



ВЕКОВЫЕ ТРАДИЦИИ
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Физические принципы, основные виды и клиническое значение ЭХОкг

Мальцева А.С.

МШ «МБ» 5 курс 01-86 ПМГМУ им. И.М. Сеченова

2018

Клиническое значение ЭХОкг

- Быстрая диагностика острых заболеваний сердечно-сосудистой системы
- Диагностика хронических заболеваний сердечно-сосудистой системы
- Диагностика некоторых заболеваний дыхательной системы
- Определение гемодинамических показателей
- Контроль инвазивных манипуляций (пункция перикарда)

Трансторакальная ЭХОкг



Чреспищеводная ЭХОкг

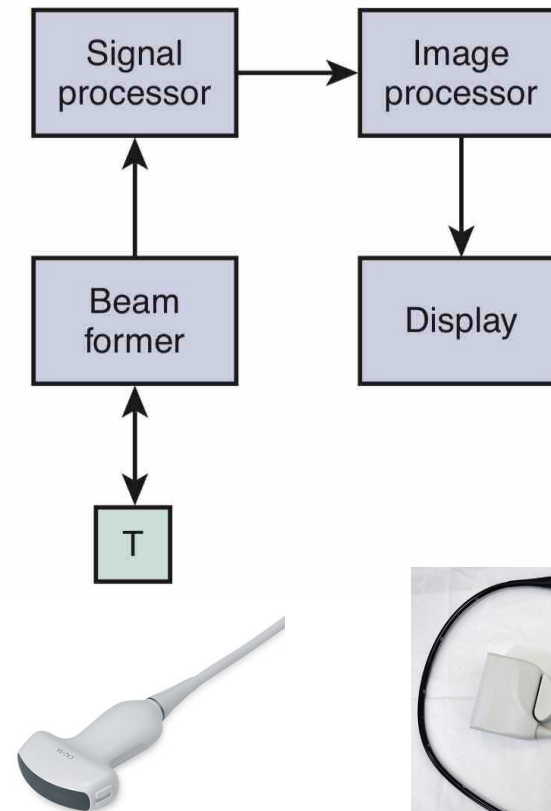
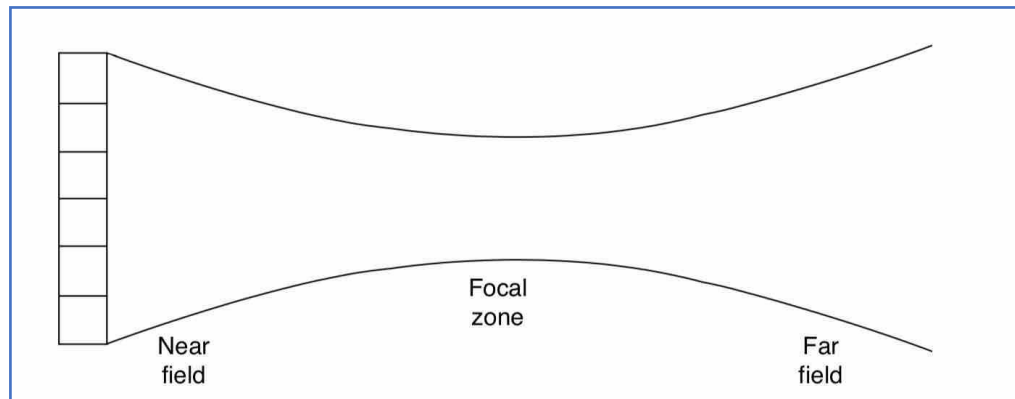
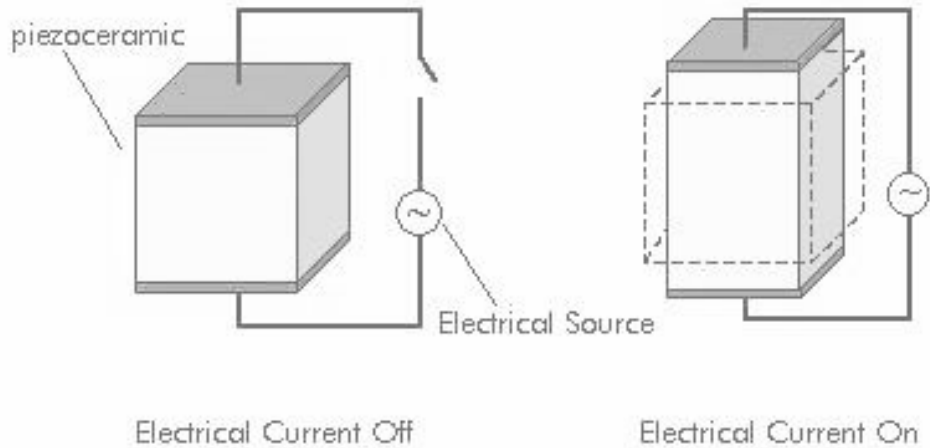


?

Когда ЧПЭХО может быть полезной?

- Диагностическая ЧПЭХО в случае, когда ТТЭХОкг неинформативна, а предполагаемые на ЭХО изменения могут повлиять на схему лечения
- Периоперационная ЧПЭХО
- Интервенционная ЧПЭХО (контроль чрескожных транскатетерных вмешательств)

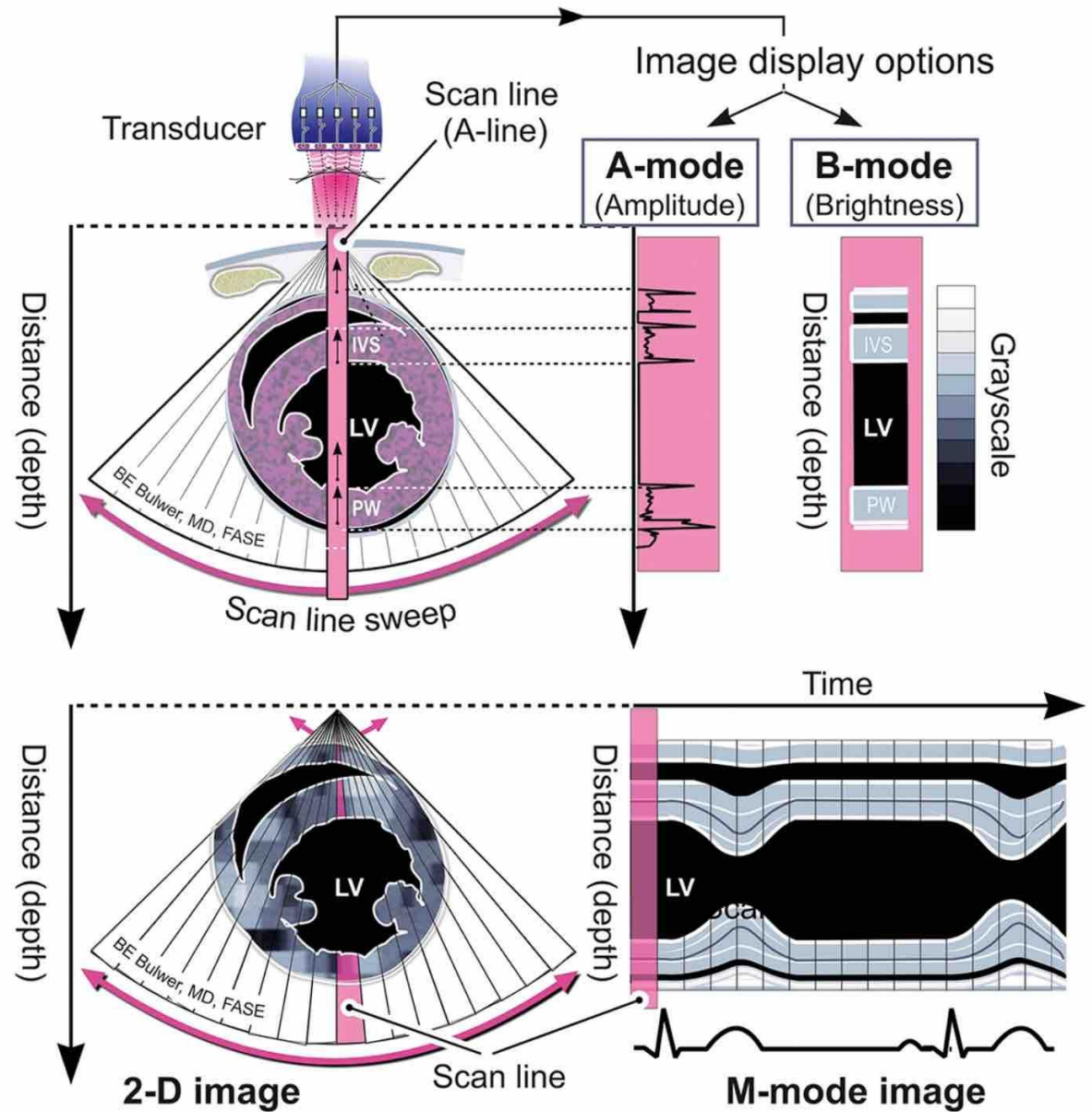
Как это работает?



Протяженность ближней зоны зависит от радиуса датчика (r) и длины ультразвуковой волны λ

Режимы исследования

- A-mode (amplitude)
- B-mode (brightness)
- M-mode (motion)
- 2-D image



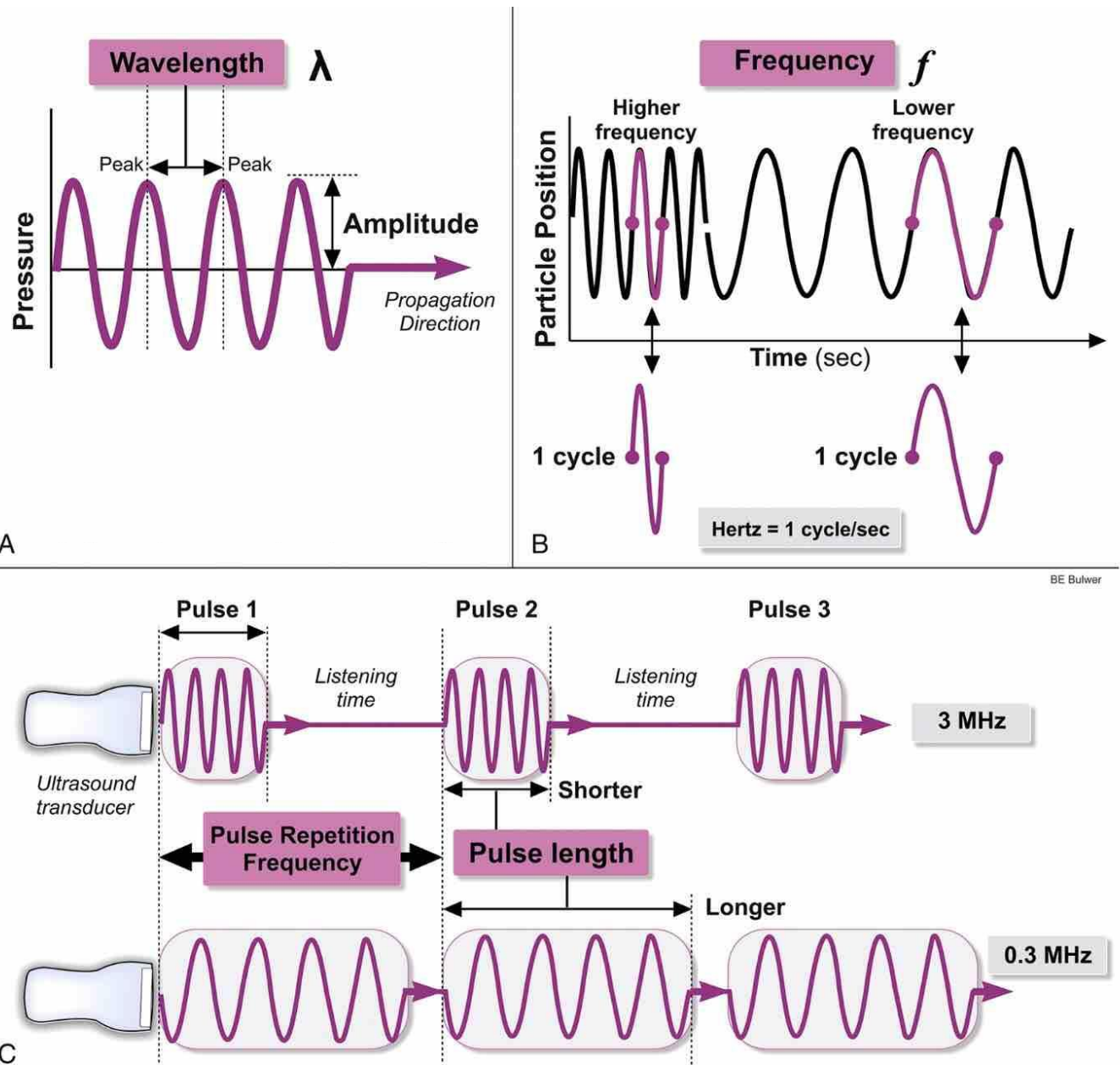
Характеристики УЗ-волны

Основное уравнение потока:

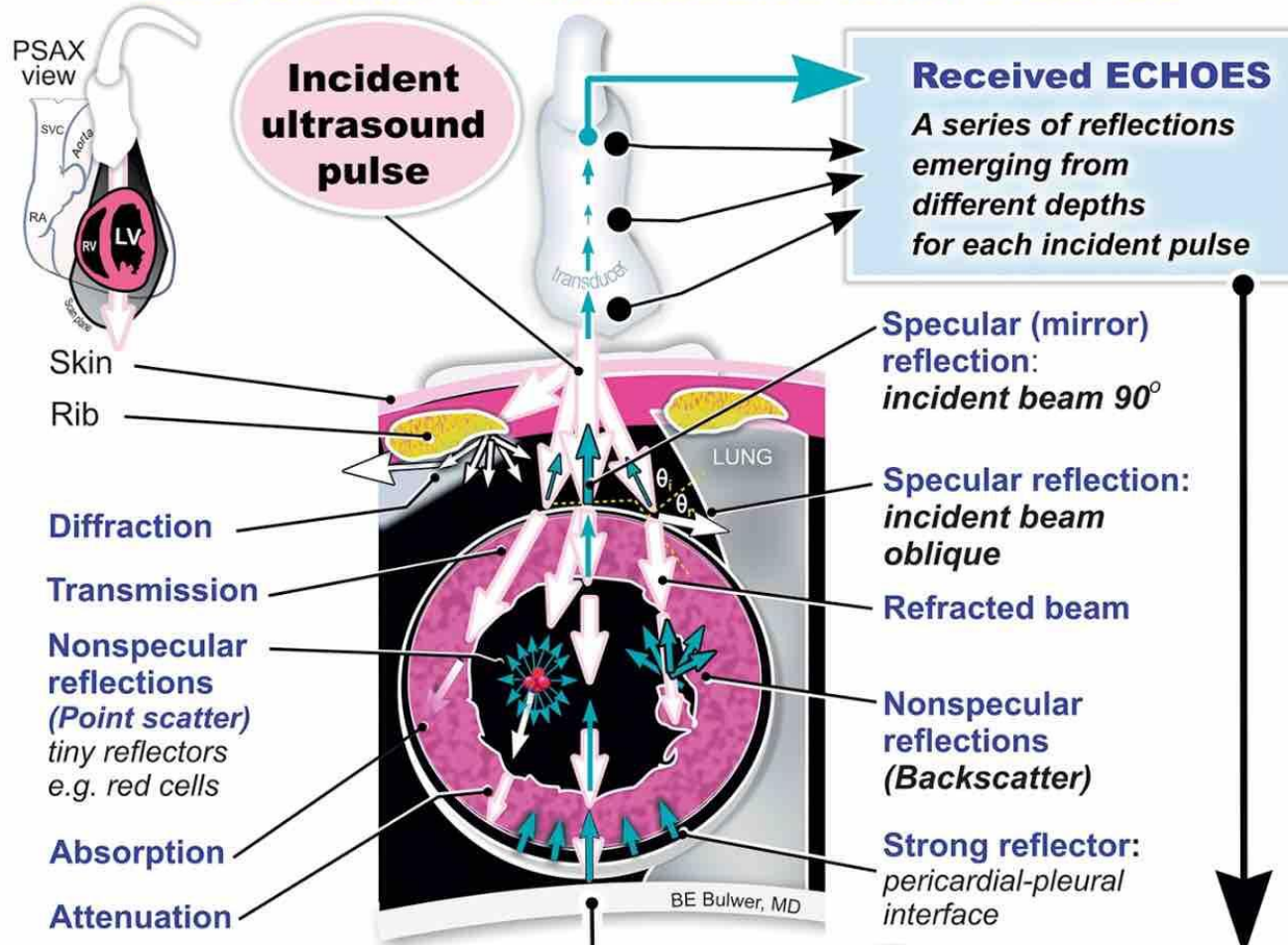
$$\text{Velocity } (C) = f \lambda$$

Propagation Speed = Frequency x Wavelength

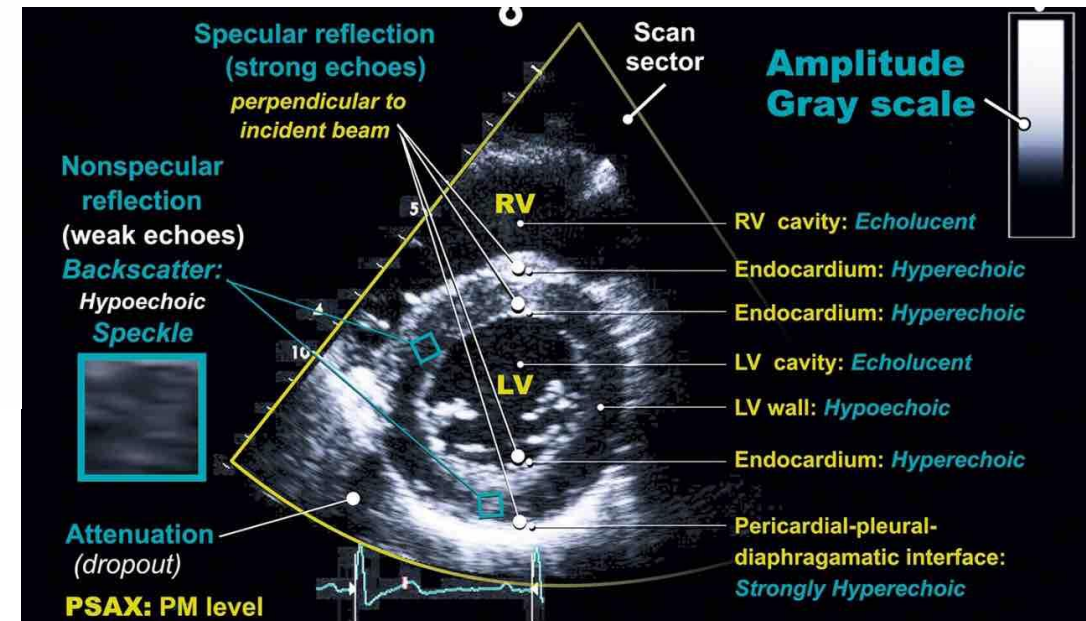
PRF обратно
пропорциональна глубине
распространения импульса



Interaction of Ultrasound with Tissues

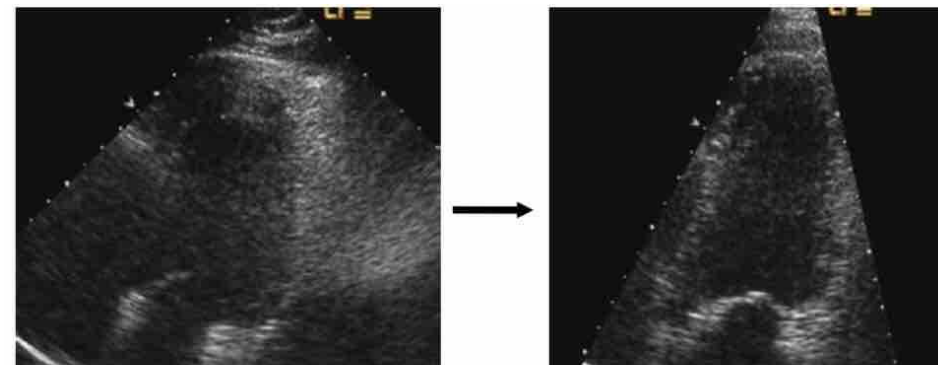
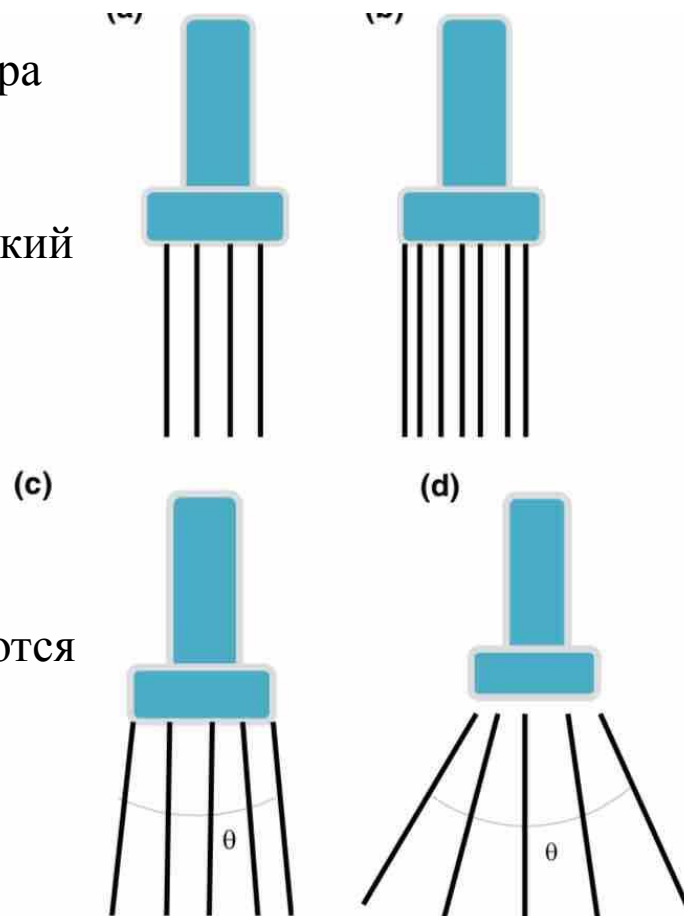


Что происходит с УЗ-сигналом в тканях?



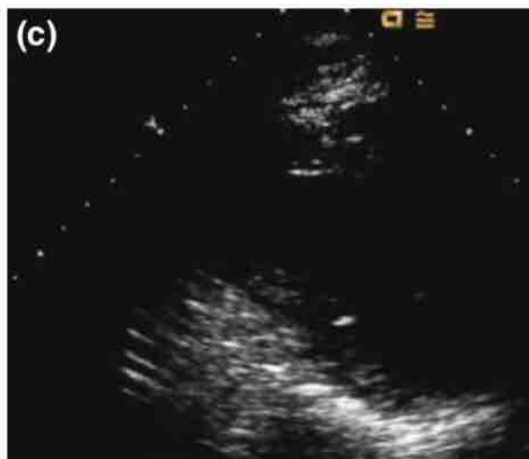
Какие параметры можно настроить при исследовании в 2-D режиме?

- Scan line density (частота сканирующих линий)
- Sector angle (ширина сектора сканирования)
- Gain (усиление)
- Dynamic range (динамический диапазон оттенков)
- Time-Gain compensation (TGC) (усиление от глубокорасположенных структур)
- Depth (глубина, с которой принимаются и обрабатываются импульсы)
- Sweep rate (M-mode and Doppler only) (скорость развертки изображения)



Scan line density

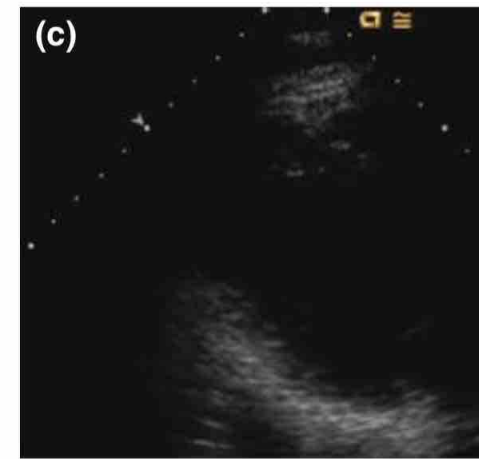
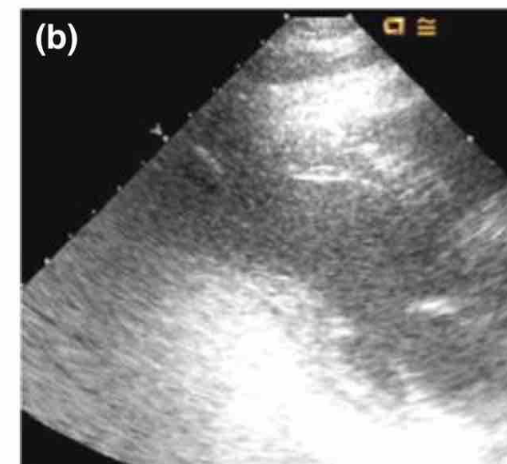
Увеличение частоты линий, сужение ширины сканирующей области



Dynamic range (динамический диапазон)

(b) Расширение диапазона оттенков

(c) Сужение диапазона оттенков



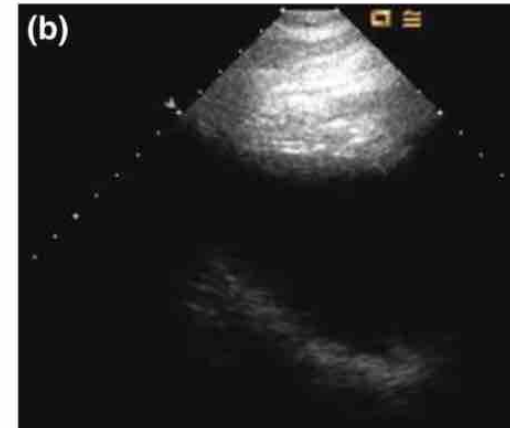
Gain (усиление)

(b) повышение

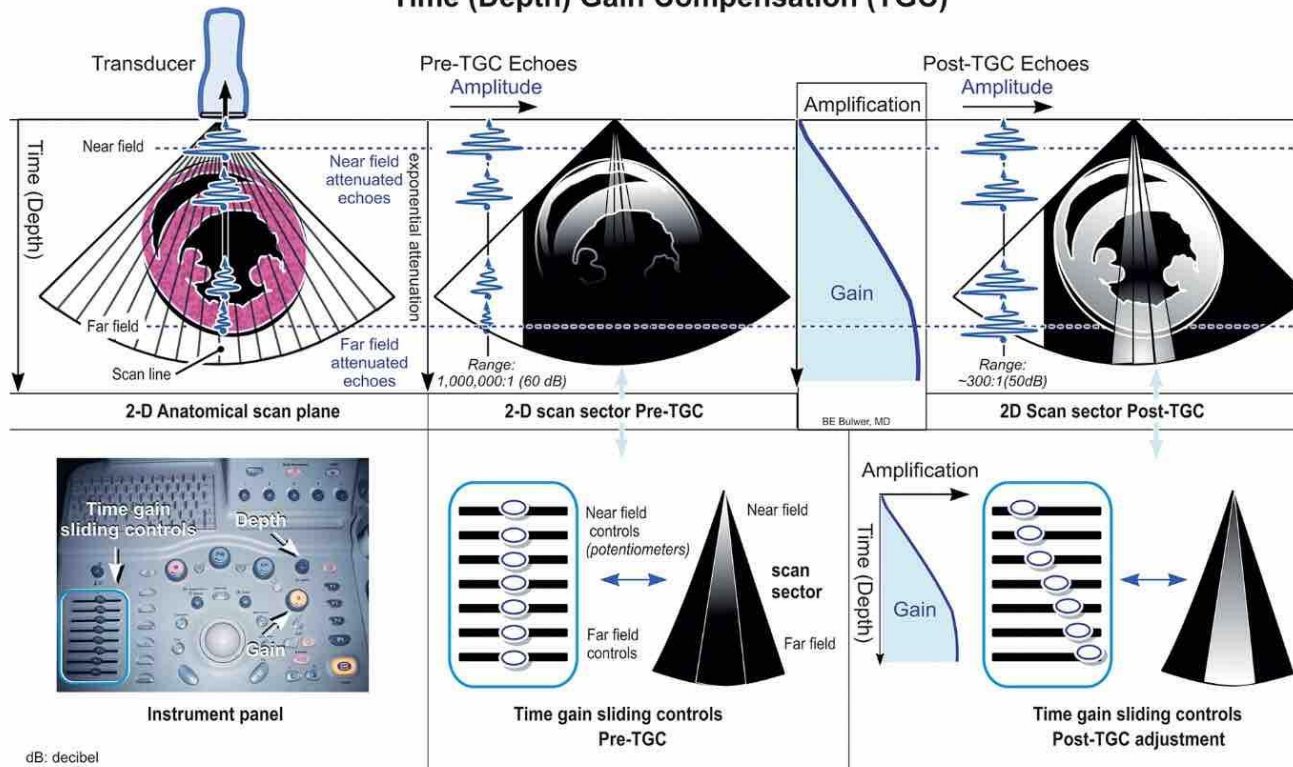
(c) снижение



Depth
Изменение
глубины, с
которой
принимаются и
обрабатываются
импульсы



Time (Depth) Gain Compensation (TGC)

