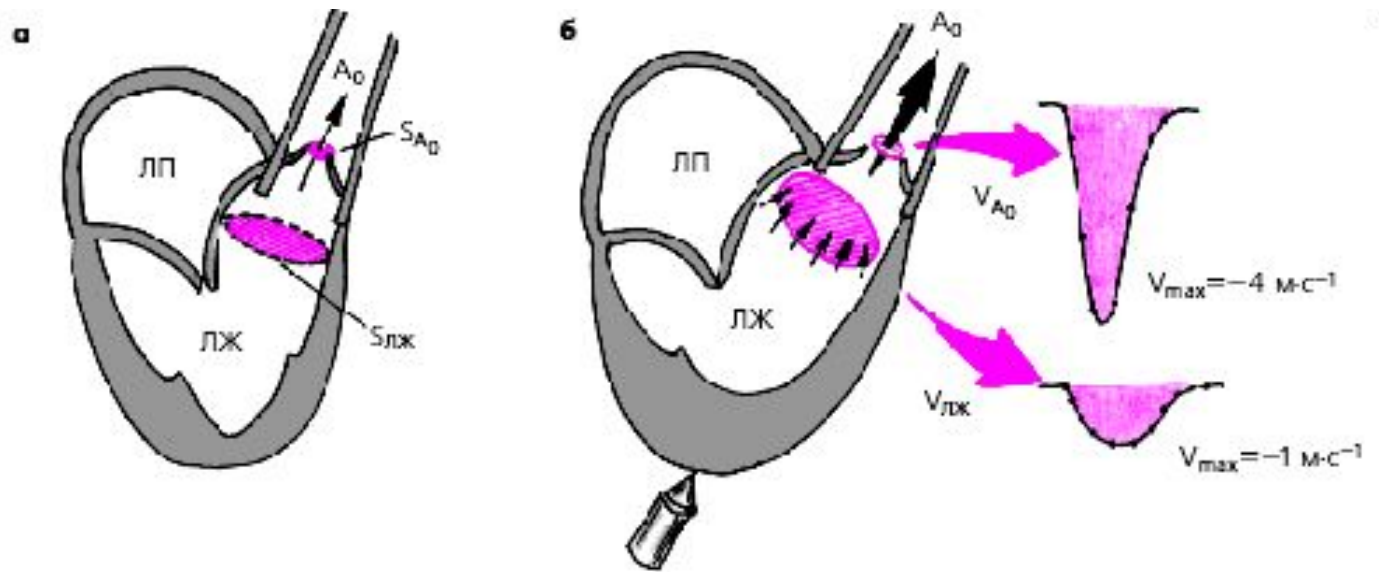
- Позволяет оценить графически характер движения стенки желудочков в конкретной данной точке. Выделяют систолический компонент, ранний и поздний диастолический компоненты.
- Данный вариант доплера позволяет проводить картирование миокарда и увеличивает точность диагностики у больных с ишемической болезнью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

# Чреспищеводная ЭхоКГ

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

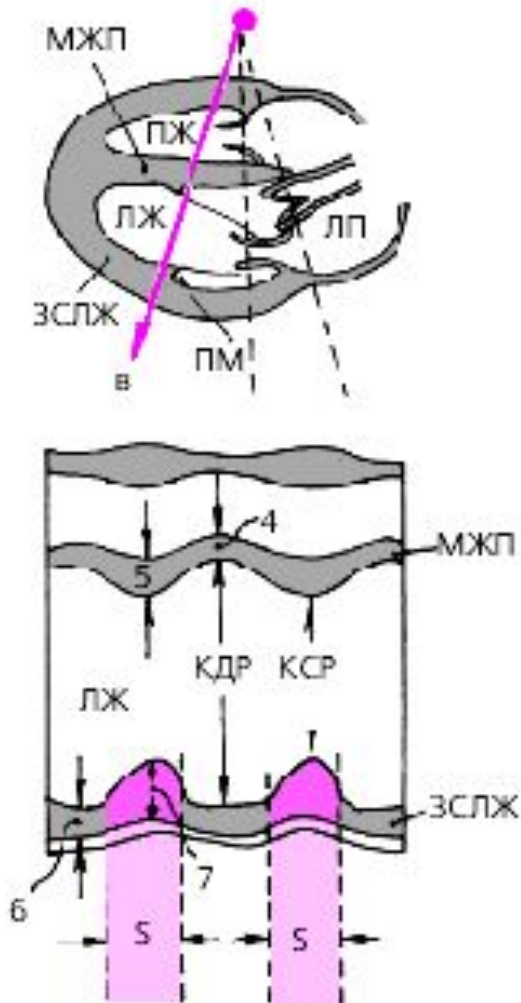


- Сердце, аортальный клапан, черезпищеводный доступ.



