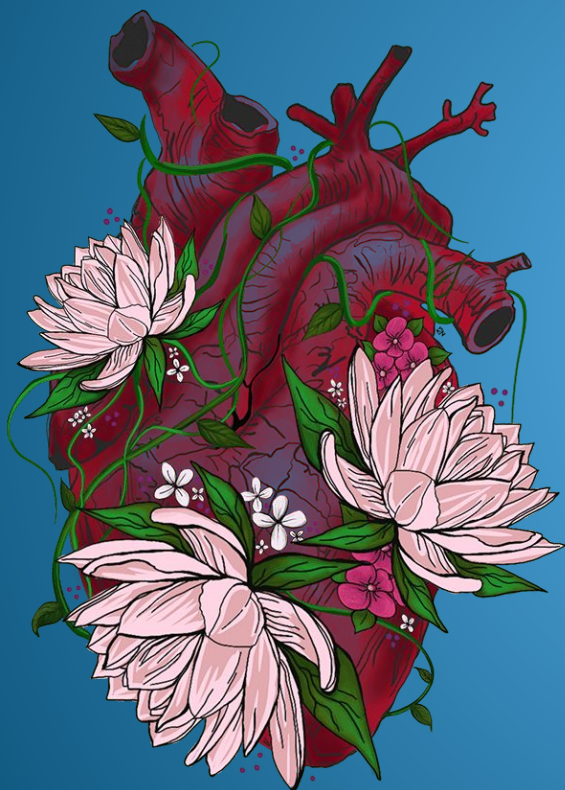




ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова  
СНК кафедры госпитальной терапии №1  
лечебного факультета



# ОСНОВЫ ЭХОКАРДИОГРАФИИ И

Джауари Мария Станиславовна

1.6.02А

Москва, 2019г.

# Что такое

## эхокардиография?

- Эхокардиография (ЭхоКГ) – это методика, использующая ультразвук для исследования сердца
- Ультразвук – звук с частотой выше, чем воспринимается человеческим ухом (>20 кГц)

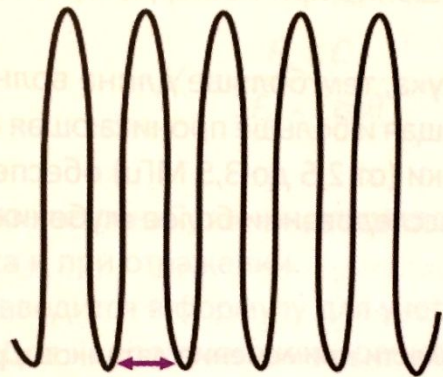
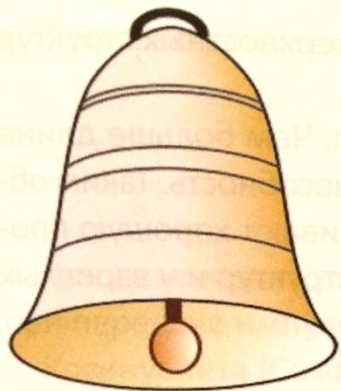
**СКОРОСТЬ  
ЗВУКА**

**=**

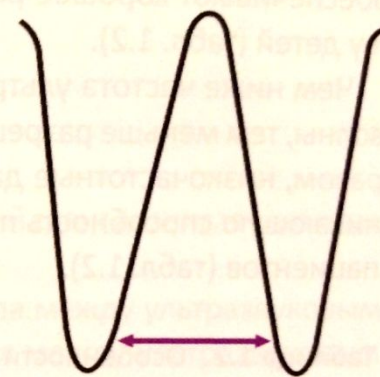
**ЧАСТОТА**

**×**

**ДЛИНА  
ВОЛНЫ**



А



Б

Взаимосвязь частоты звука и длины волны:  
А – высокая частота, меньшая длина волны  
Б – низкая частота, большая длина волны

Электрический ток и ультразвук – 2 разные формы энергии, которые могут быть переведены одна в другую с помощью специальных кристаллов, напр., титаната бария

Электрическое колебание



Вибрация кристалла



Переданный ультразвук

Принятый сигнал



Деформация кристалла



Отраженный ультразвук

Электричество   
кристаллы совершают мех. колебания   
образуется УЗ

**ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ**

## Датчиком воспринимаются (и УЗ-прибором анализируются) **ОТРАЖЕННЫЕ УЗ-волны**

Ткань	Отражающая способность	Цвет
Кости	Высокая	Белый
Мышцы	Низкая	Серый
Воздух	Нулевая	Черный

## Особенности и области применения датчиков с различной частотой

Частота (МГц)	Проникающая способность	Разрешающая способность	Глубина исследования	Возрастная группа
2,5-3,5	Хорошая	Меньшая	Глубокие структуры	Взрослые
5,0-7,5	Меньшая	Хорошая	Поверхностные	Дети

# Я вижу ЭхоКГ. С чего начать?

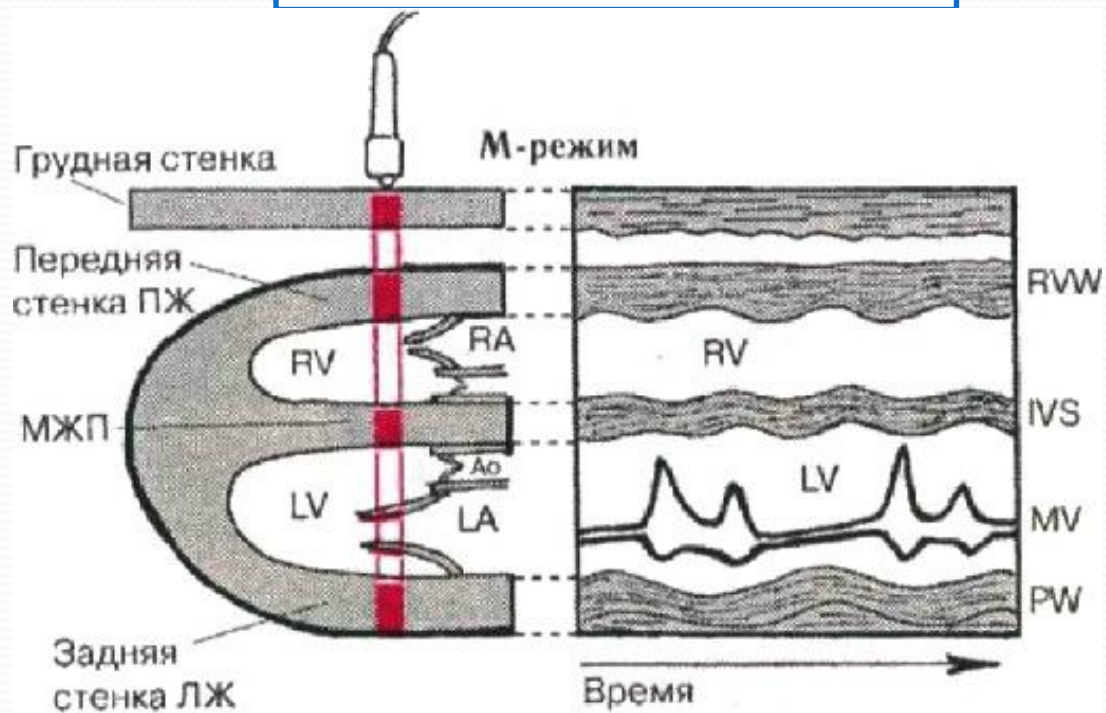
- Режим
- Позиция
- Уровень среза, ось (в зависимости от позиции)
- Сами структуры, камеры, выделить патологию если есть

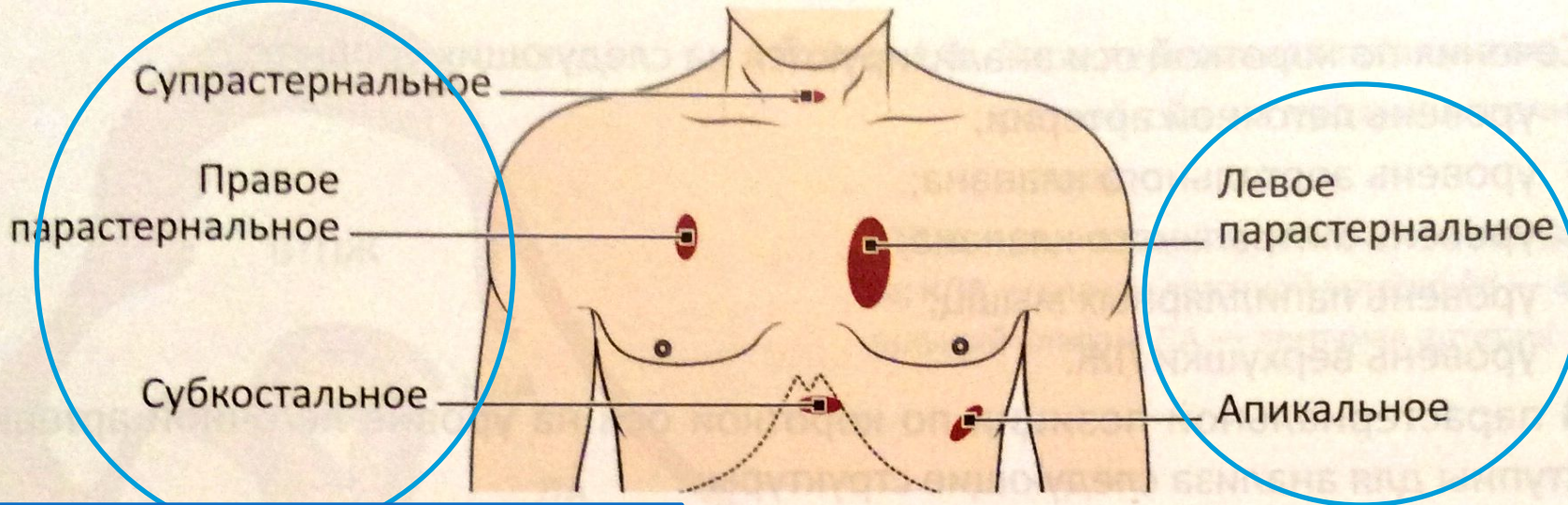


# Режимы ЭхоКГ

В-режим

М-режим = линейный





**основные**

**дополнительные**

Эхокардиографические окна (= позиции) (рис. вверху)

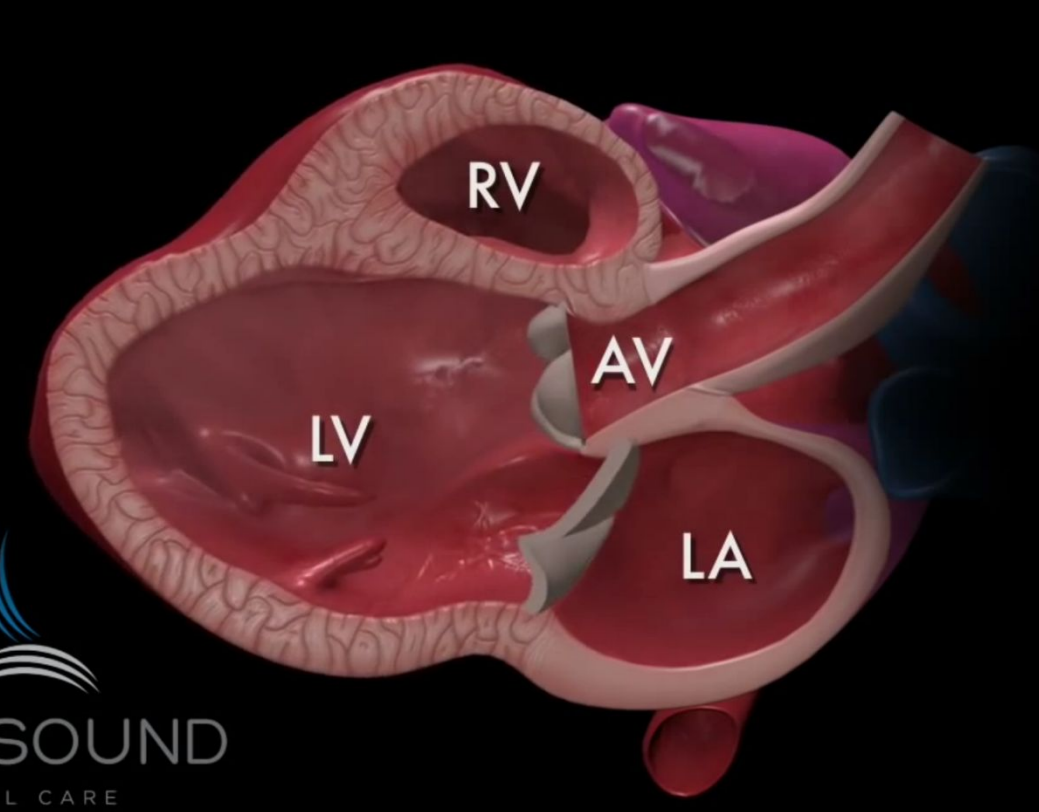
Положение пациента при ЭхоКГ из основных позиций (рис. справа)