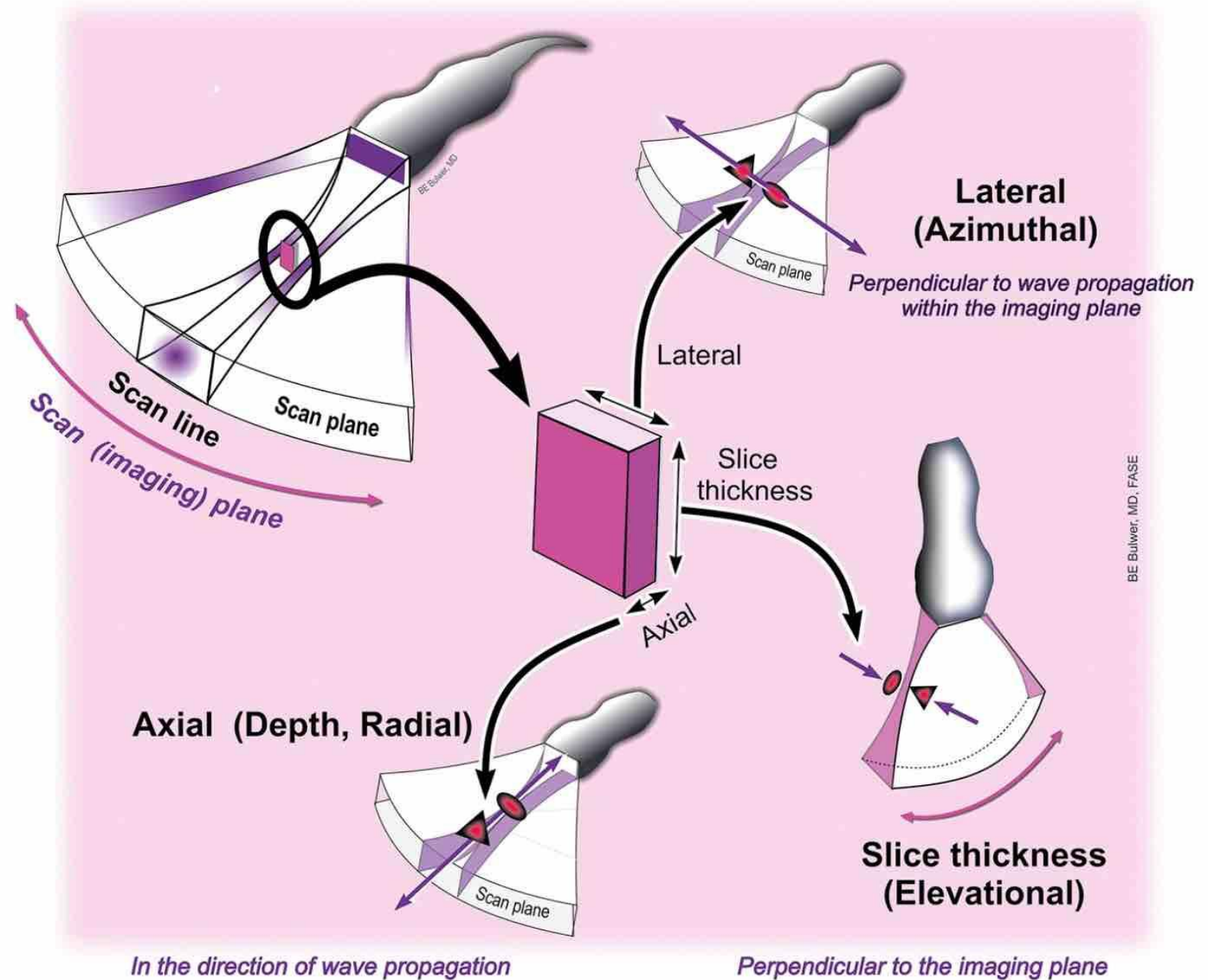


dB: decibel

Time-Gain compensation
Усиление от далеко
расположенных структур

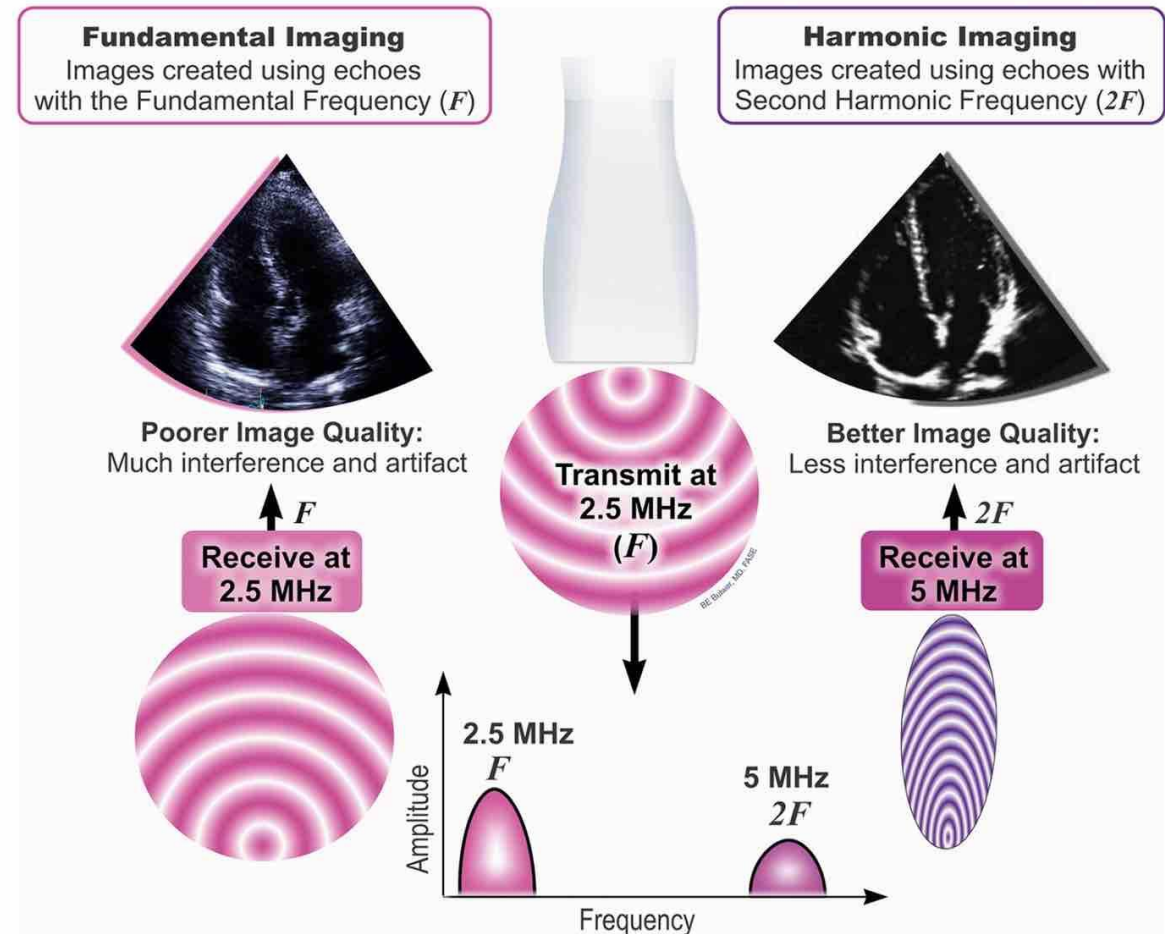
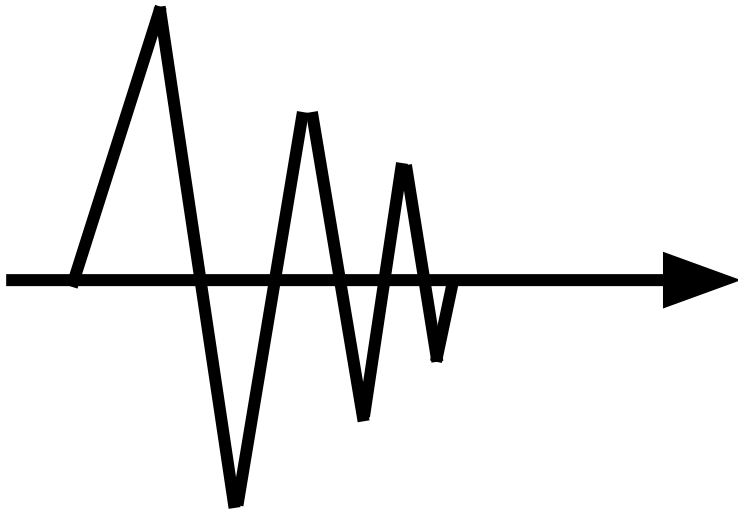
Пространственное и временное разрешение

Spatial Resolution Parameters



Fundamental Imaging vs Harmonic Imaging

- Улучшение соотношения сигнал-шум
- Улучшение визуализации границы эндокарда и других структур



Doppler базовые принципы

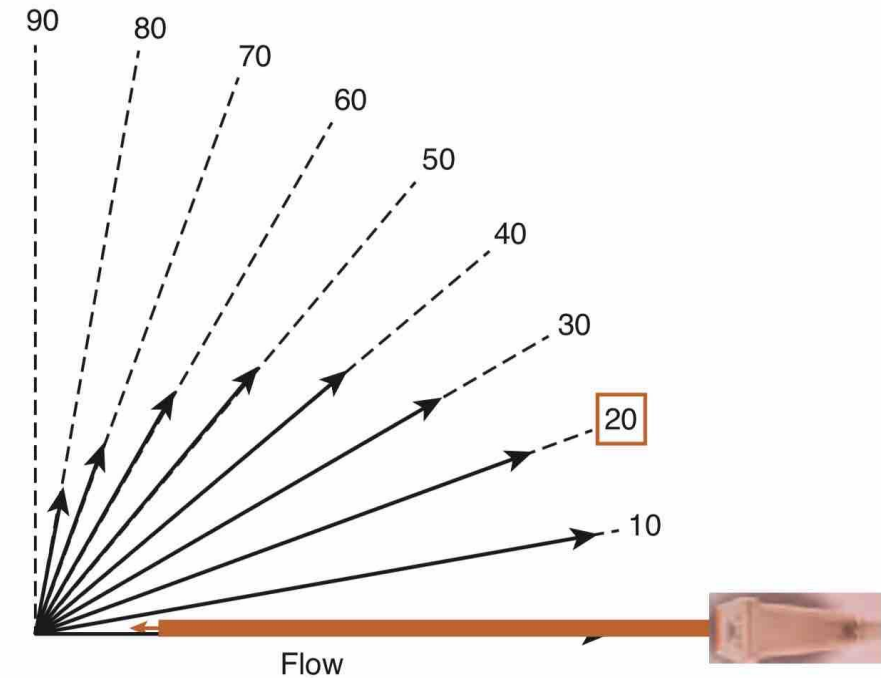
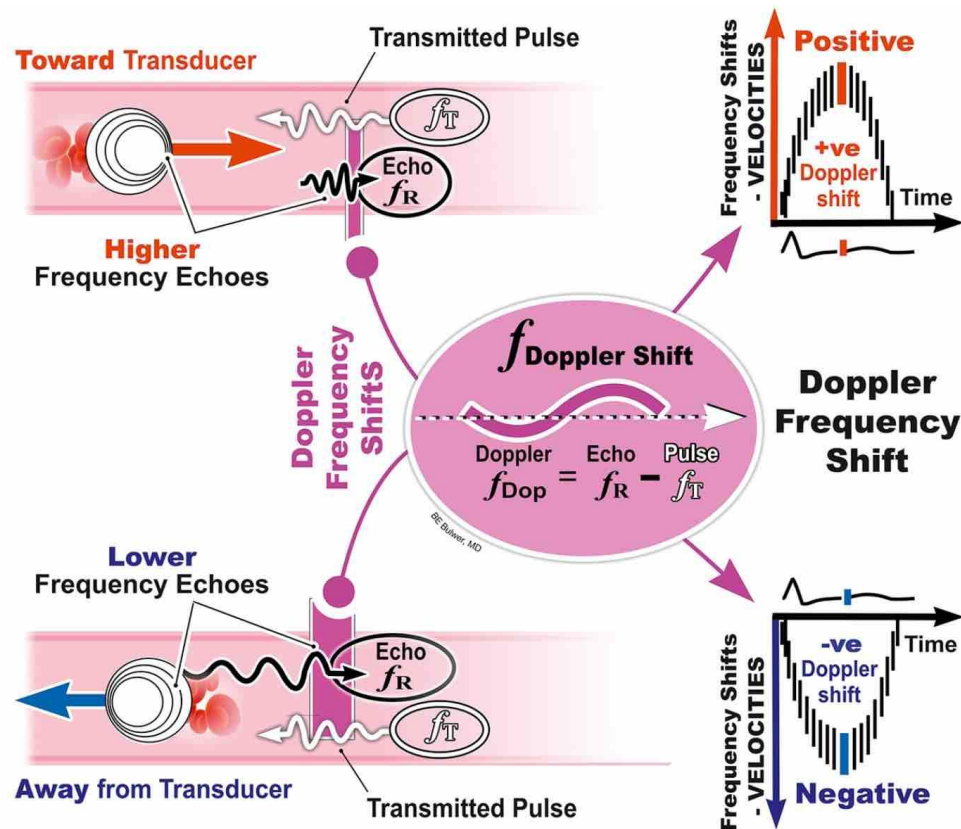


Figure 3.1. Doppler shift decreases as Doppler angle increases.