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

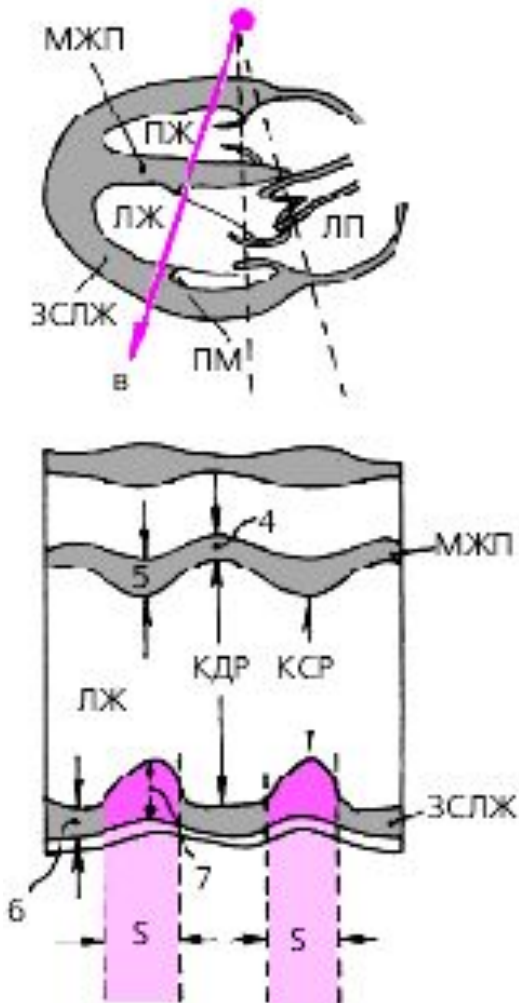
# Оценка функционального состояния желудочков



- **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 Teicholz



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

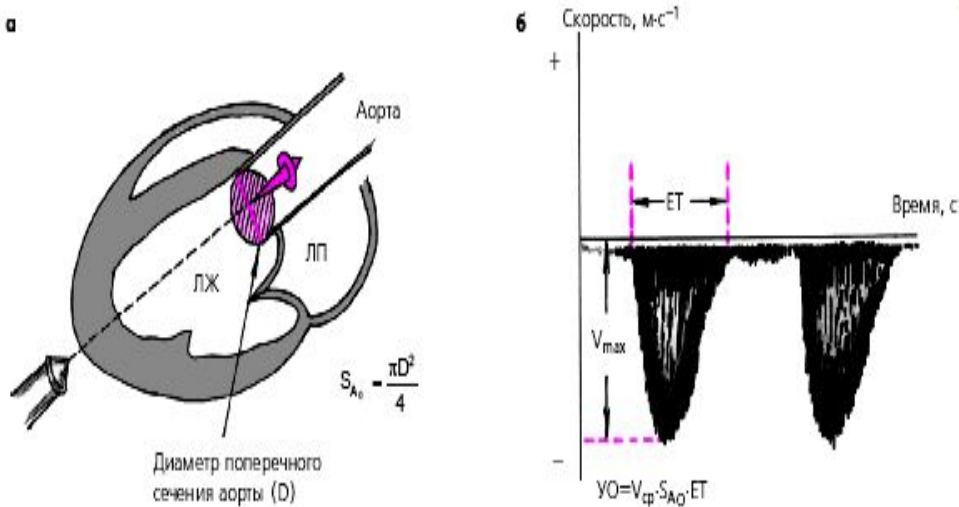
$$V = \frac{7,0}{(2,4 + D)} \cdot D^3,$$