записывает ультразвуковые волны и выводит изображение на экран

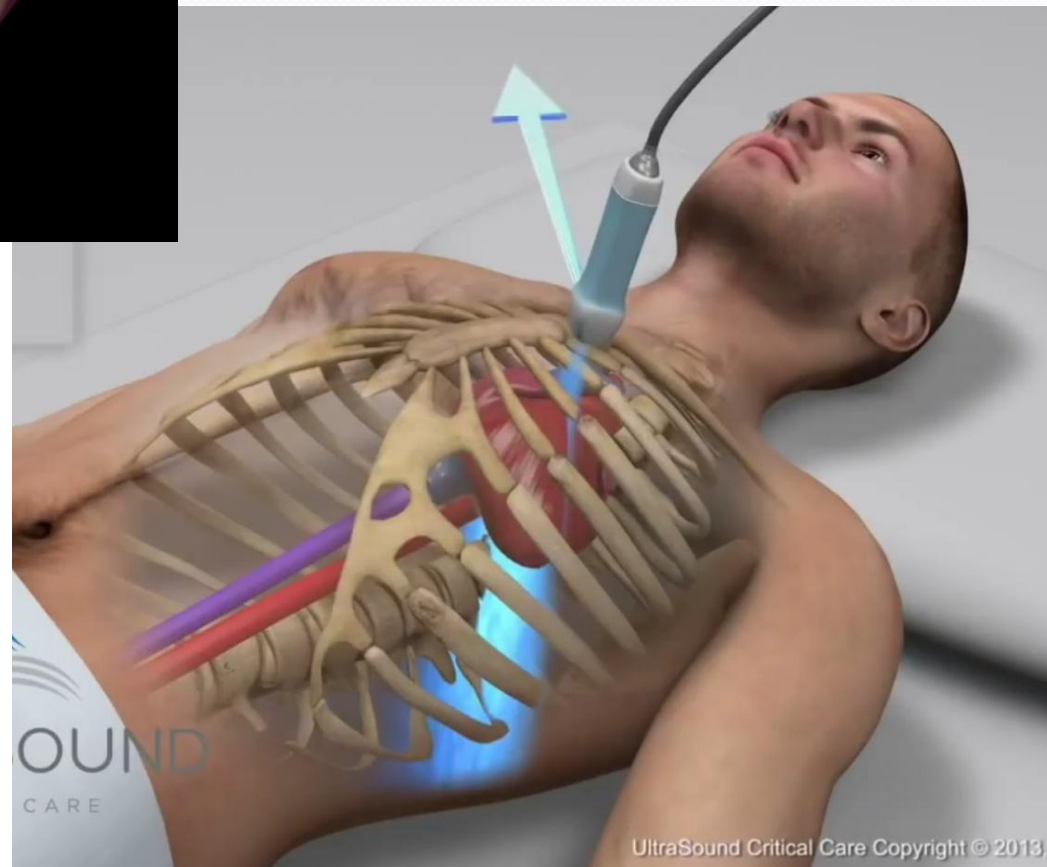
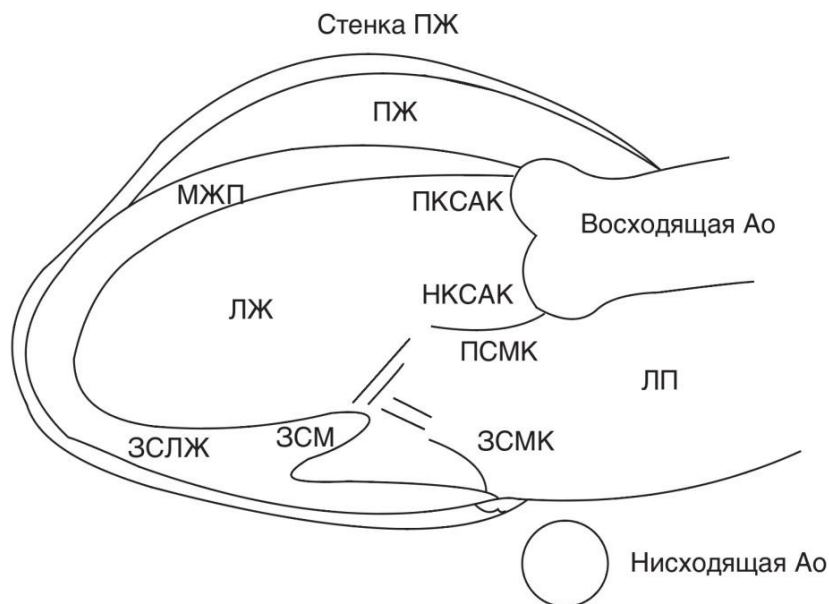
Пациент ложится на левую сторону    Специалист УЗИ двигает датчик по груди пациента    Сердце    К груди пациента прикреплены электроды ЭКГ





ЭхоКГ в В-режиме,  
 парастернальная  
 позиция,  
 длинная ось

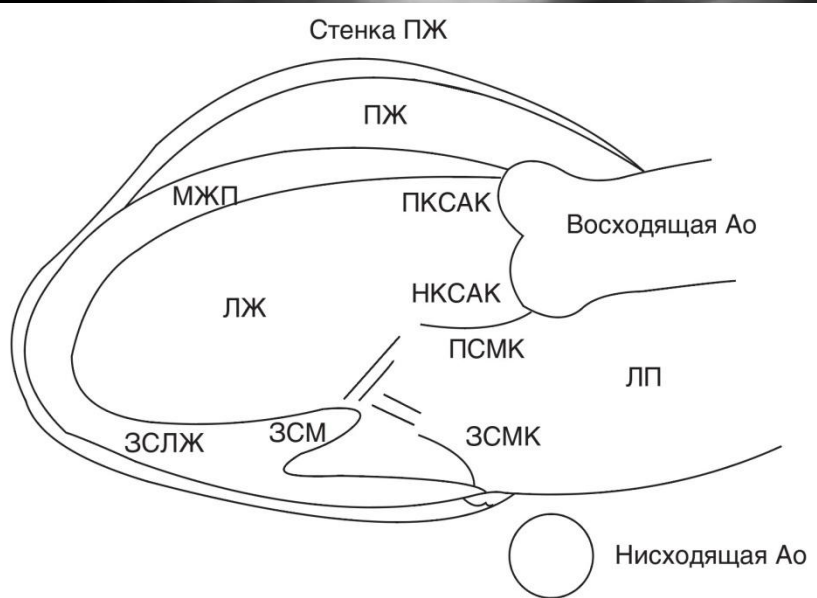
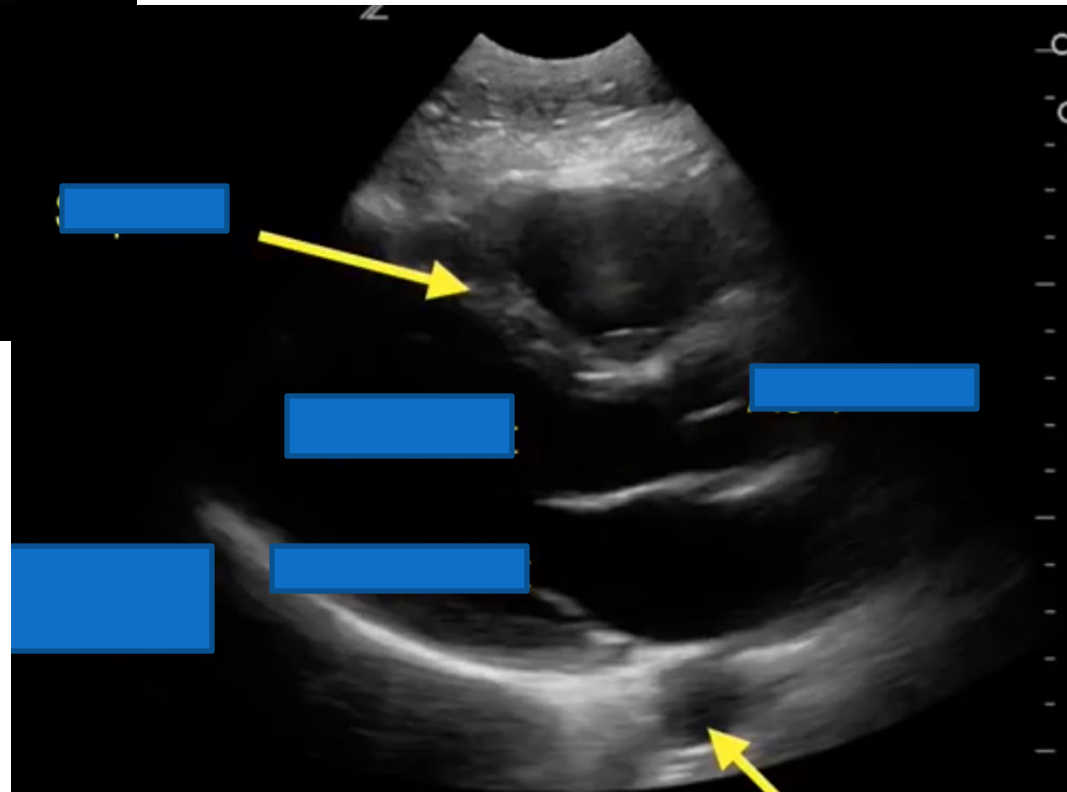
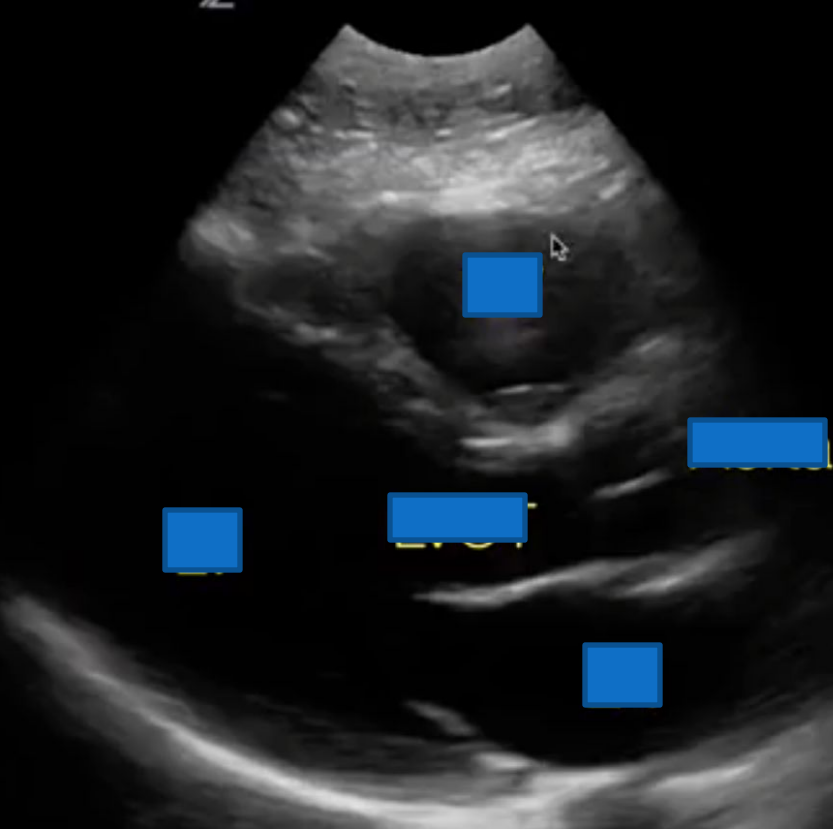
SOUND  
 L CARE