Angle correction позволяет повысить точность исследования в случае, когда угол известен и кровоток ламинарен. Не рекомендуется применять при исследовании сердца

Уравнение доплеровского сдвига

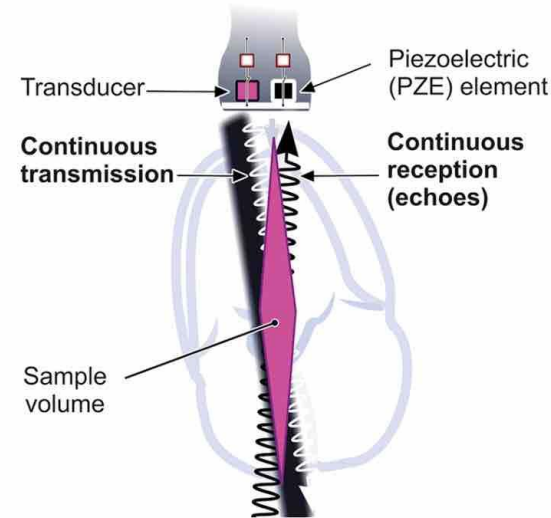
$$\Delta F = (F_r - F_t) = (2F_t V \cos \theta) / C$$

V – скорость движения крови к датчику

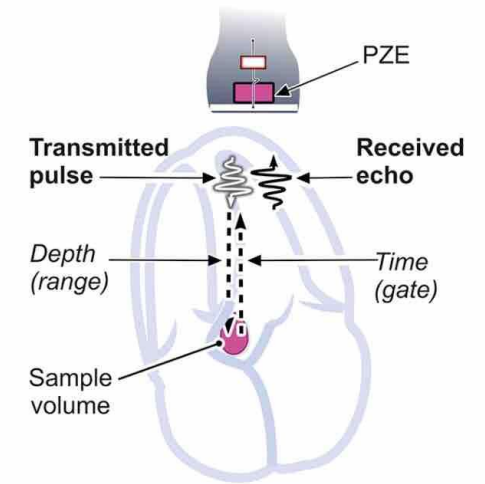
C – скорость распространения УЗ в среде

Continuous-Wave Doppler (CW) and Pulsed-Wave Doppler (PW)

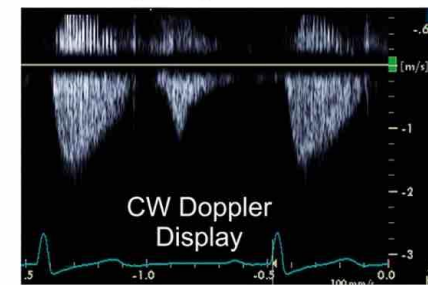
Continuous-Wave Doppler (CW) Principle



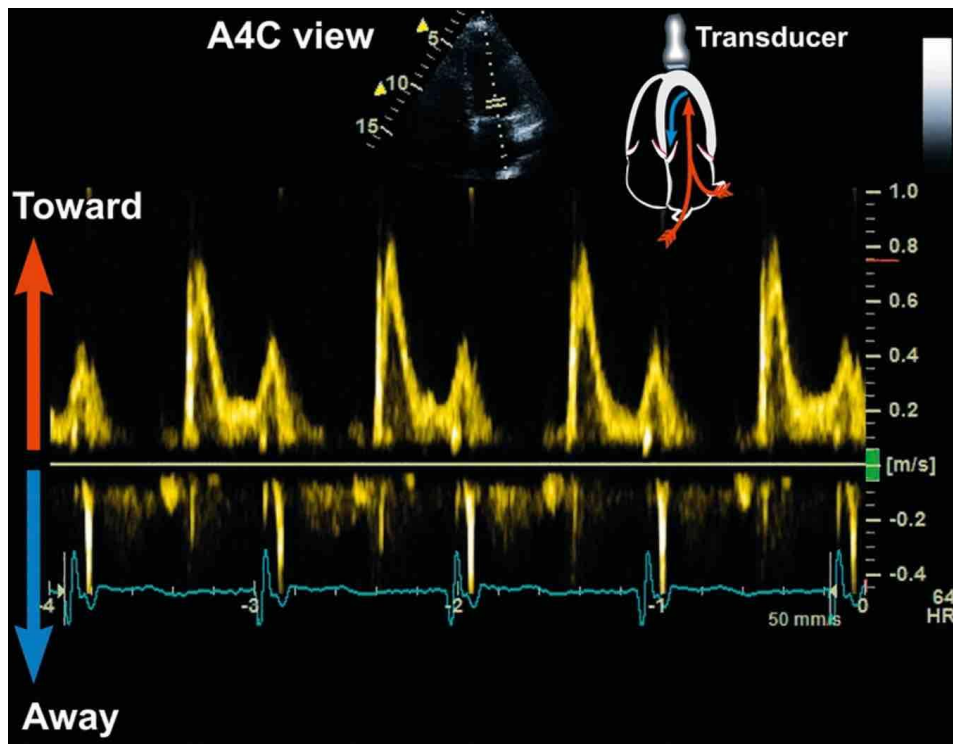
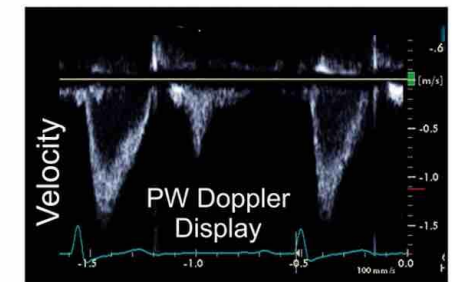
Pulsed-Wave Doppler (PW) Principle



- Two PZE crystals:
 - one transmitting (100%)
 - one receiving (100%)
- Continuous operation (*duty factor = 1*)
- Large sample volume
- No range/depth specificity: *cannot distinguish the exact anatomical location of the velocities measured*
- Detects wider range of velocities
- No aliasing at high velocities



- One PZE crystal:
 - same crystal transmitting (~1%)
 - same crystal receiving (~99%)
- Pulse-Echo operation
- Small sample volume
- Range/depth specificity: *can distinguish the exact anatomical location of the velocities measured*
- Detects narrower range of velocities
- Aliasing at higher velocities



Как PRF может повлиять на результат измерения?

При высокой разнице в скоростях потока и низкой частоте генерации импульса некоторые скорости «выпадают» из измерения, и спектрограмма неверно их отображает. Такое явление называется *aliasing*.

	 Speed = 1 revolution / minute					Velocity / Direction
Sampling rate 4 x / minute	Start	15 sec	30 sec	45 sec	60 sec	Velocity and direction can be assessed accurately
	 0°	 90°	 180°	 270°	 360°	

	 Speed = 2 revolutions / minute					Velocity/ Direction
Sampling rate 4 x / minute	Start	15 sec	30 sec	45 sec	60 sec	Velocity can be assessed, but direction cannot
	 0°	 180°	 360°	 180°	 360°	

	 Speed = 3 revolutions/ minute					Velocity / Direction
Sampling rate 4 x / minute	Start	15 sec	30 sec	45 sec	60 sec	Direction will be perceived incorrectly as counterclockwise and velocity, incorrectly, as 1 revolution per minute
	 0°	 270 °	 180°	 90°	 0°	

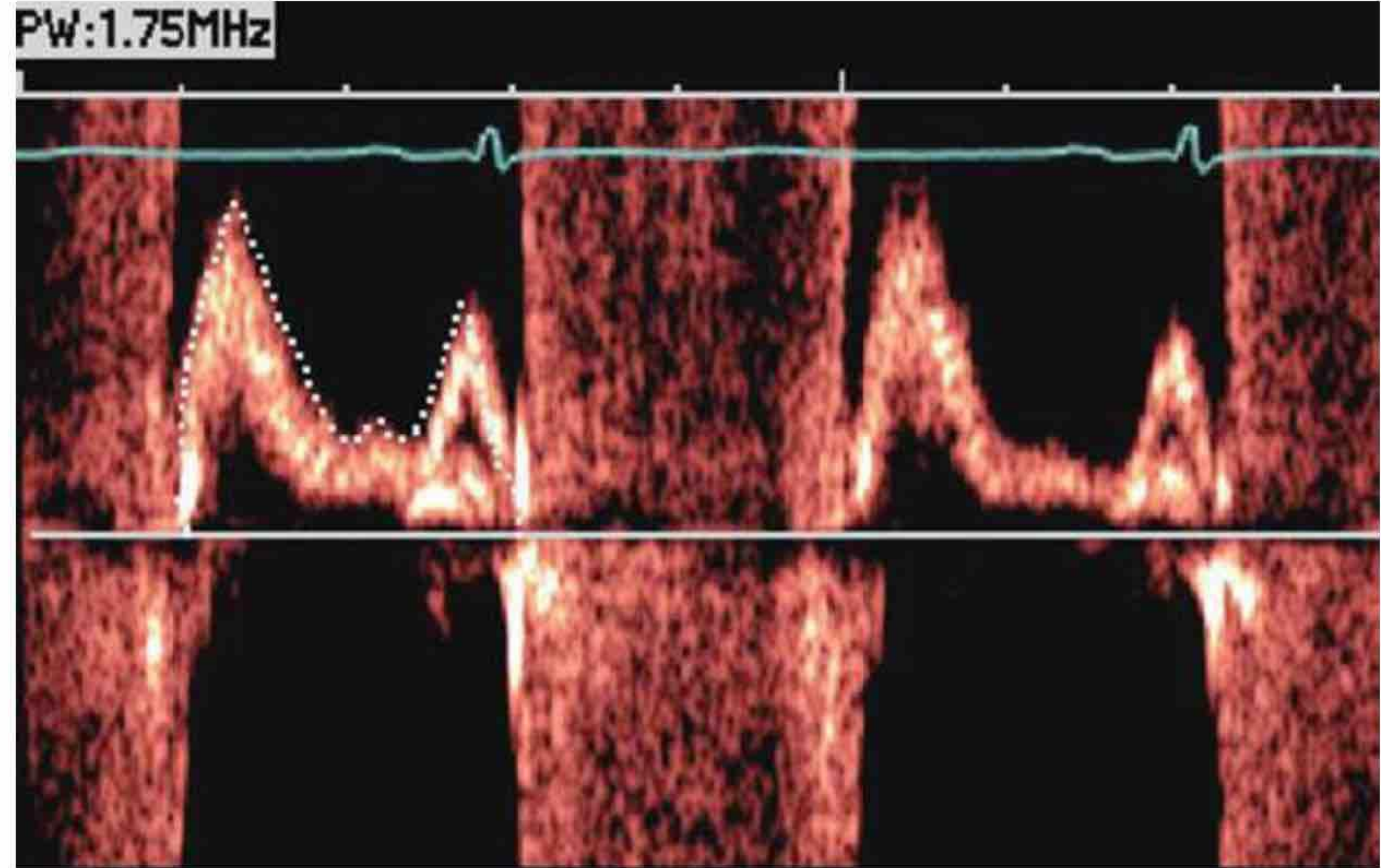
Aliasing

Nyquist frequency (Nyquist limit) – максимальная скорость потока, которую может «обработать» аппарат УЗИ во время PW

$$NL=1/2PRF$$

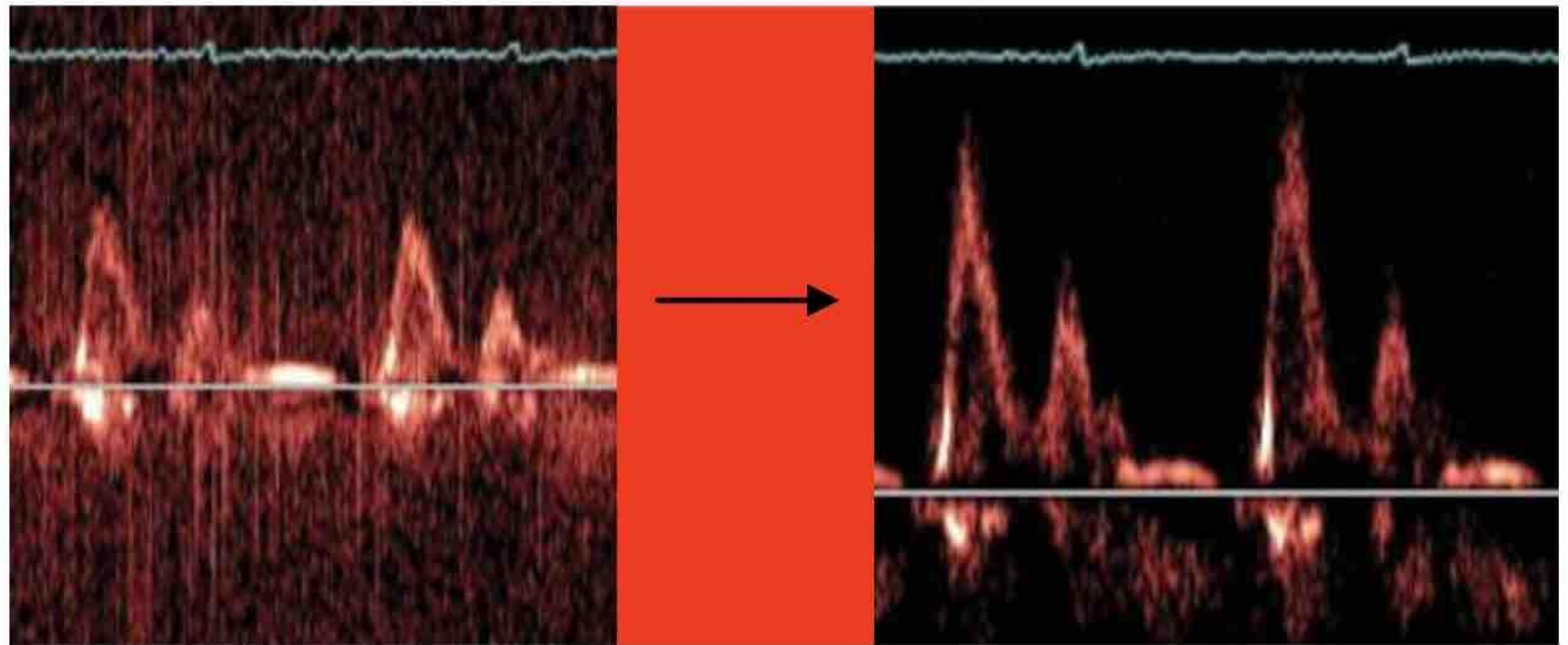
PRF обратно пропорциональная глубине прохождения импульса, следовательно:

- Низкая частота – для глубоко расположенных объектов
- Высокая частота – для близко расположенных

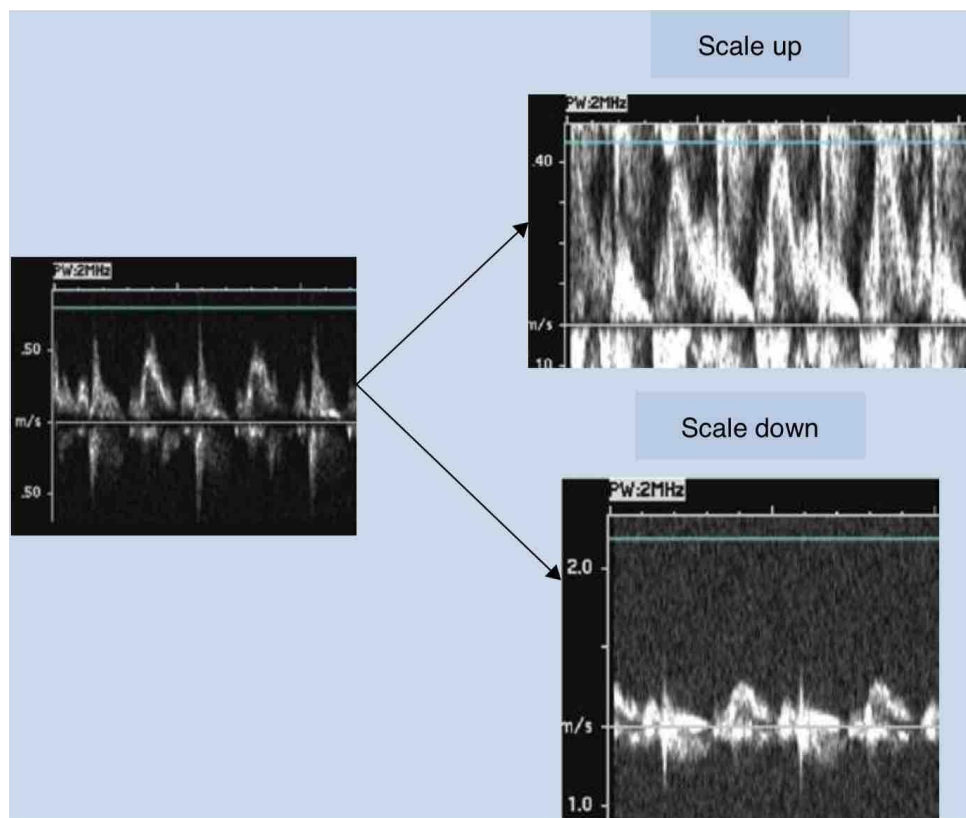


Какие параметры можно настроить во время доплеровского исследования?