- 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



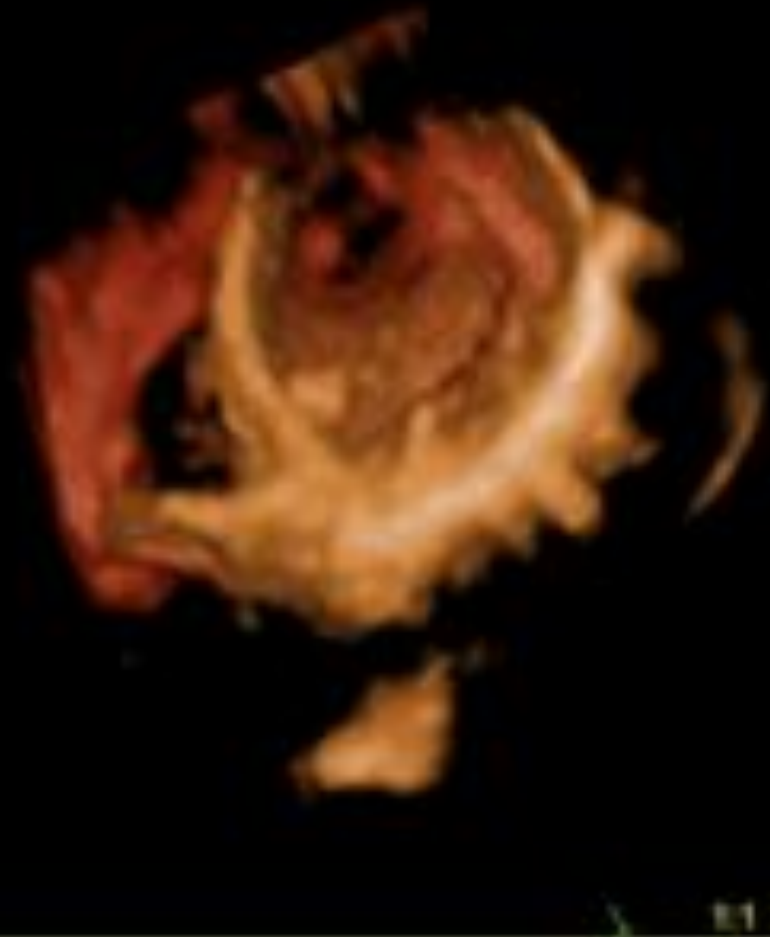
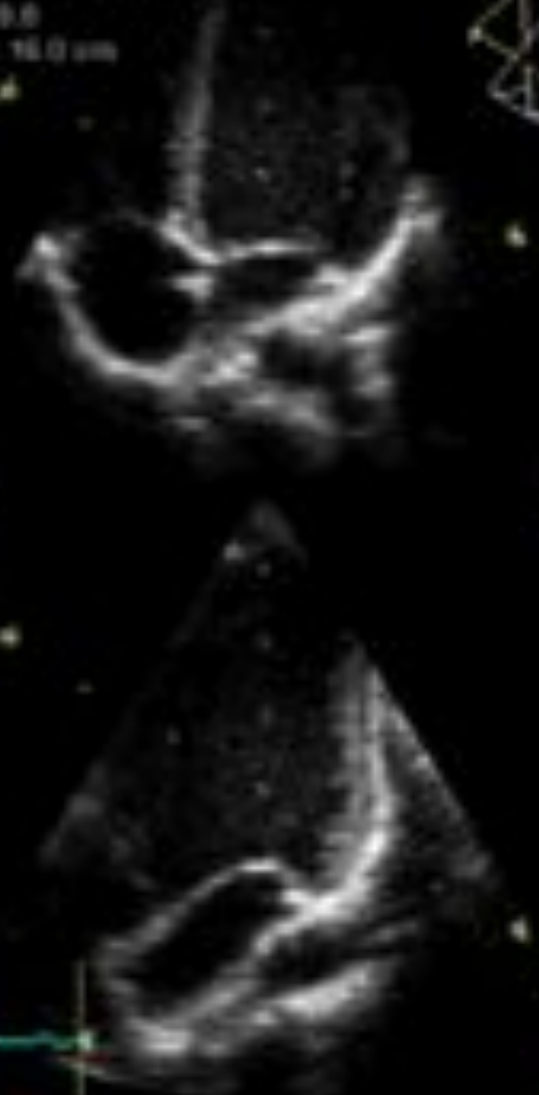
Для расчета УО (мл) среднюю линейную скорость кровотока  $V_{cp}$  (м · с<sup>-1</sup>) умножают на продолжительность систолы  $ET$  (с) и площадь поперечного сечения аорты —

$S$  (см<sup>2</sup>):

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

06/03/2008 12:54:14  
Catheter  
Depth: 1.7 mm/0.0 MHz  
RF: 19.0  
Cycle: 16.0 cm

V



1:1 HR 76