SOUND  
 CARE

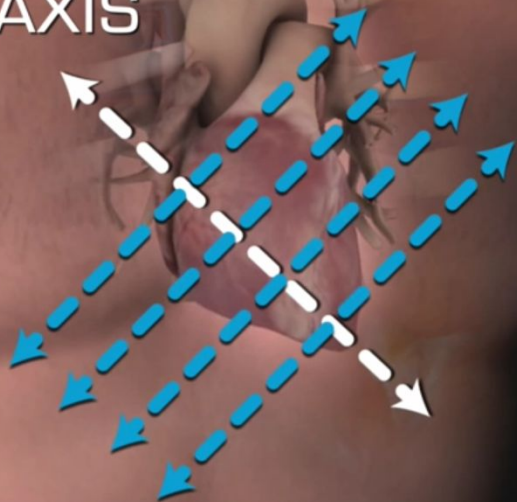


# ЭхоКГ в В-режиме, парастернальная позиция, длинная ось

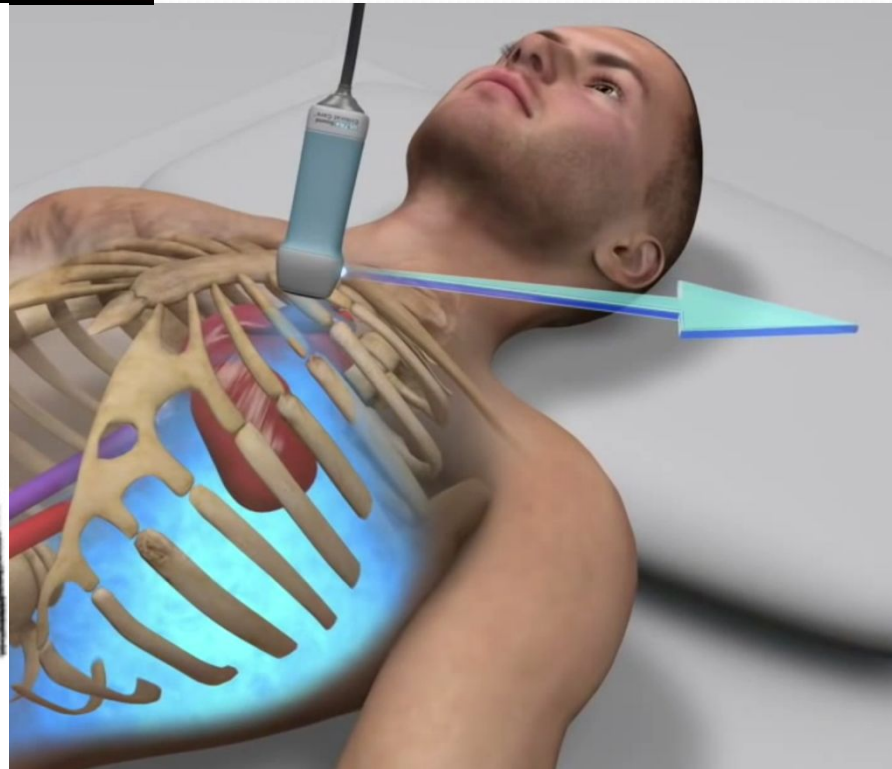
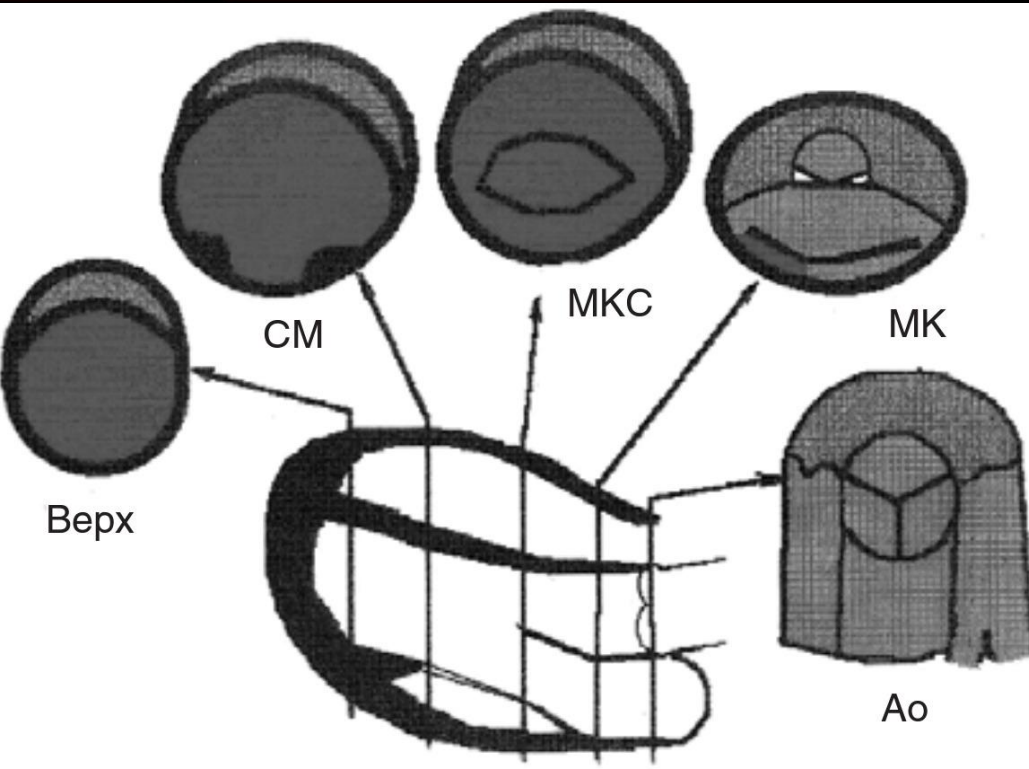


НКСАК – некоронарная створка аортального клапана;  
ПКСАК – правая коронарная створка аортального  
клапана; ЗСМ – задняя сосочковая мышца

SHORT AXIS  
VIEWS

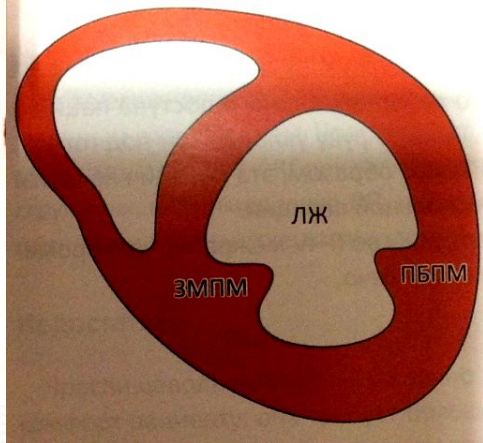
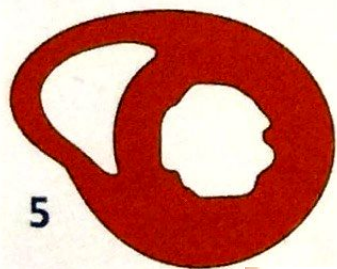
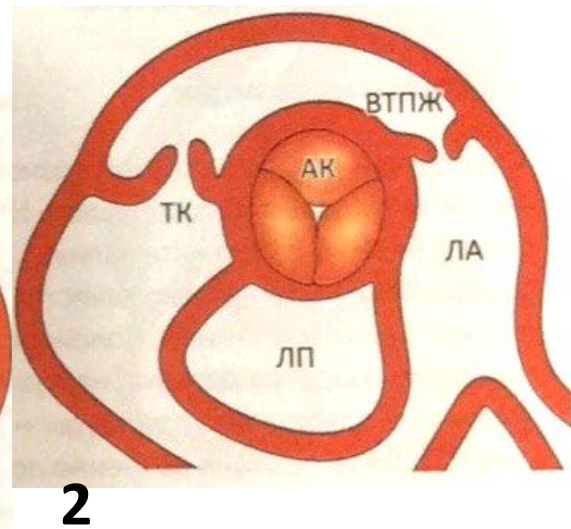
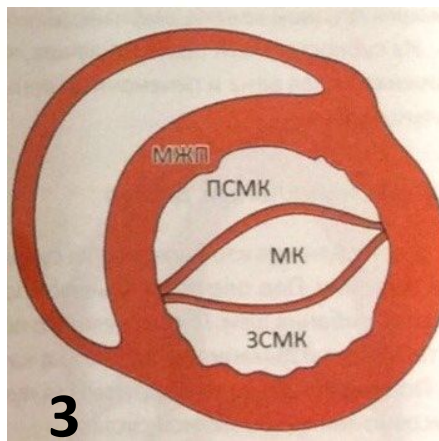
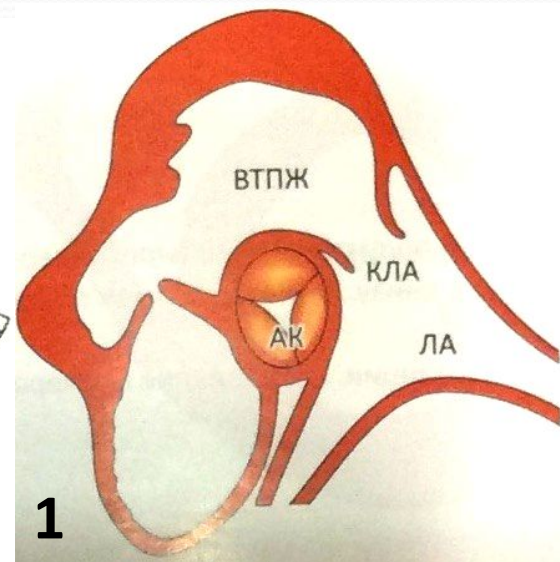
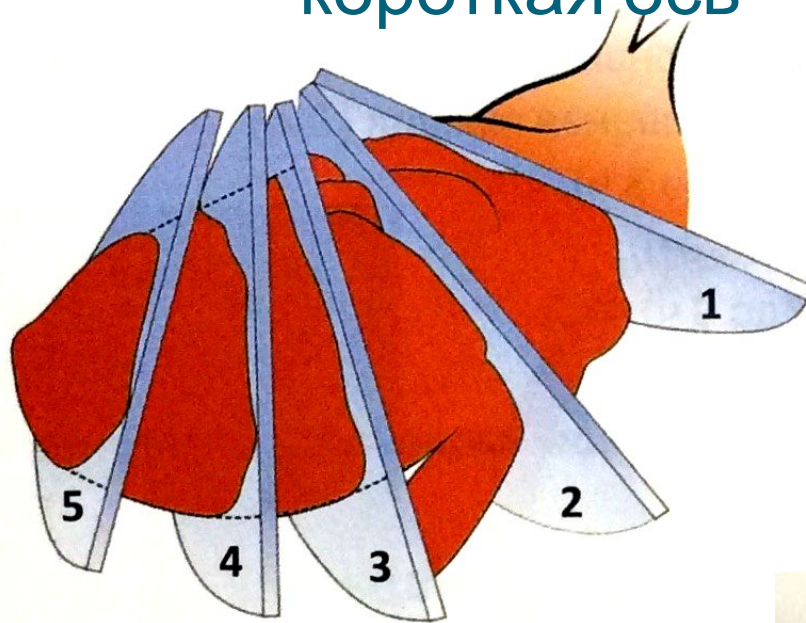