- Sample volume (контрольный объем)
- Gain (усиление)
- Scale (шкала скоростей)
- Baseline
- Sweep speed (скорость развертки изображения)



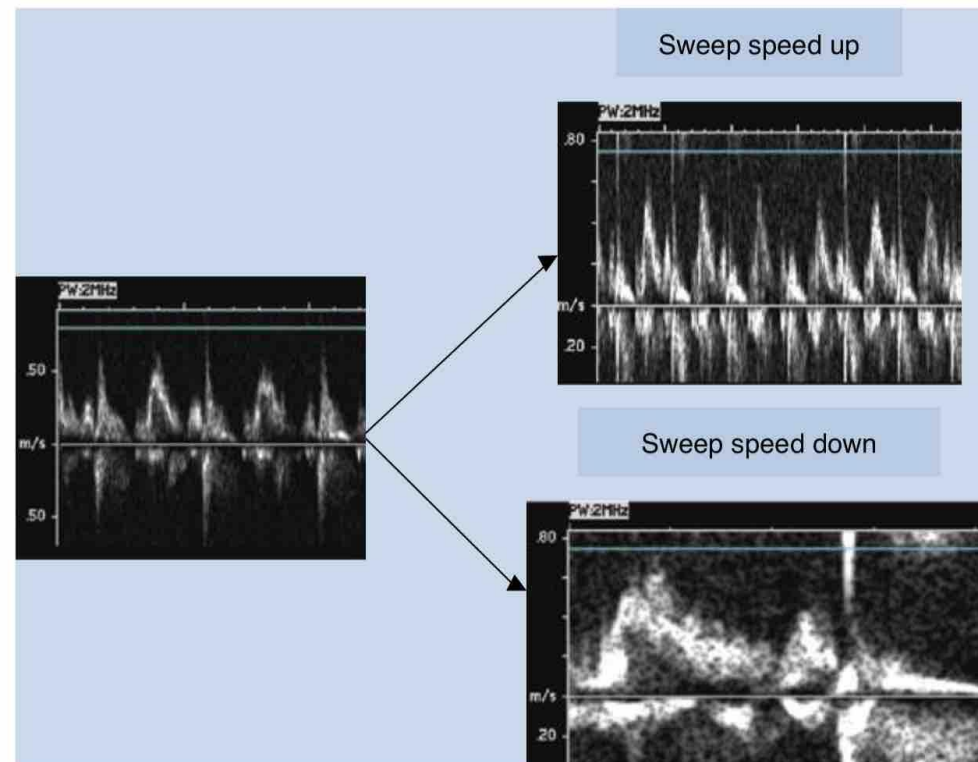
Sample volume
Уменьшение области



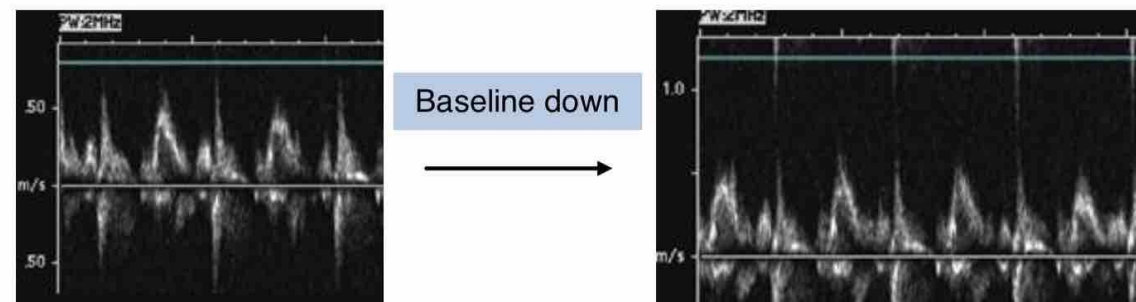
Scale (шкала скоростей)

Scale up – регистрируются
меньшие скорости

Scale down – регистрируются
большие скорости

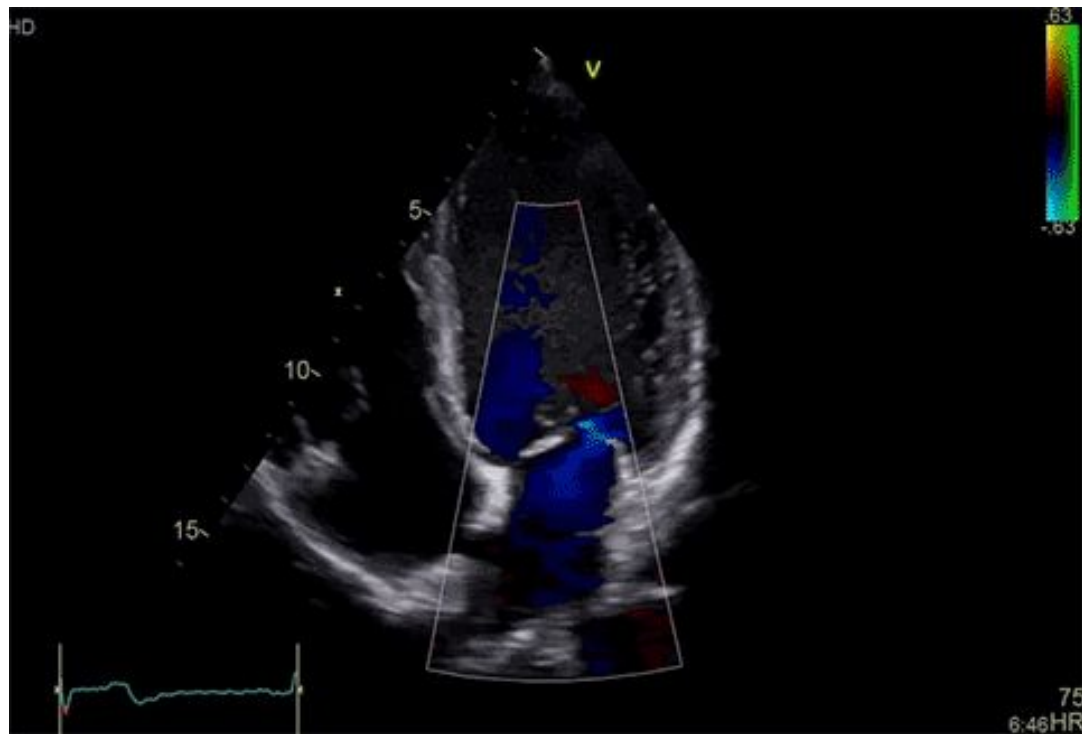


Sweep speed изменение скорости развертки спектрограммы



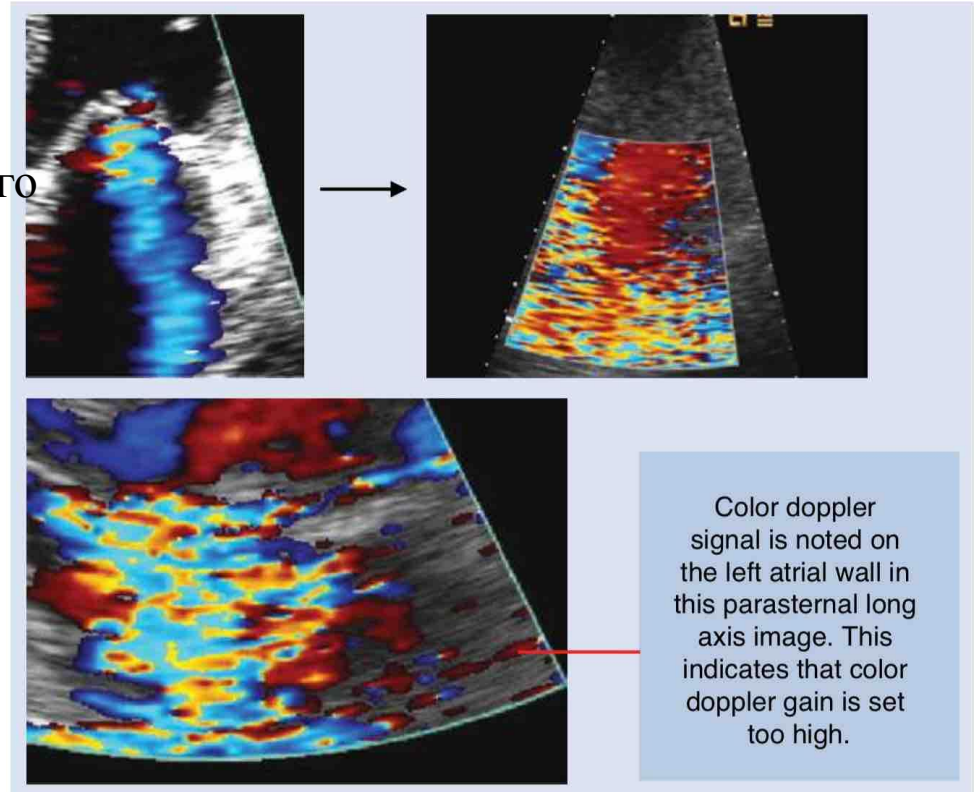
Baseline смещение базовой линии

Color flow doppler (CFD, CDI, CD)



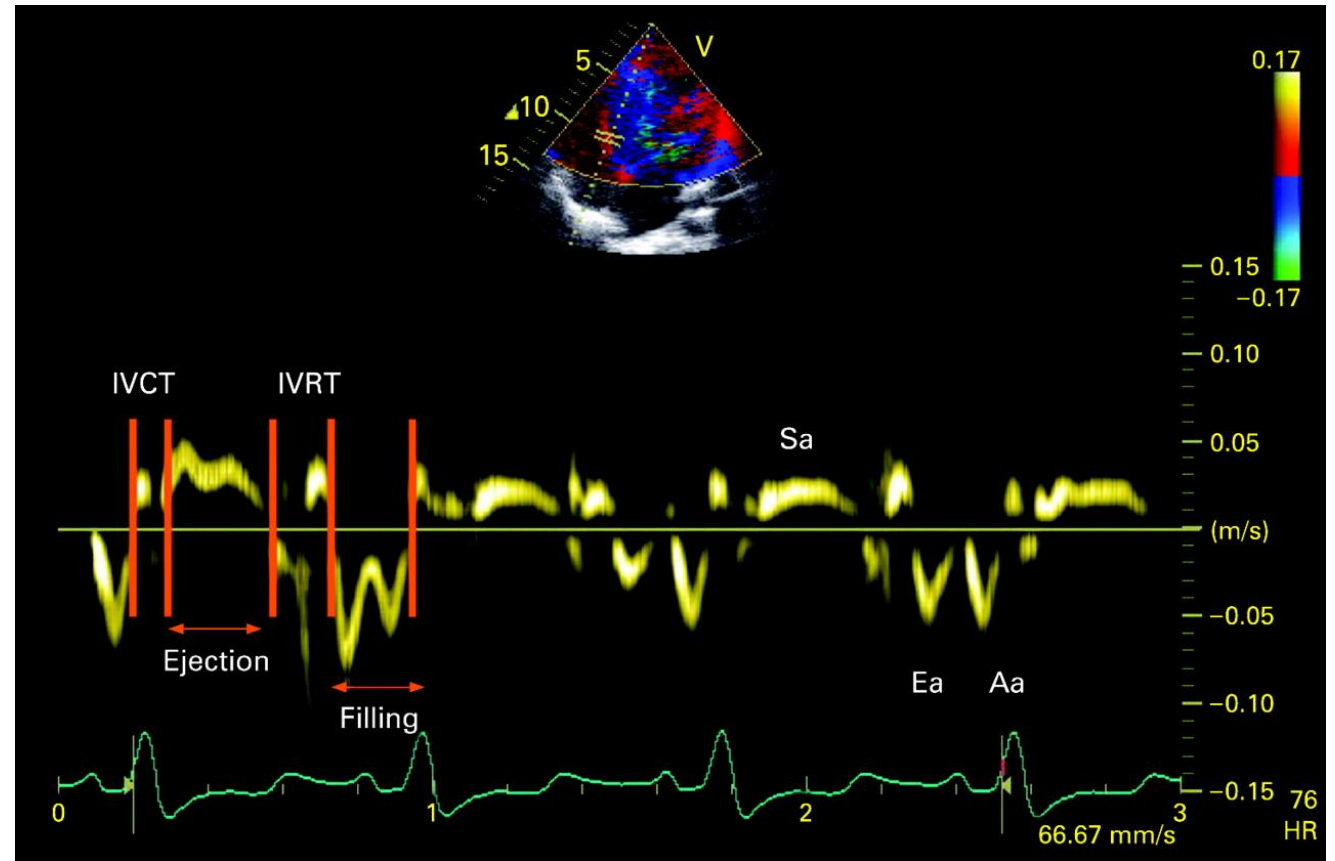
Параметры цветного доплеровского исследования:

- Color maps
- Gain
- Scale
- Baseline

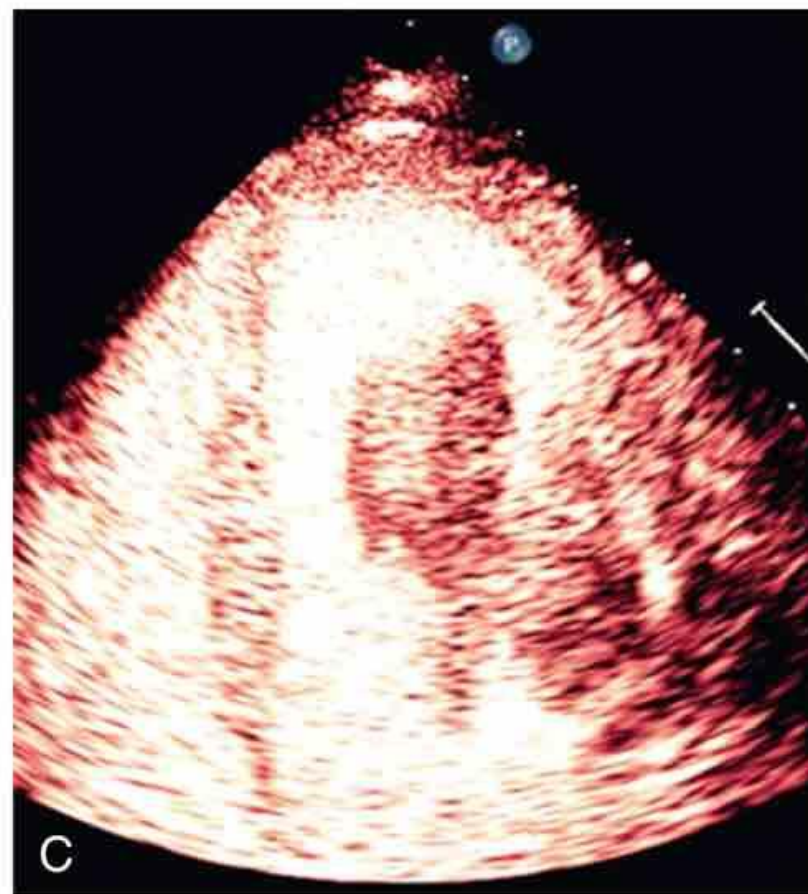
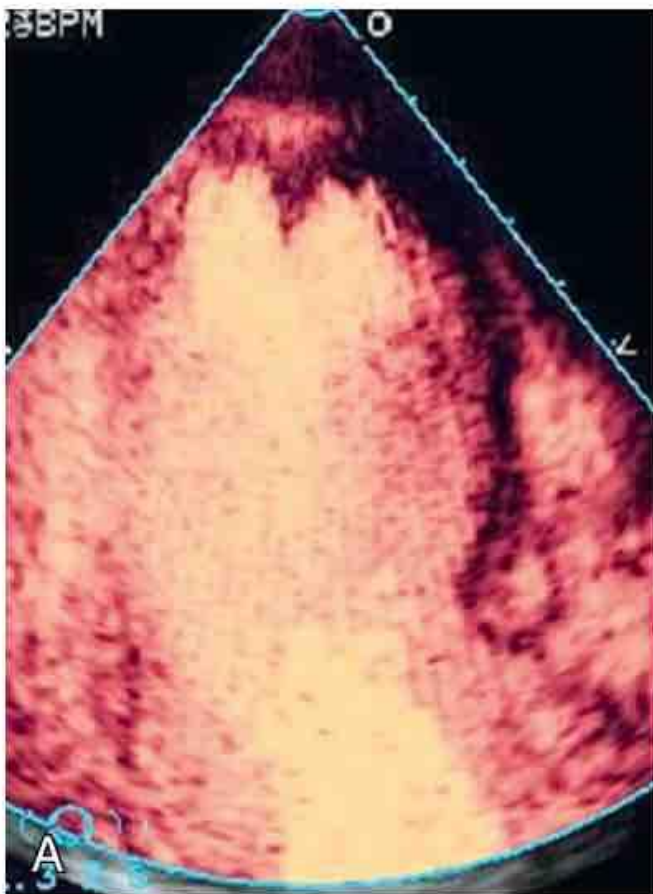


Doppler Tissue Imaging

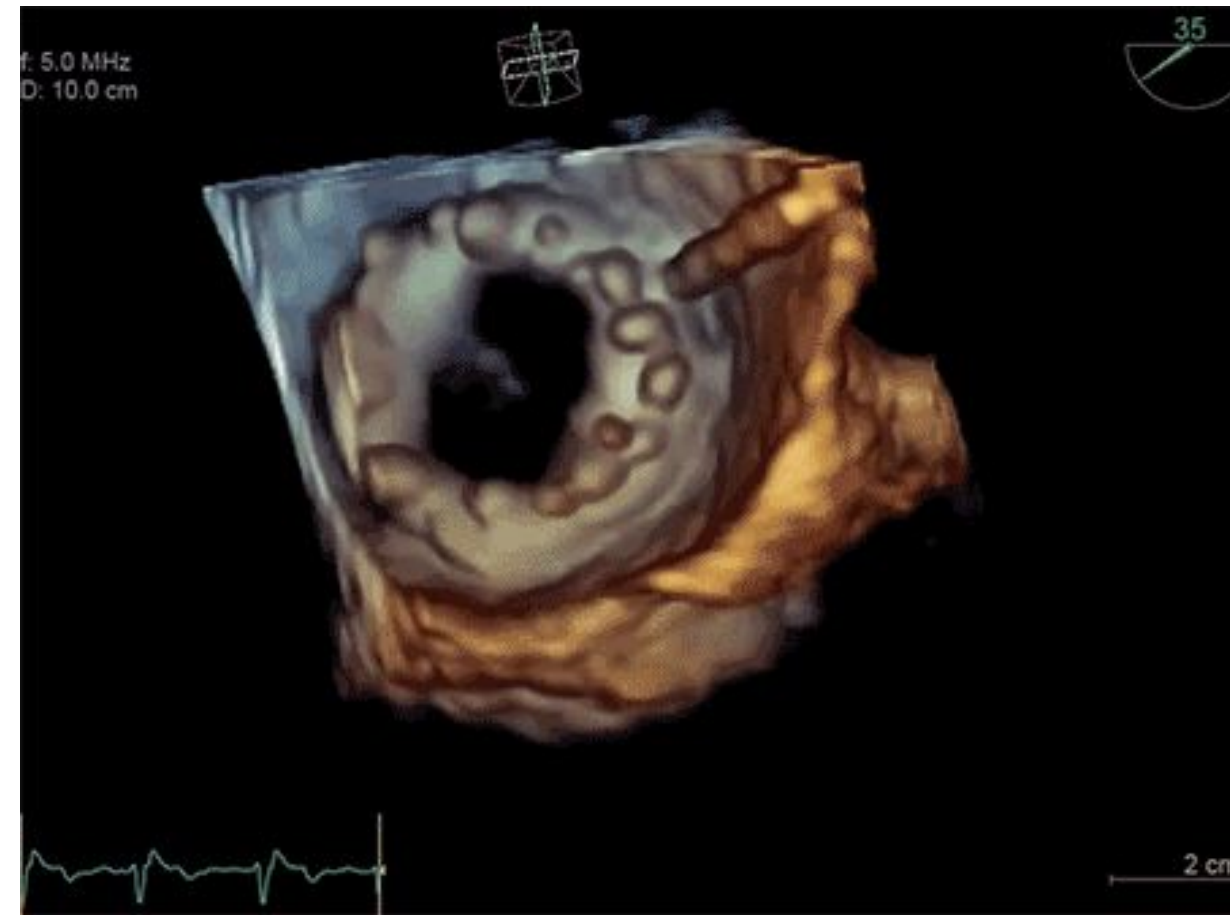
Для получения
изображения
фильтруется
информация от
структур, имеющих
высокую скорость
движения и плохо
рассеивающую
поверхность



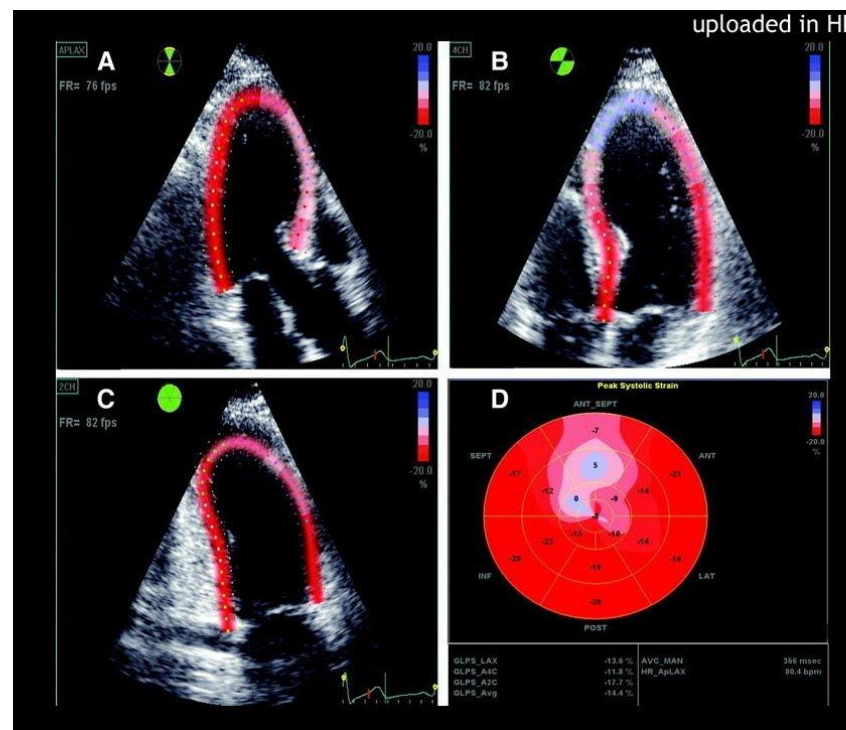
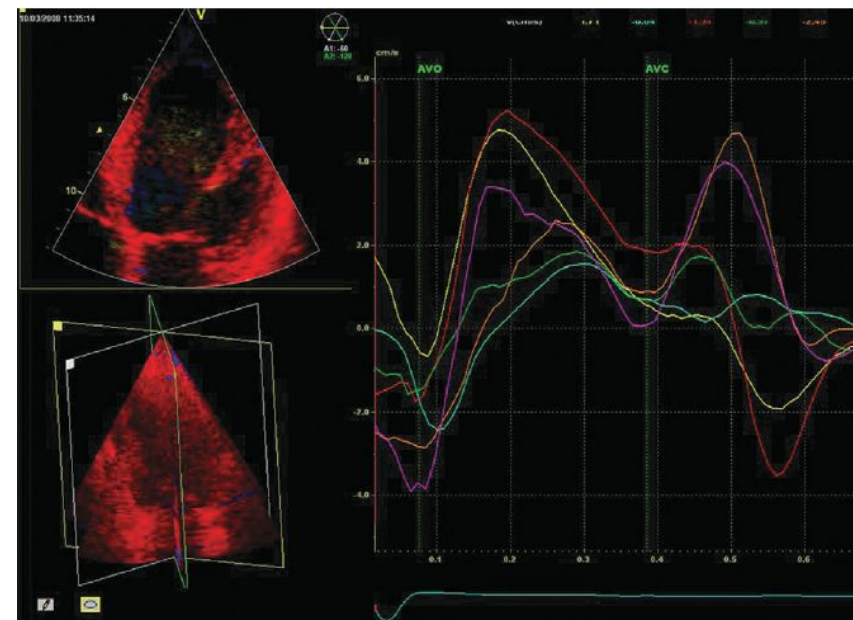
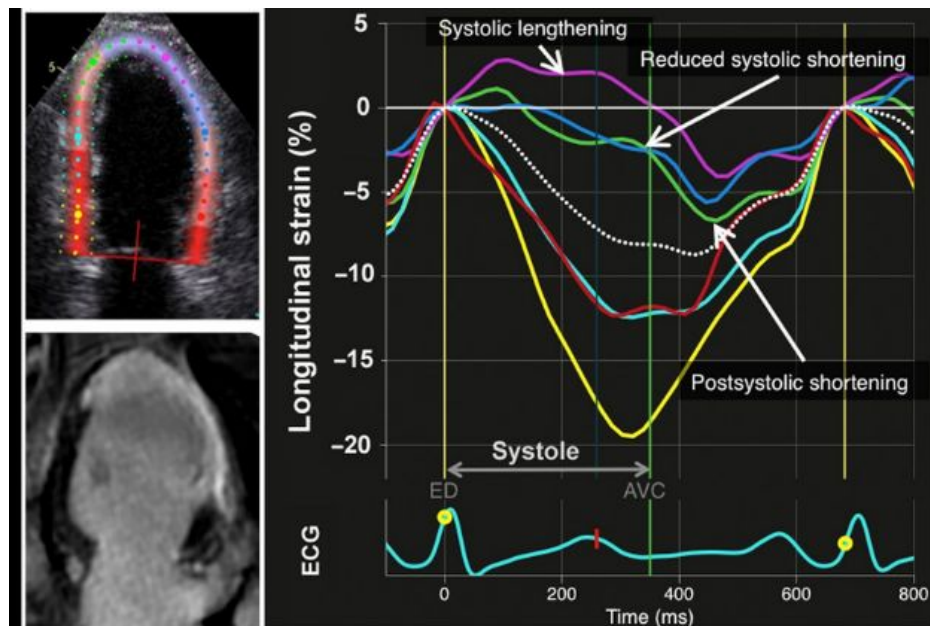
ЭХОкг с контрастированием



3-D ECHO



Strain speckle tracking vs TDI



+ Strain Rate

Получение основных проекций

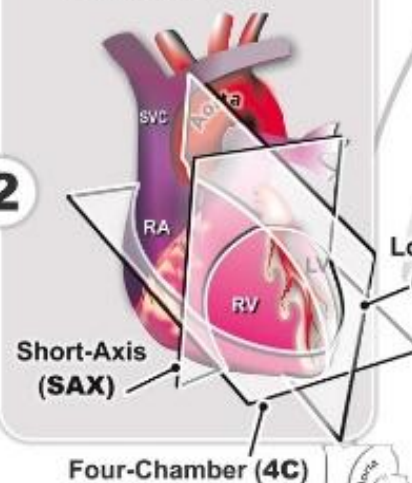
1 Transducer Position or "Window"

P: Parasternal
A: Apical
SC: Subcostal
SSN: Suprasternal Notch

Each view is described using three (3) components:

1. Transducer Position or "Window", e.g. Parasternal, Apical, or Subcostal
2. Echocardiographic Imaging Plane, e.g. LAX, SAX, or 4C
3. Region or Structures visualized, e.g. Two-Chamber, Aortic valve, Mitral valve

Echocardiographic Imaging Planes - LAX, SAX, 4C

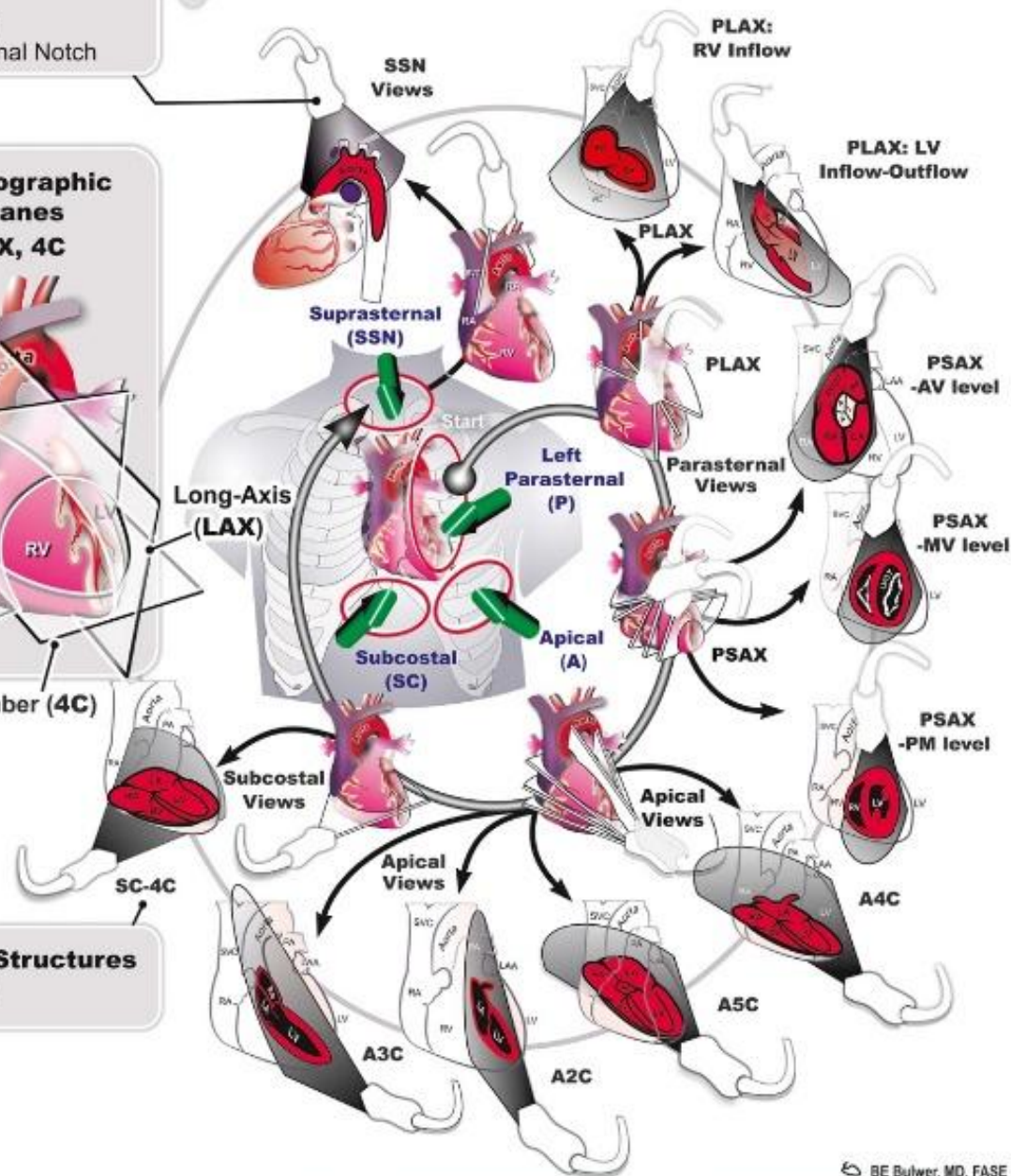


2

Four-Chamber (4C)

3

Region or Structures Visualized



Left Parasternal Views (P)

PLAX: Parasternal Long-Axis (LV Inflow/Outflow)
PLAX: RV inflow +/- RV Outflow
PSAX: Parasternal Short-Axis (Aortic Valve level)
PSAX: Parasternal Short-Axis (Mitral Valve level)
PSAX: Parasternal Short-Axis (Papillary Muscle level)
PSAX: Parasternal Short-Axis (Apical LV level)

Two-Dimensional Echo Examination Protocol

Apical Views (A)

A4C: Apical Four-Chamber
A5C: Apical Five-Chamber
A2C: Apical Two-Chamber
A3C: Apical Three-Chamber

Subcostal Views (SC)

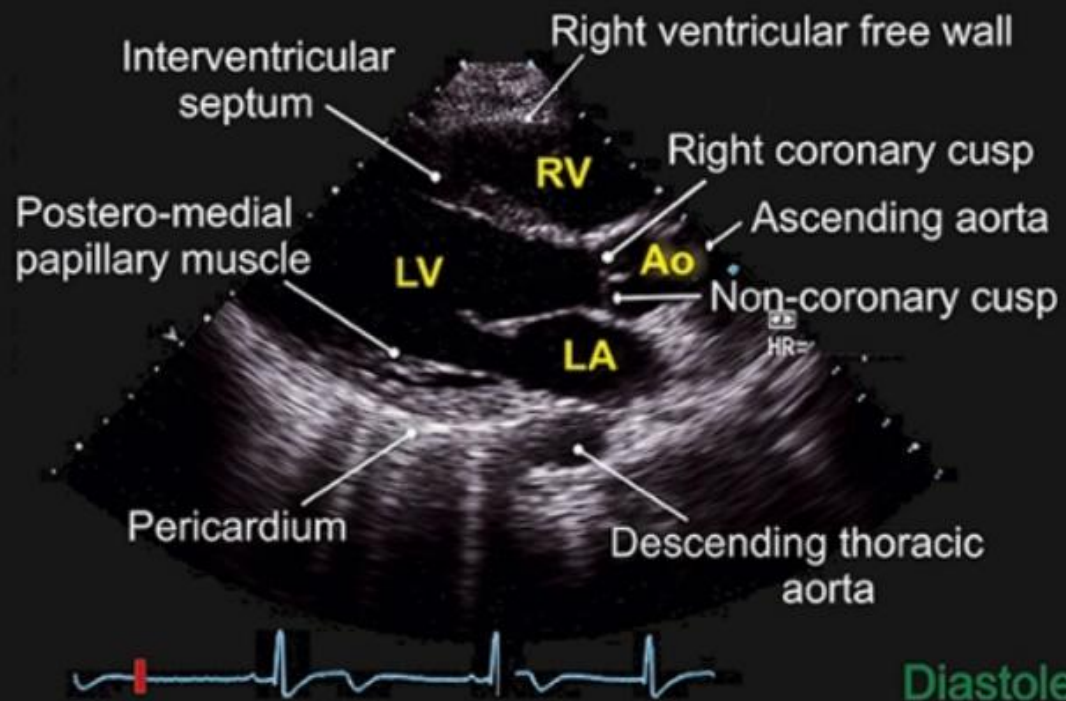
SC-4C: Subcostal Four-Chamber View
SC-SAX and SC-LAX Views (optional)
Inferior Vena Cava and Hepatic Veins
Abdominal Aorta

Suprasternal Notch Views (SSN)

SSN Aortic Arch Long-Axis Views
SSB Aortic Arch Short-Axis Views (optional)

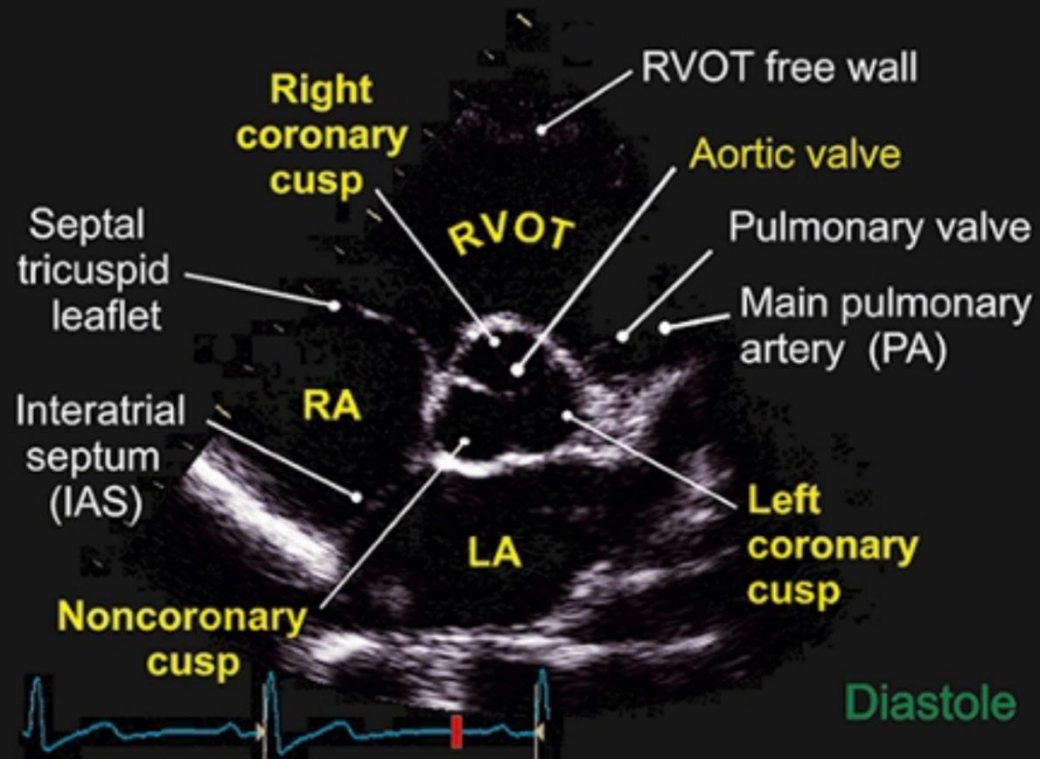
Парастернальная проекция

Parasternal Long-Axis View (PLAX)