ЭхоКГ в В-режиме,  
парастернальная  
позиция, короткая  
ось

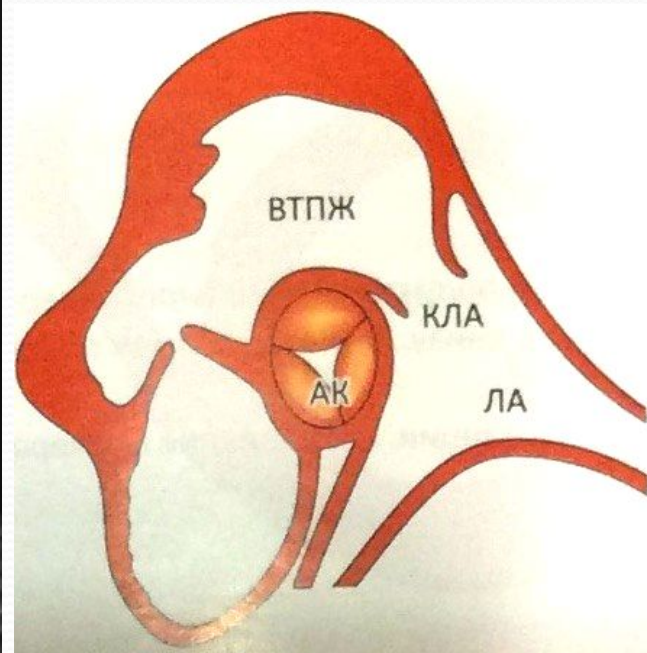
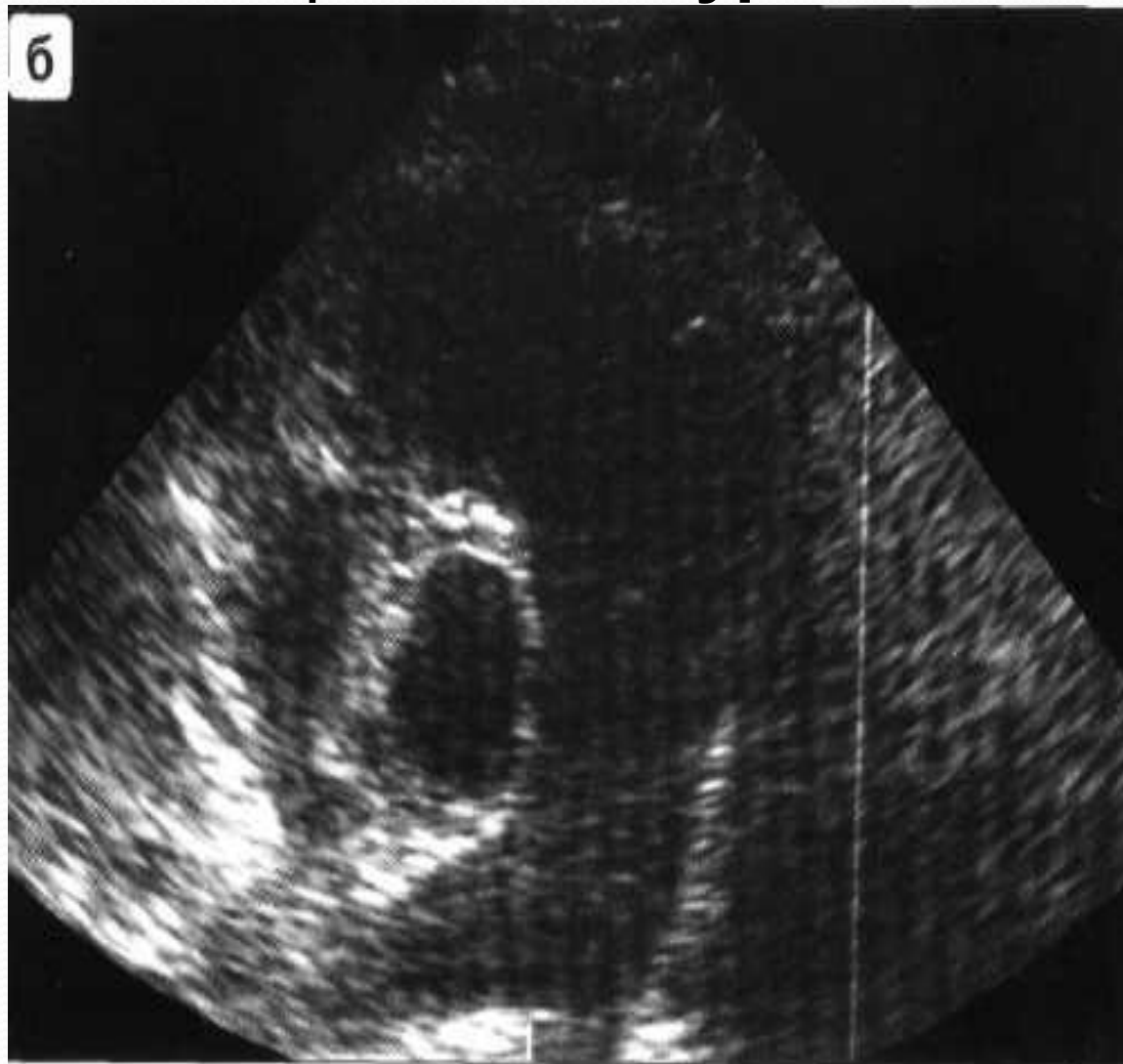




# ЭхоКГ в В-режиме, парастернальная позиция, короткая ось

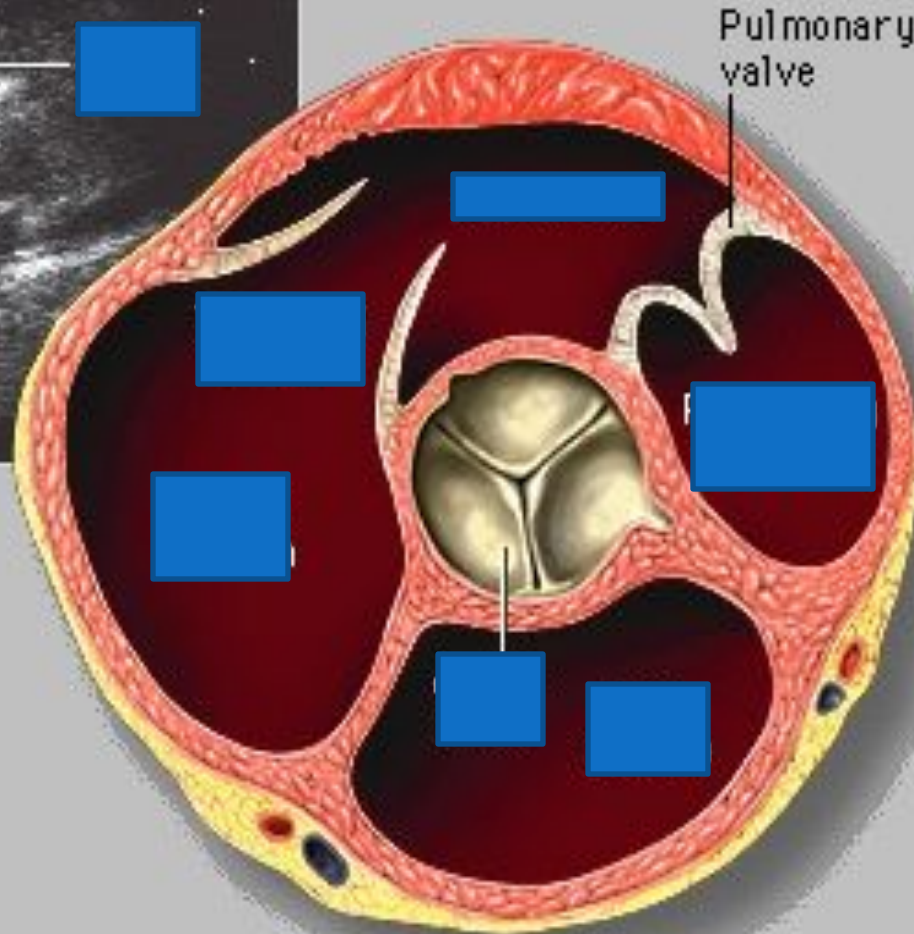
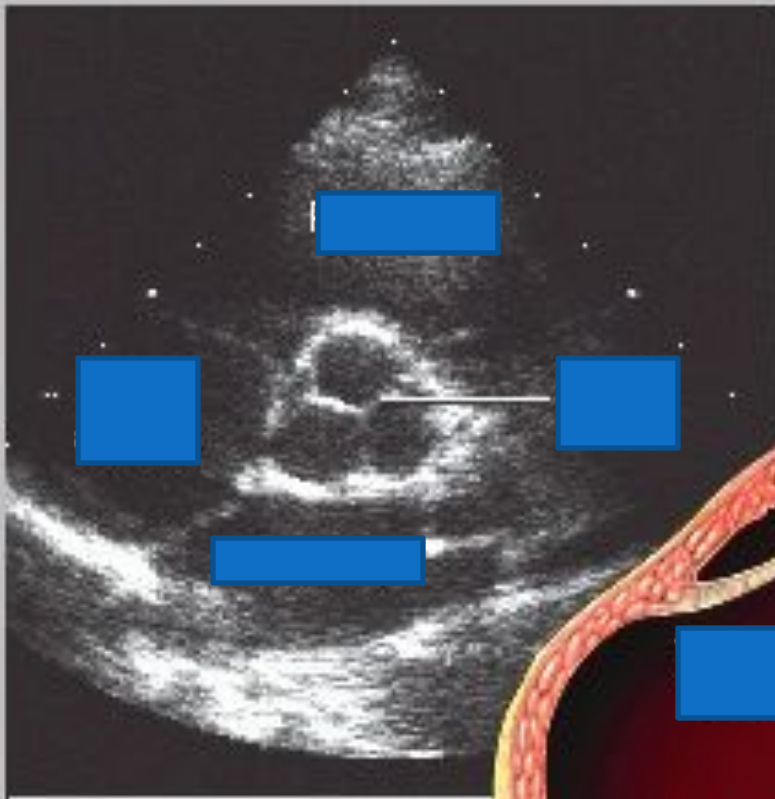


ЭхоКГ в В-режиме, парастернальная позиция, короткая ось **уровень легочной артерии**

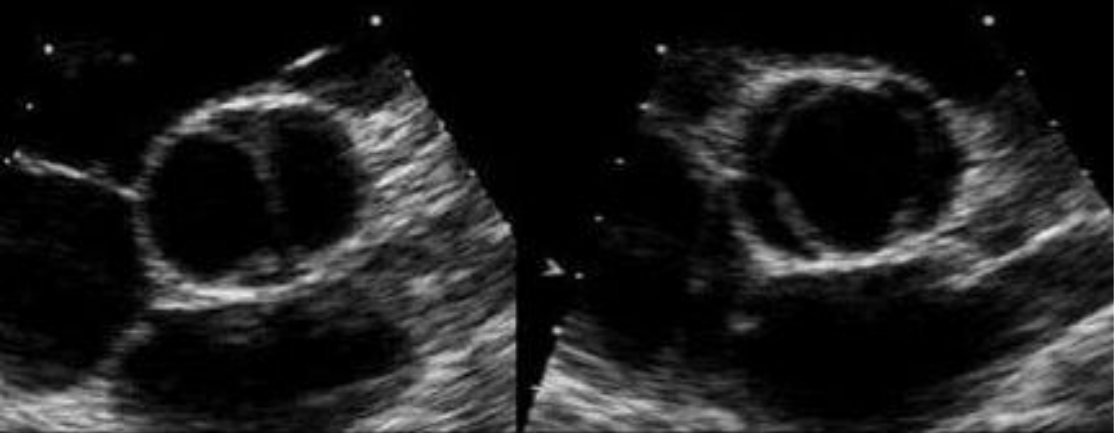




ЭхоКГ в В-режиме,  
парастернальная позиция,  
короткая ось  
уровень аортального  
клапана



**Bicuspid Aortic Valve - Anterior-Posterior Commissure**



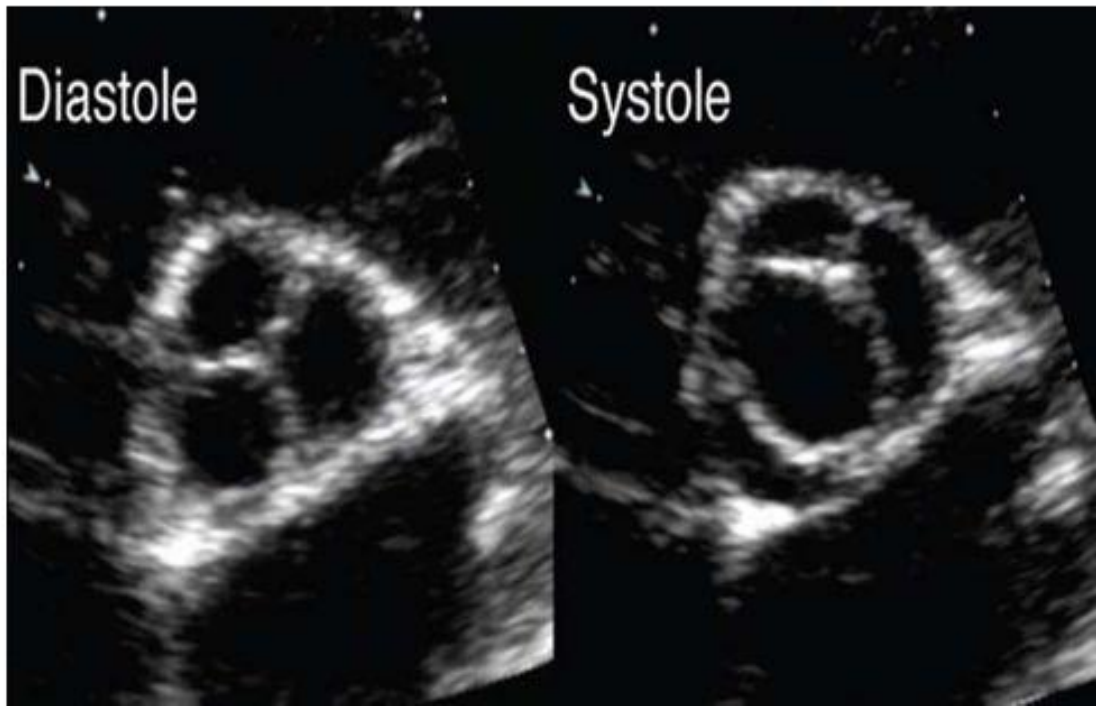
**Diastole**

**Systole**

ЭхоКГ в В-режиме,  
парастернальная позиция,  
короткая ось  
уровень аортального  
клапана

Двустворчатый клапан  
аорты (вверху)

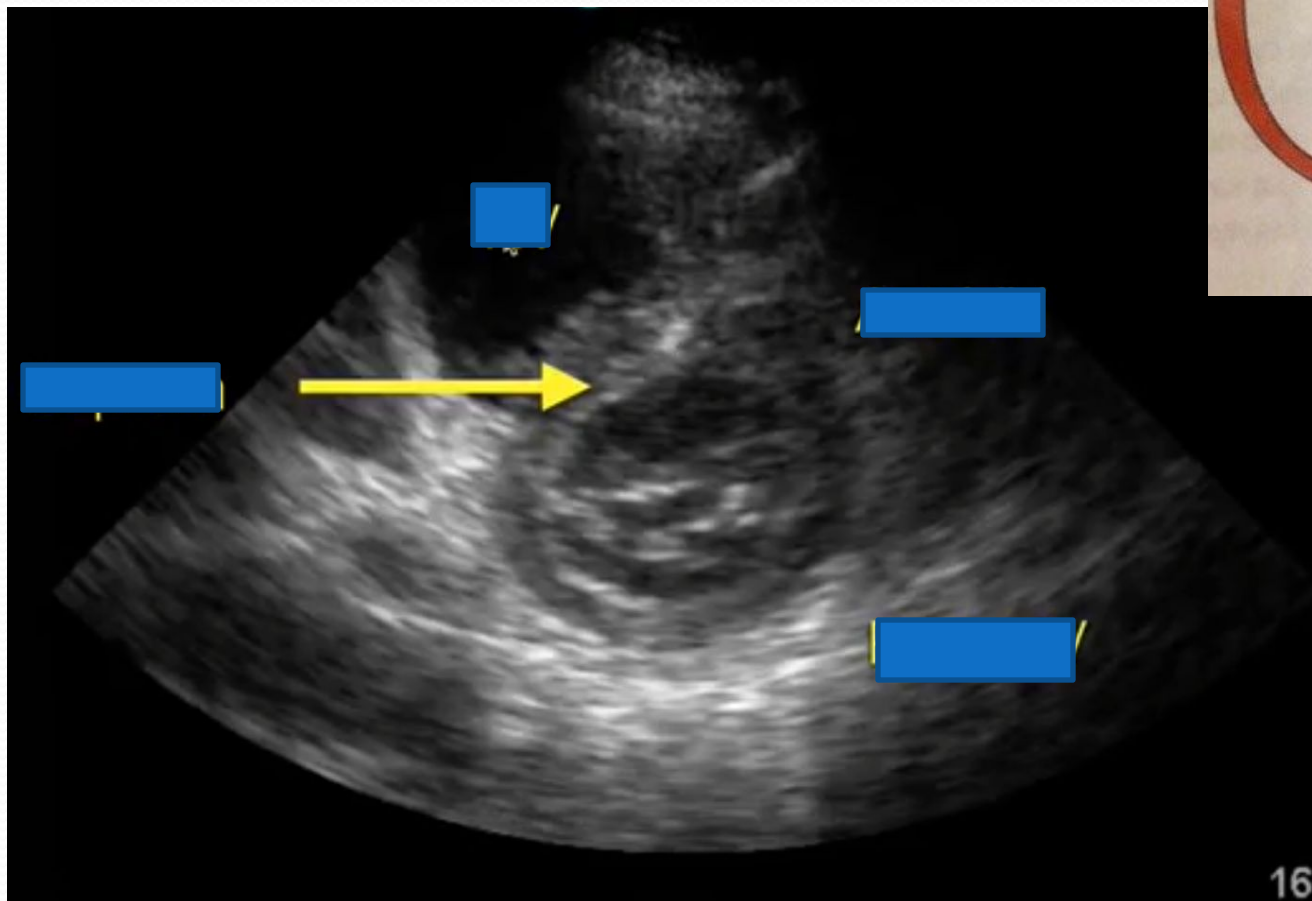
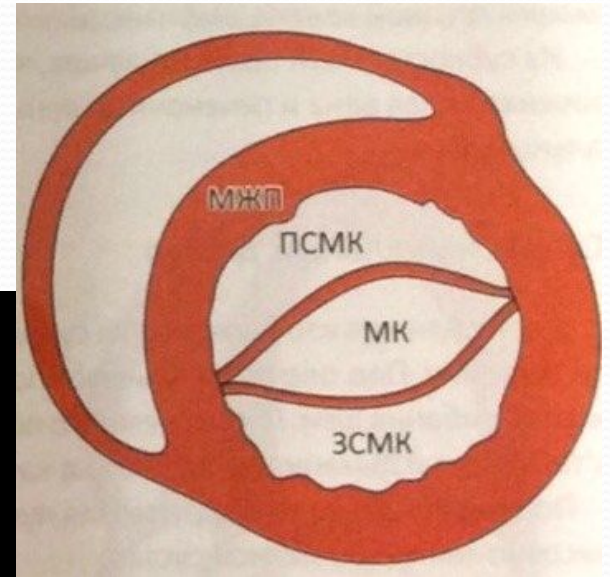
Нормальный аортальный  
клапан (справа)



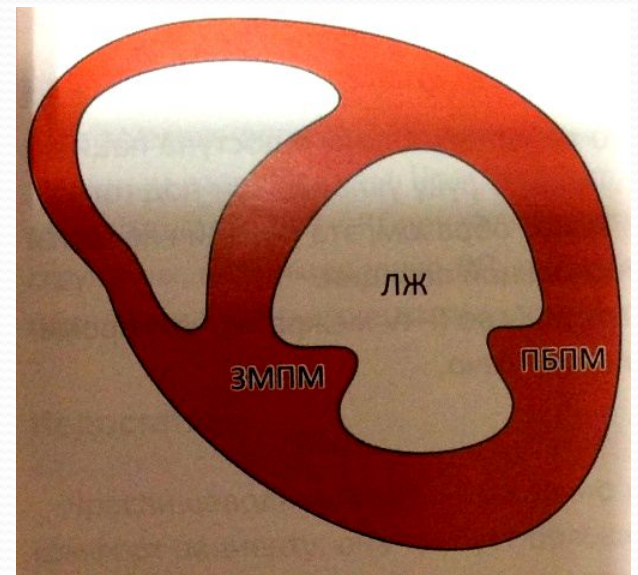
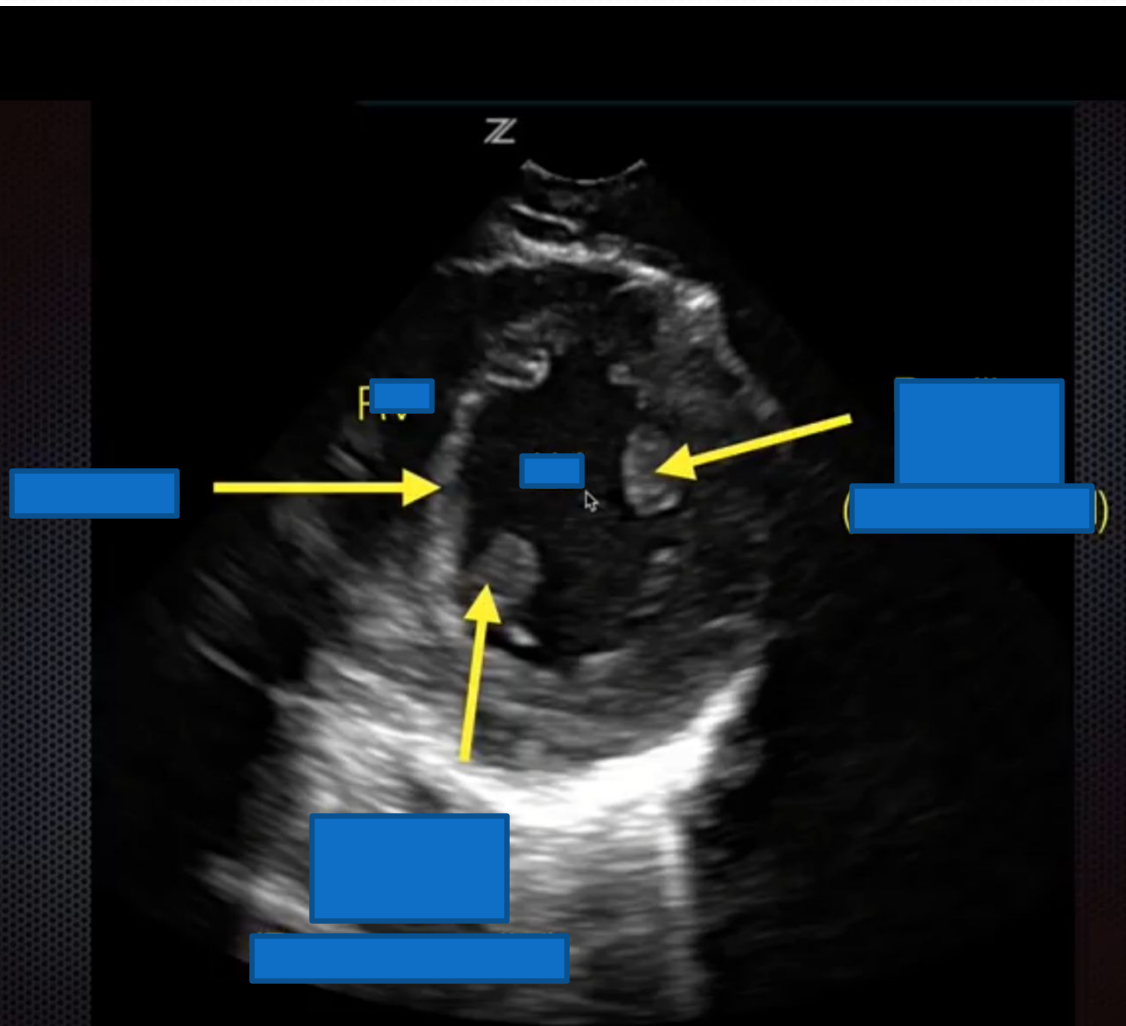
Diastole

Systole

ЭхоКГ в В-режиме,  
парастернальная позиция,  
короткая ось  
уровень митрального  
клапана