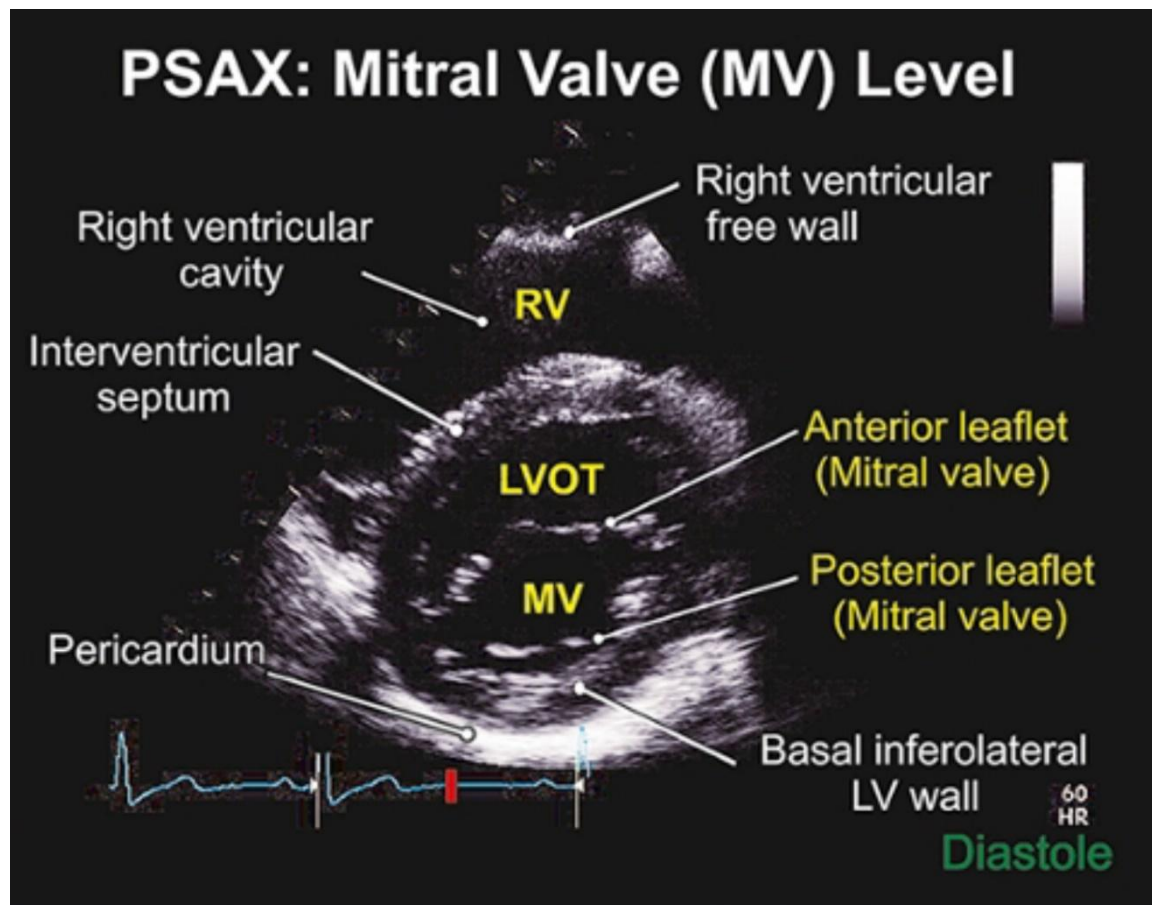
Длинная
ось

PSAX: Aortic Valve (AV) Level

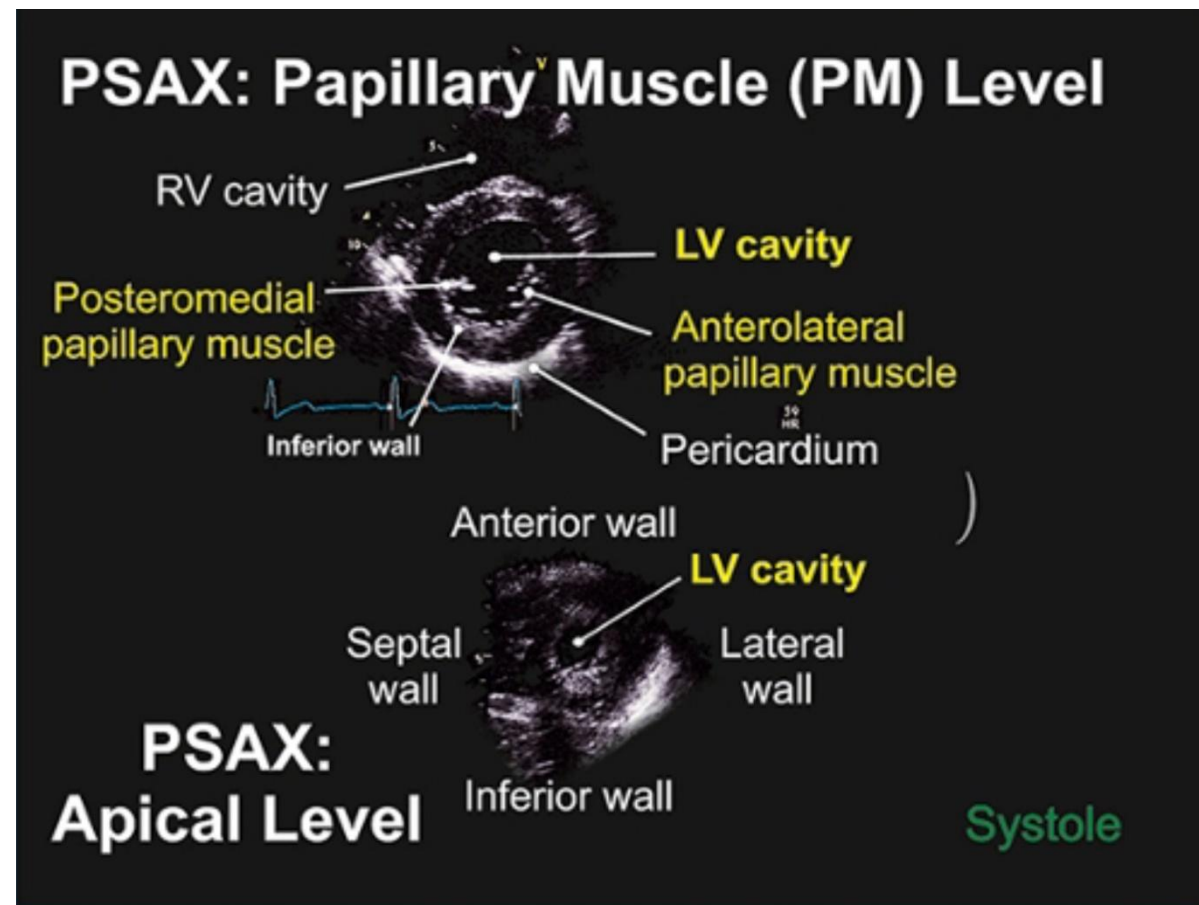


Короткая ось на уровне
АК

Парастернальная проекция



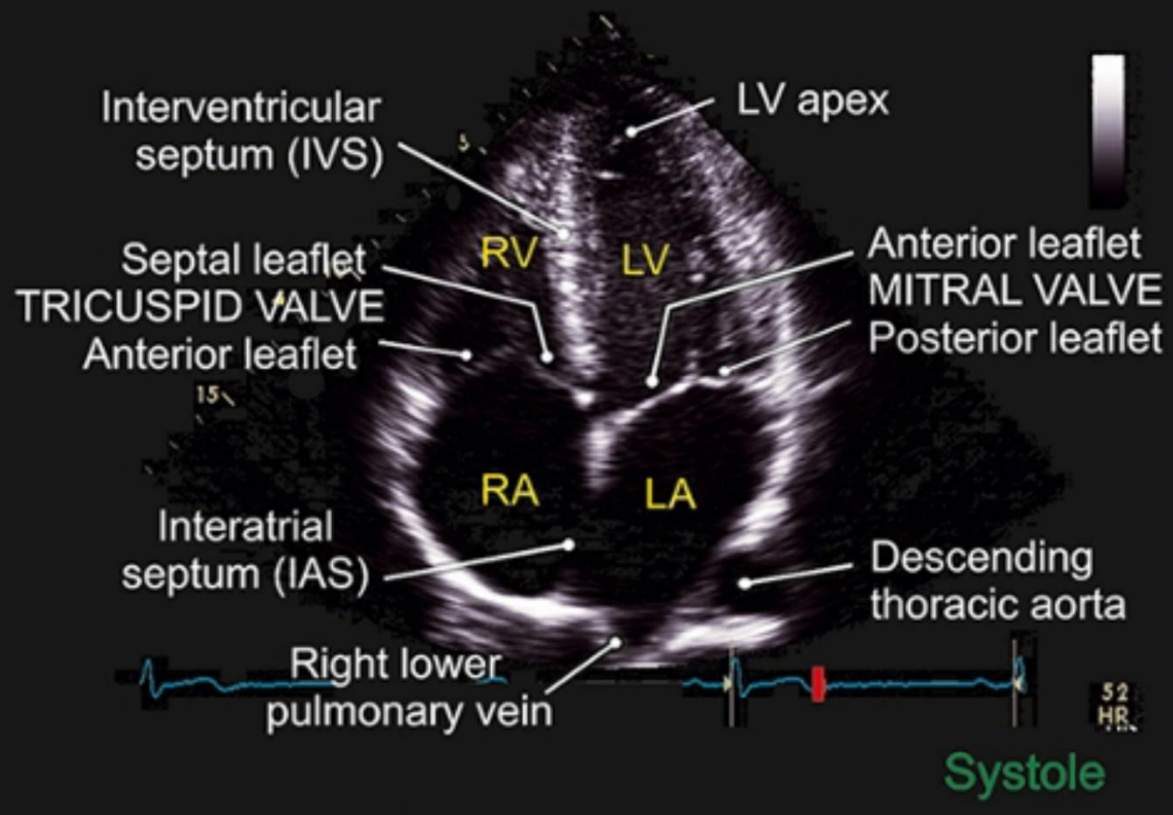
Короткая ось на уровне
МК



Короткая ось на уровне папиллярных
мышц

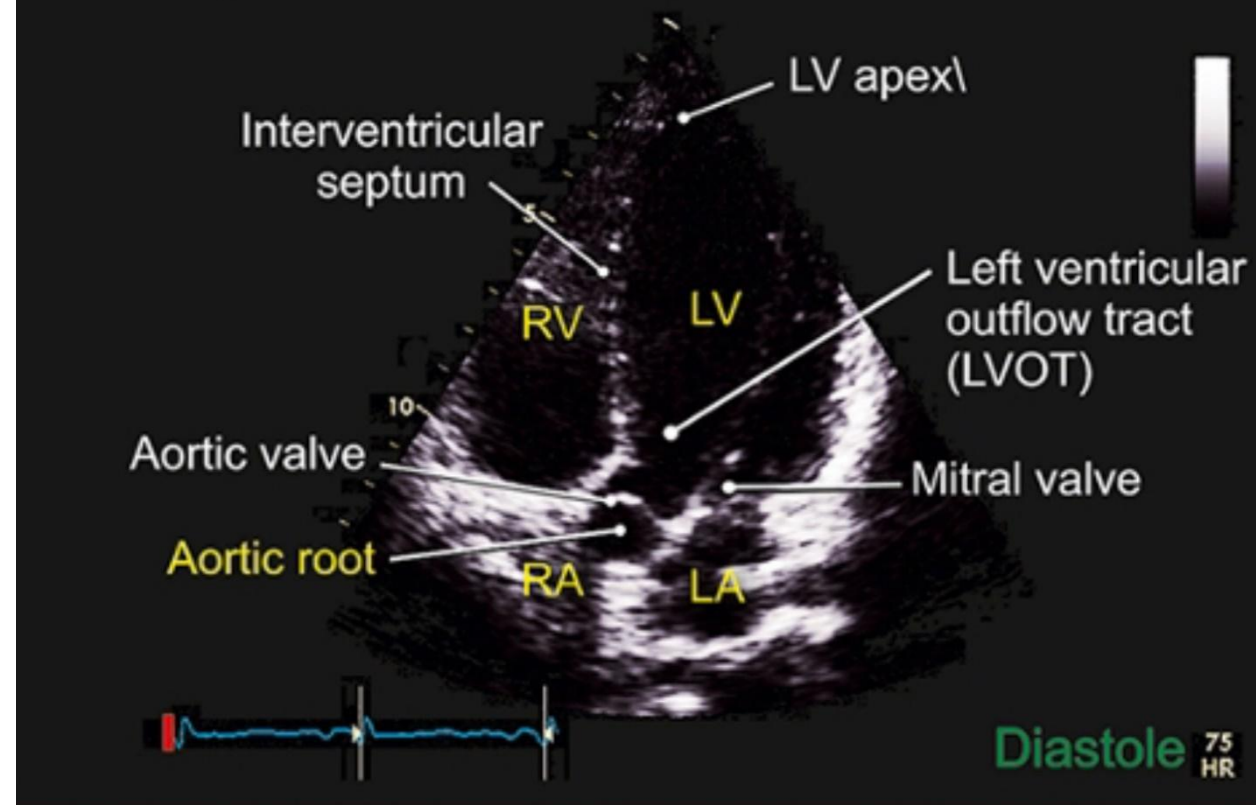
Апикальная проекция

Apical 4-Chamber View (A4C)

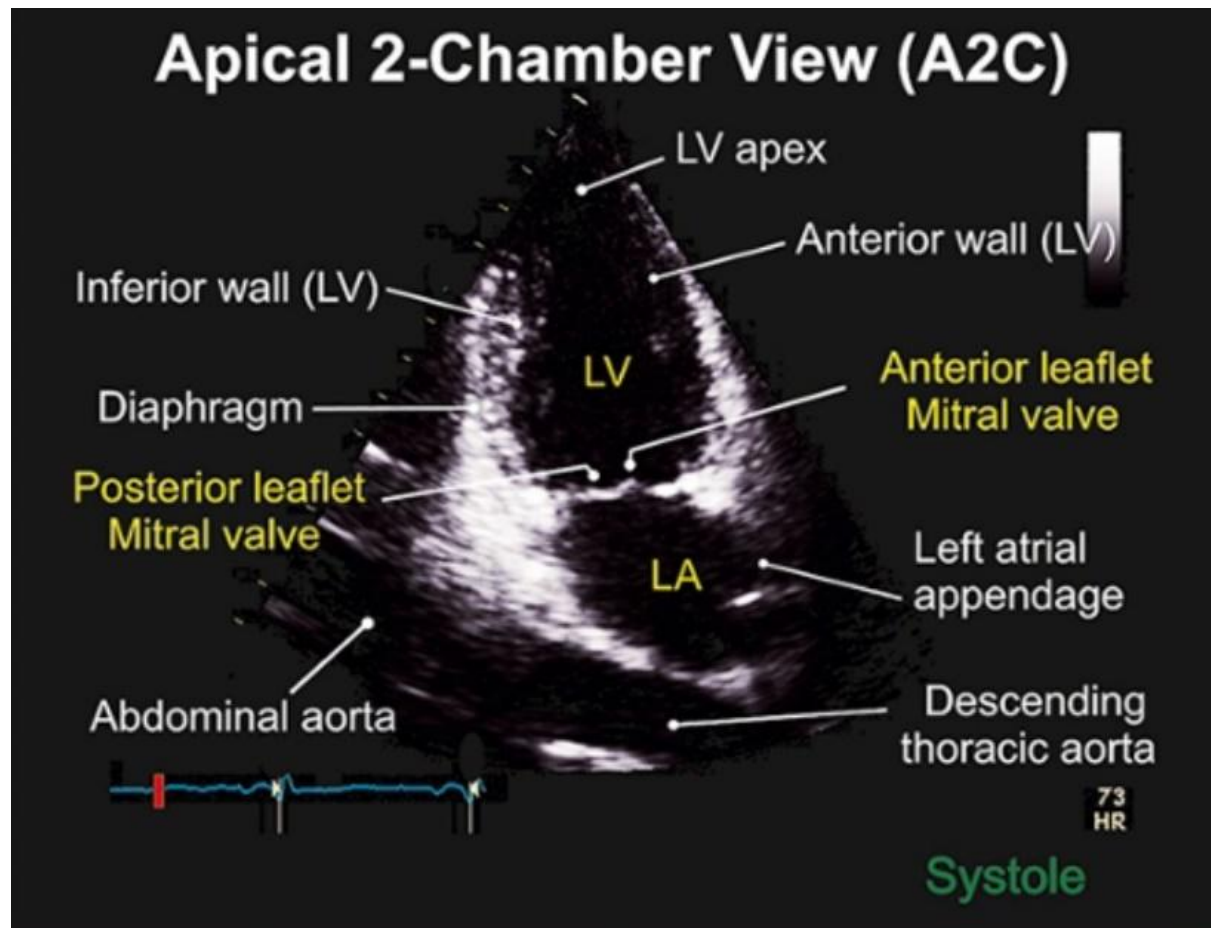


Длинная ось, 4-х камерная
проекция

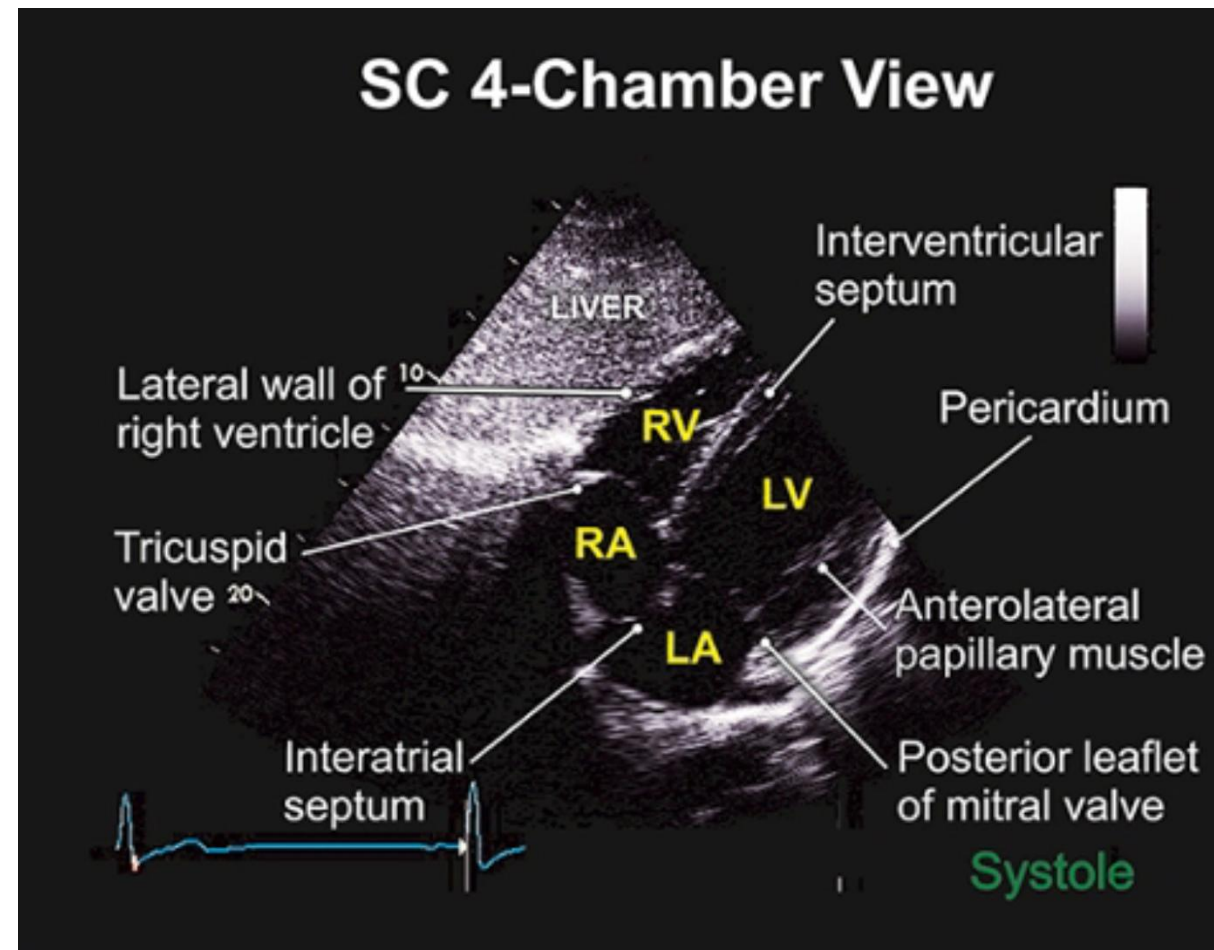
Apical 5-Chamber View (A5C)



Длинная ось, 5-и камерная
проекция



Апикальная, 2-х камерная проекция



Субкостальная проекция

Superior
Vena Cava

Pulmonic Valve

Right
Atrium

Спасибо за
внимание!

Tricuspid Valve

Right Ventricle