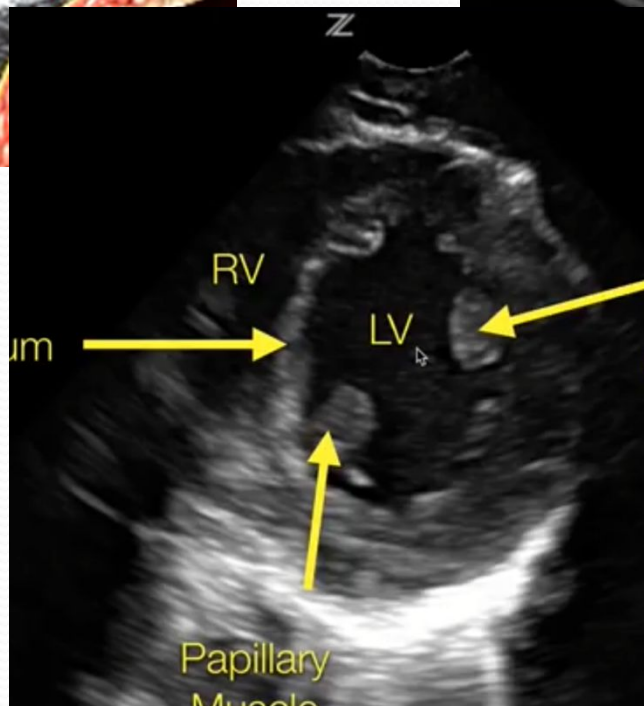
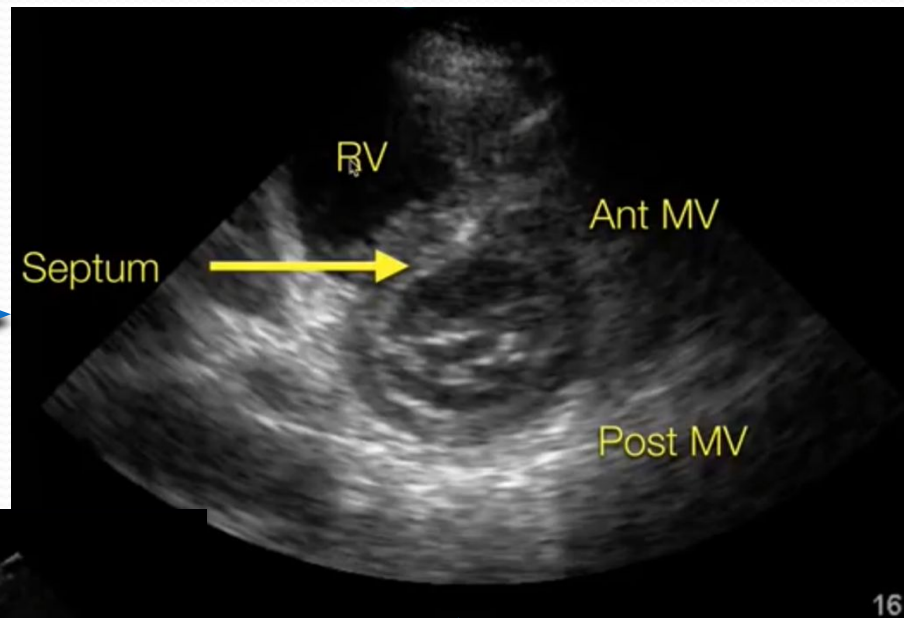
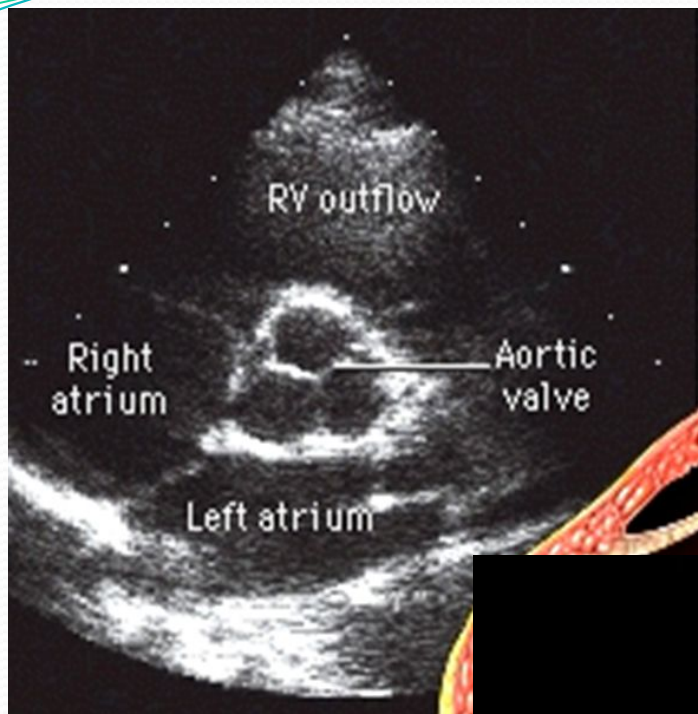


ЭхоКГ в В-режиме,  
парастернальная позиция,  
короткая ось  
уровень папиллярных мышц





# Резюме: В-режим, парастернальная позиция, короткая ось



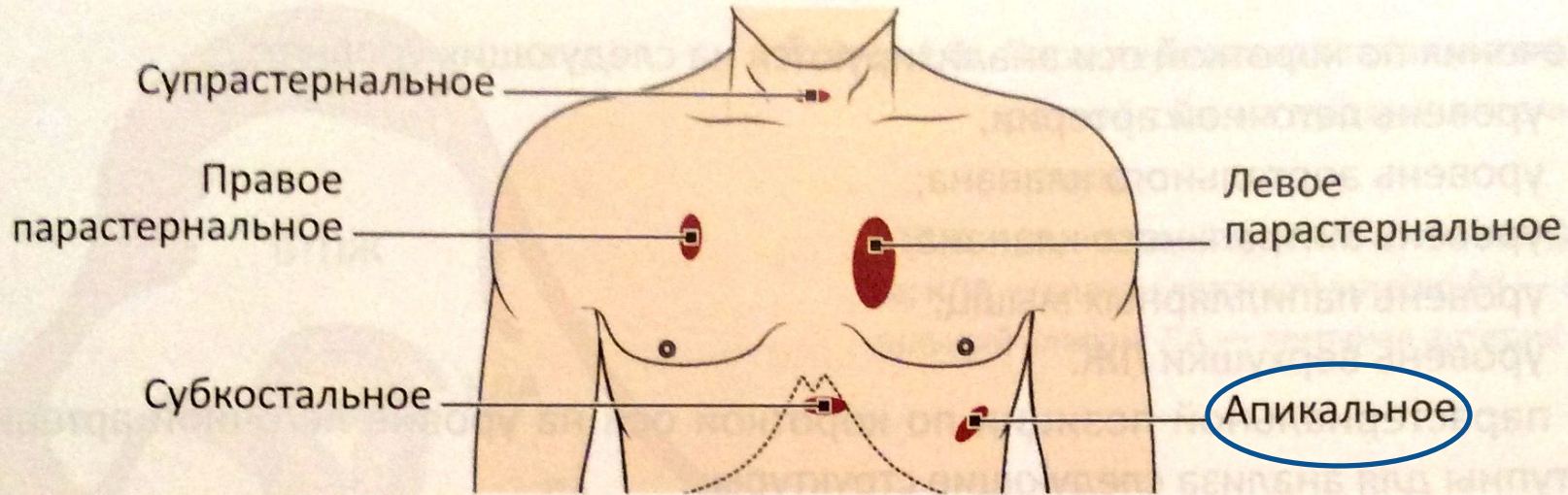
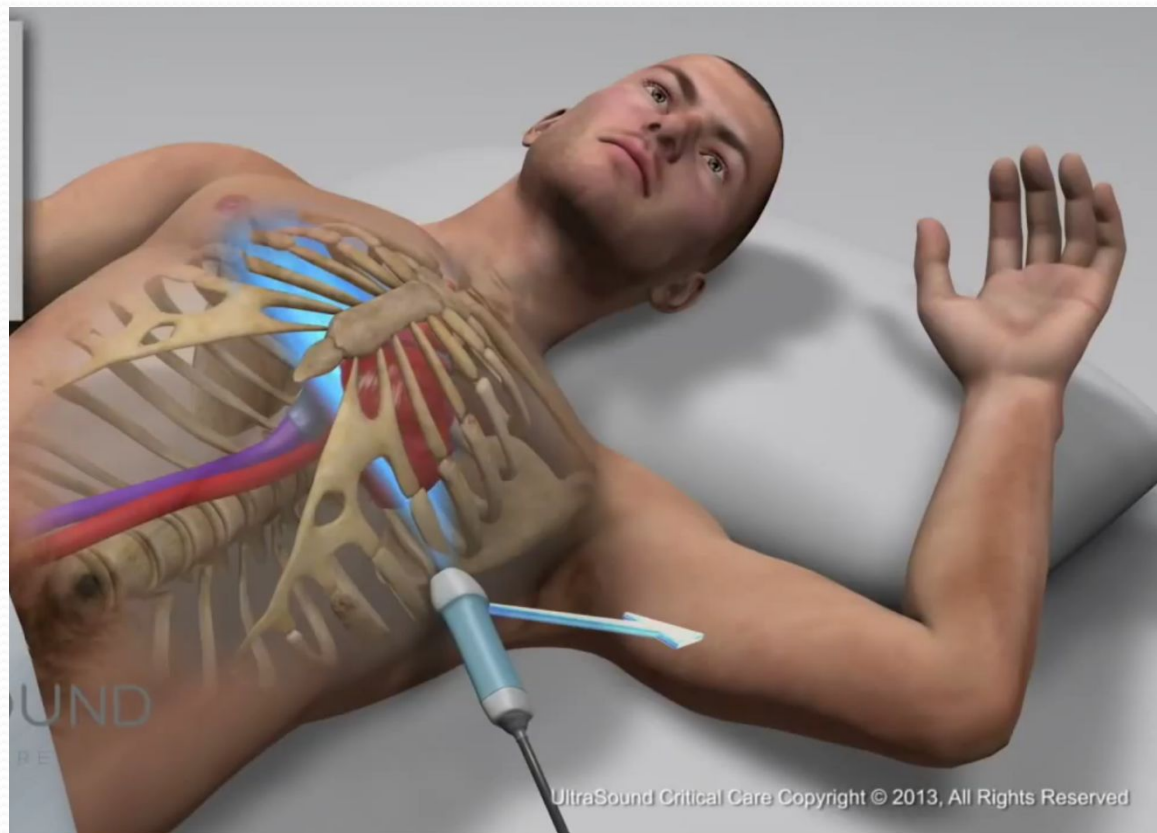
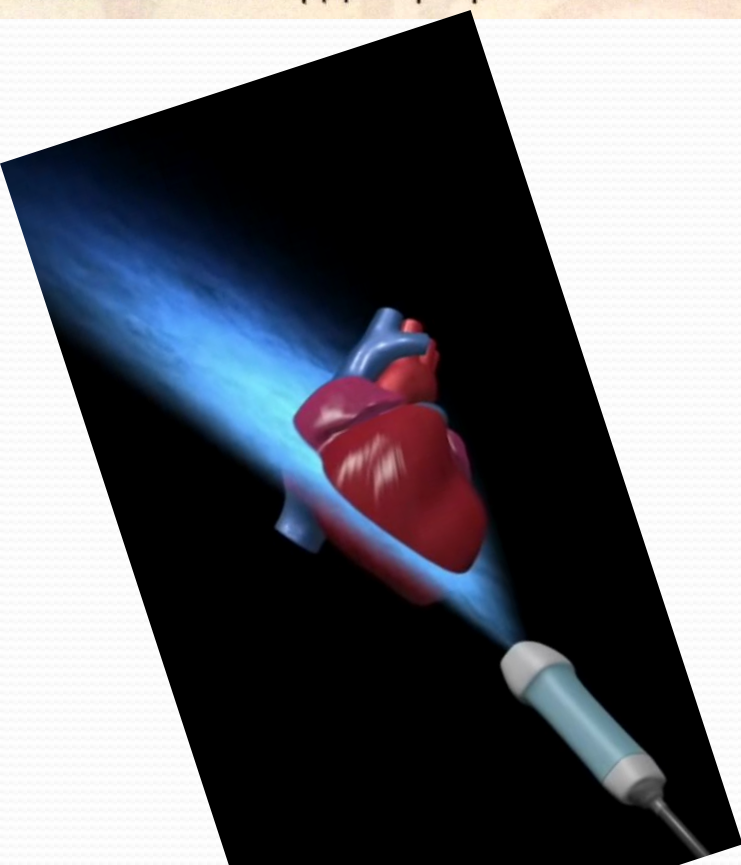
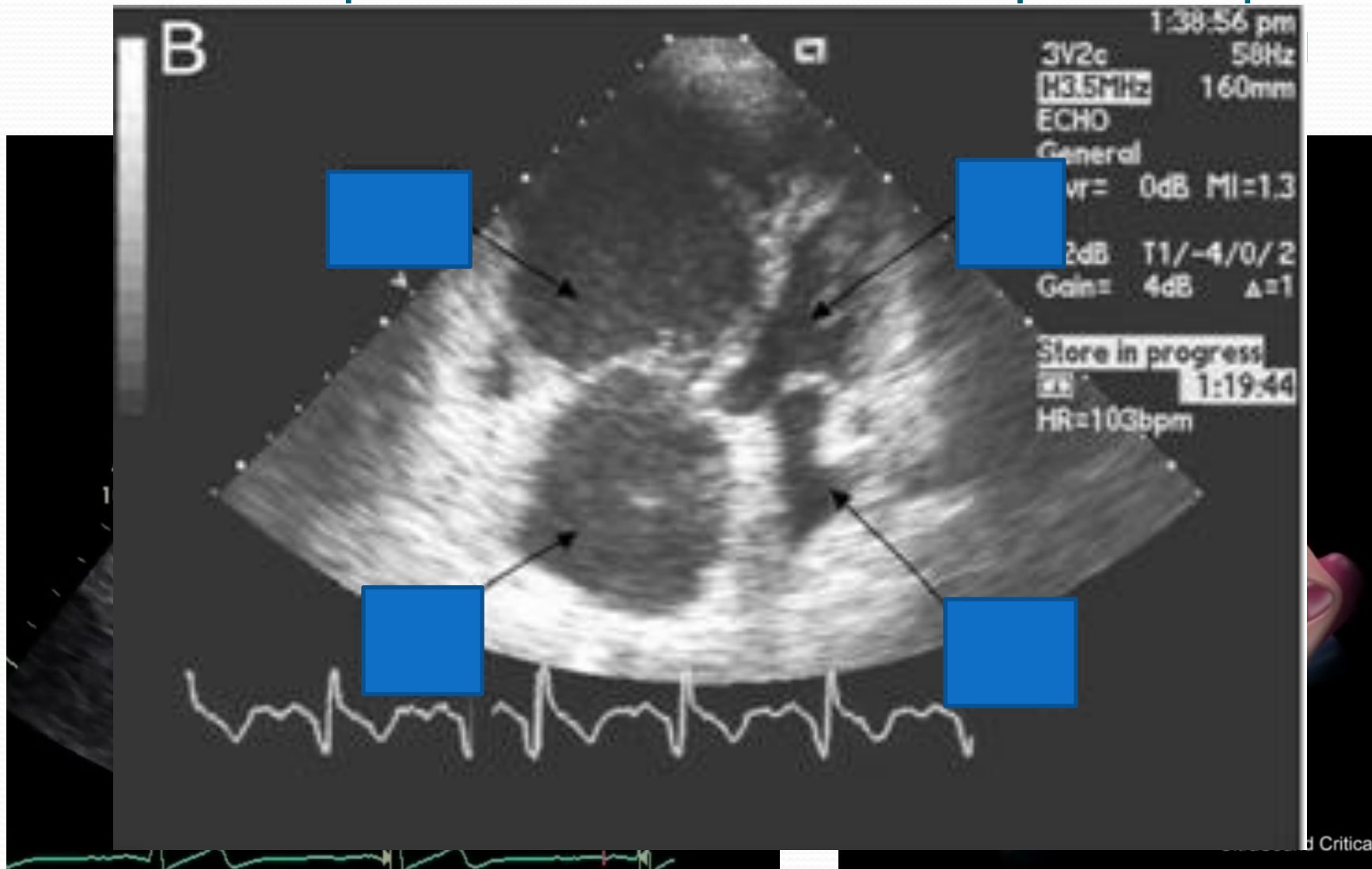


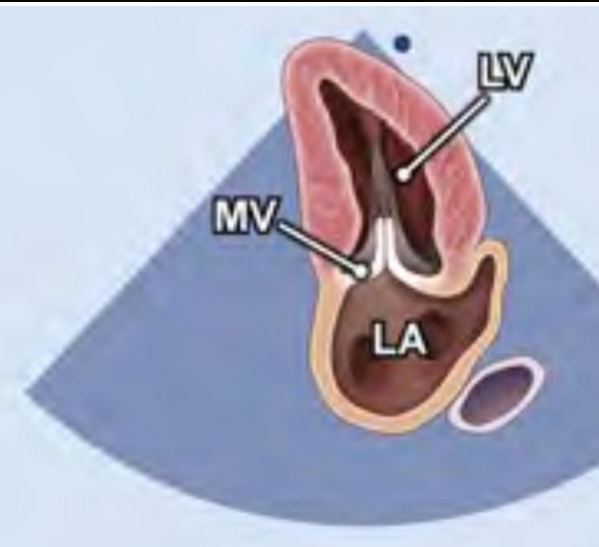
Рис. 4.1. Эхокардиографические окна



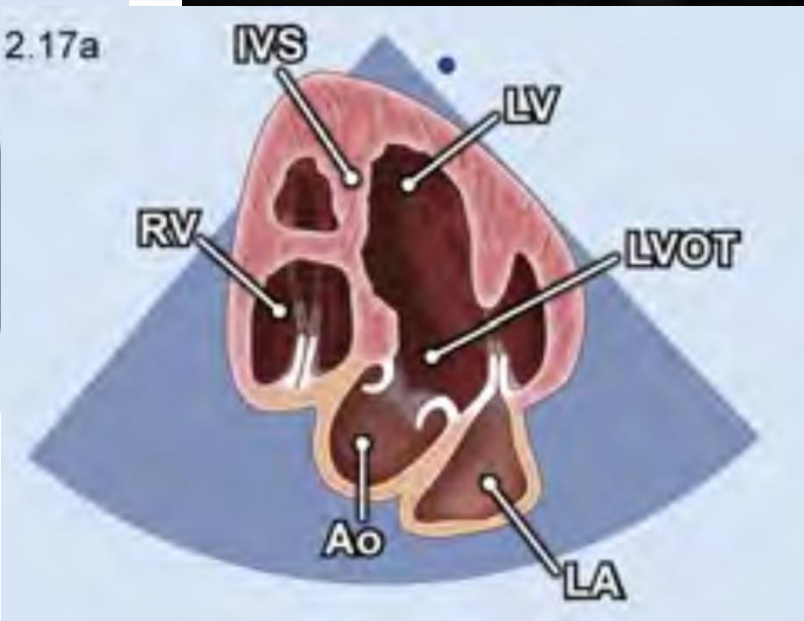
# Эхо-КГ, В-режим, апикальная четырехкамерная





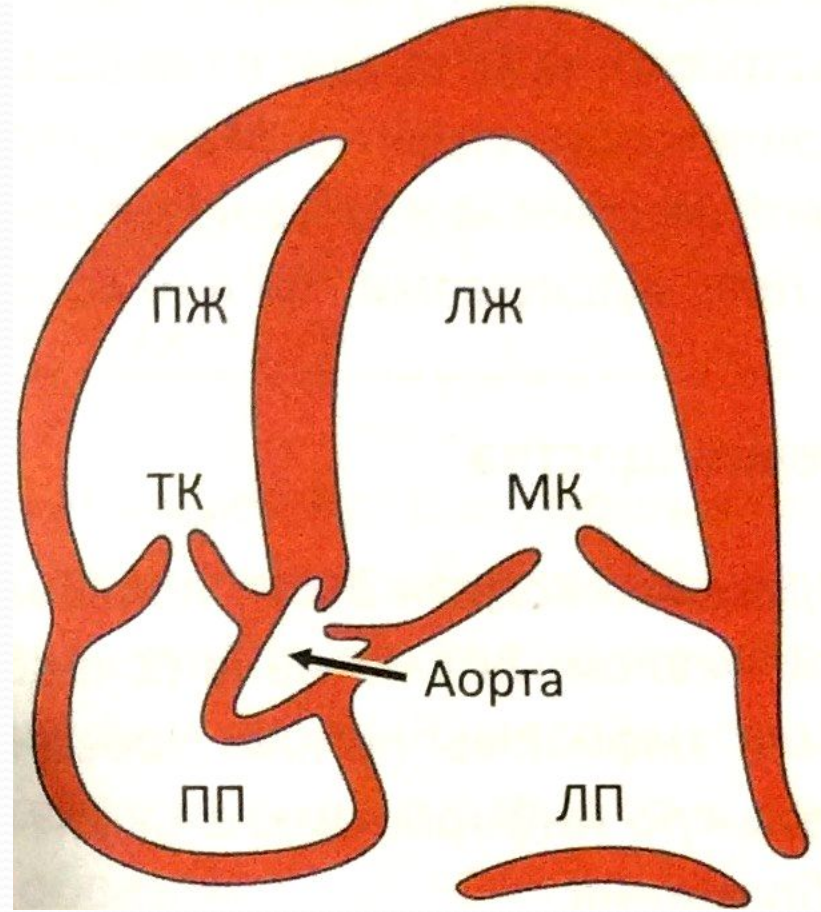
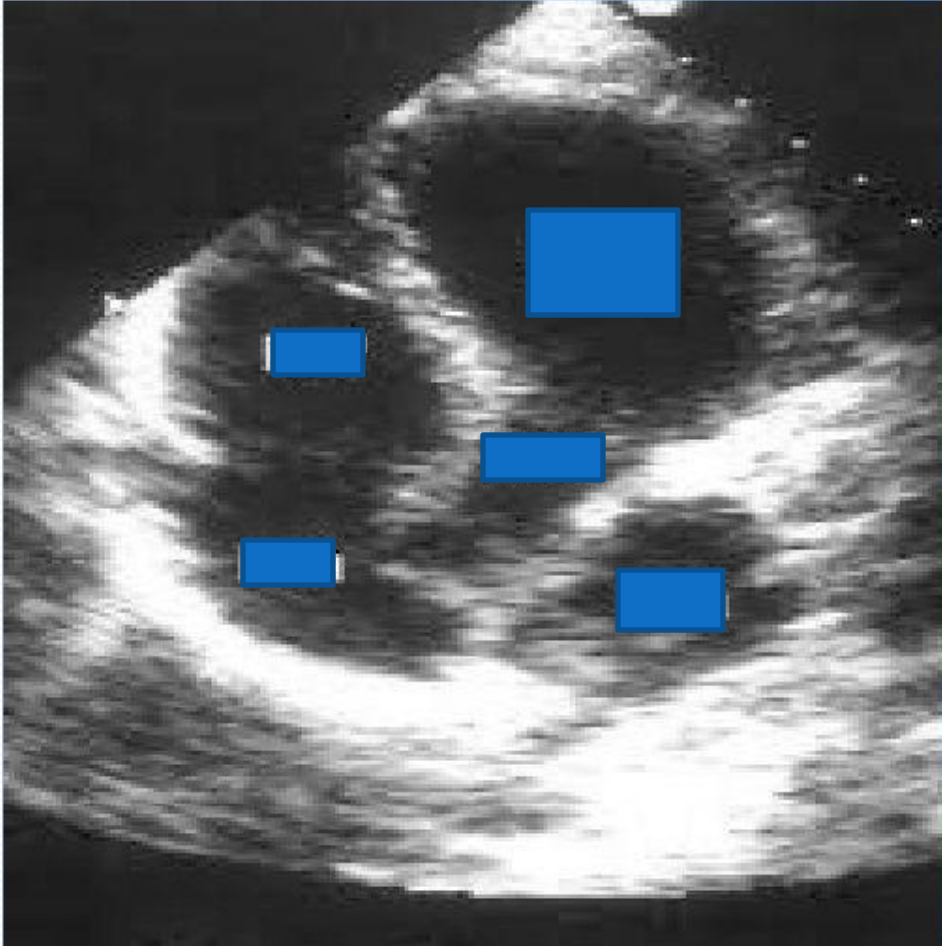


2.17a



2-камерная и  
5-камерная  
позиции от  
верхушки,  
В режим





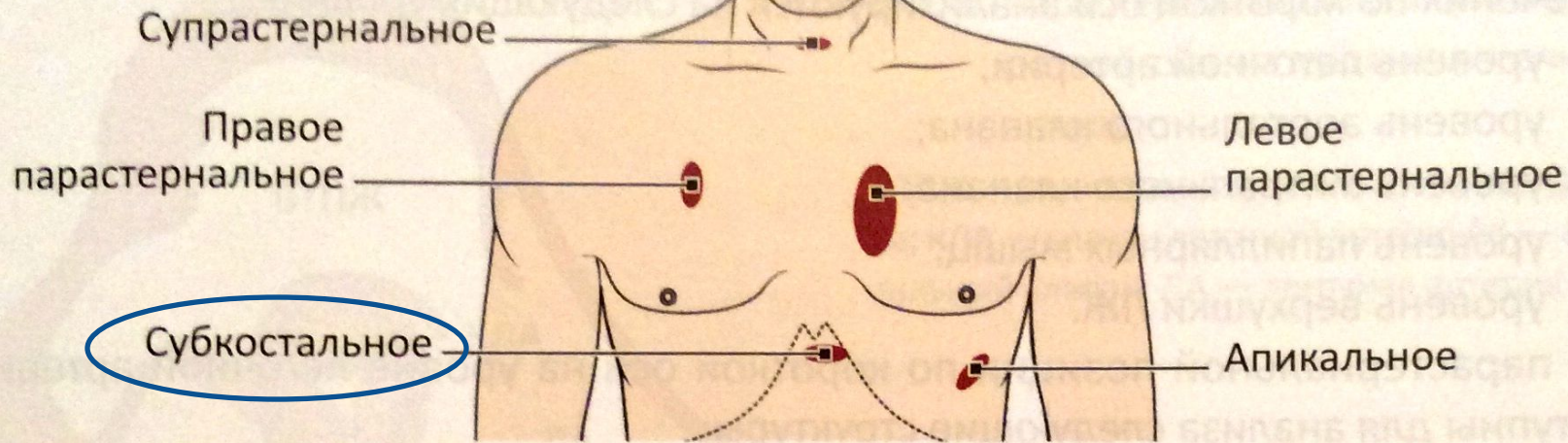
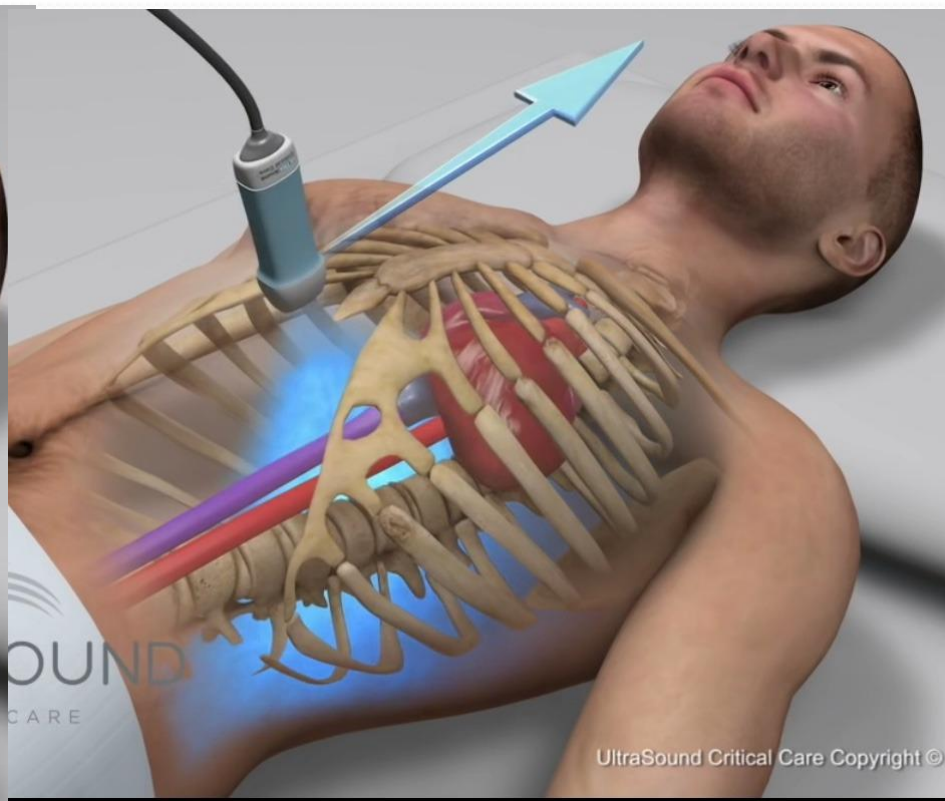
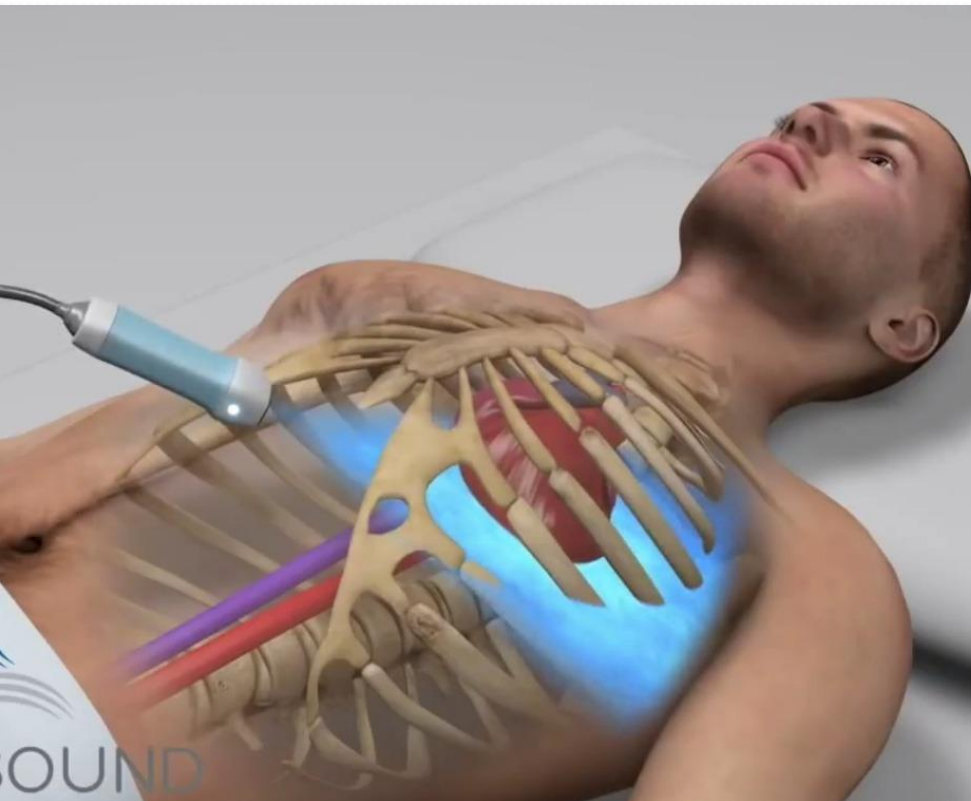
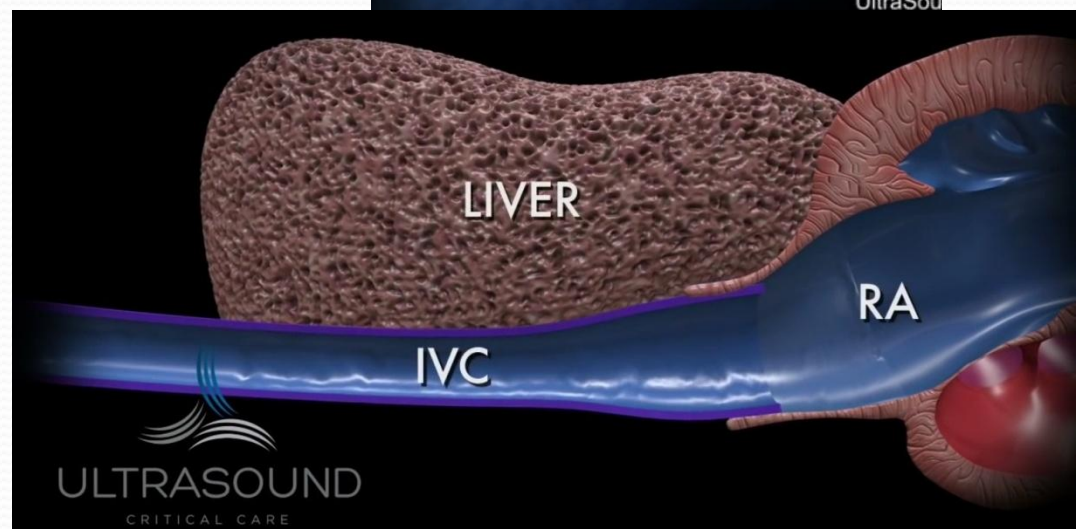
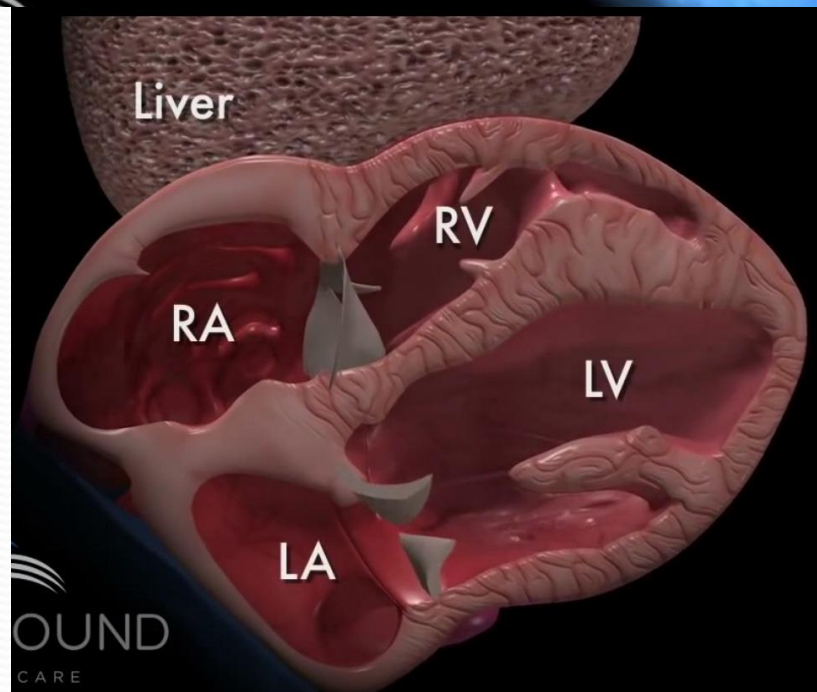
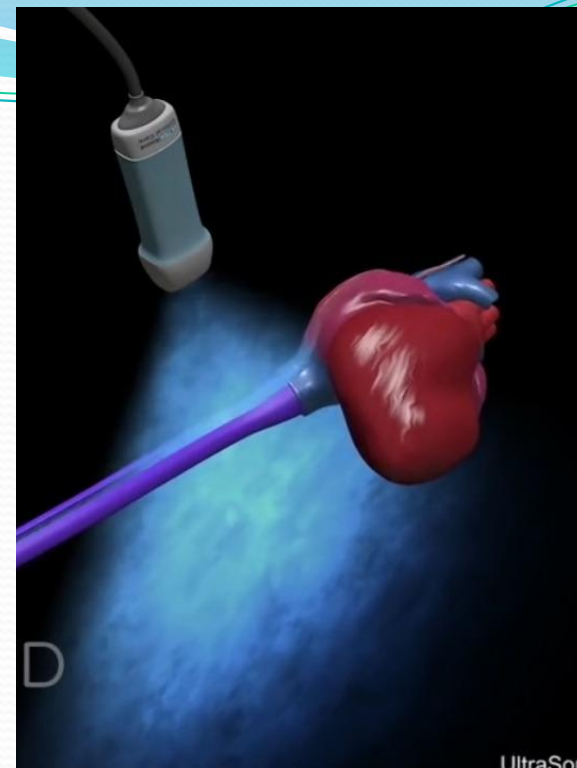
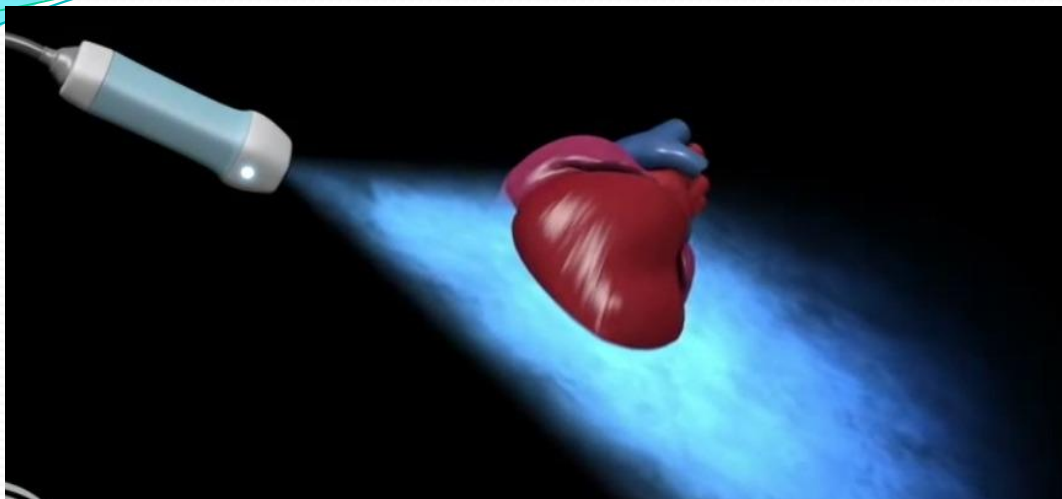


Рис. 4.1. Эхокардиографические окна

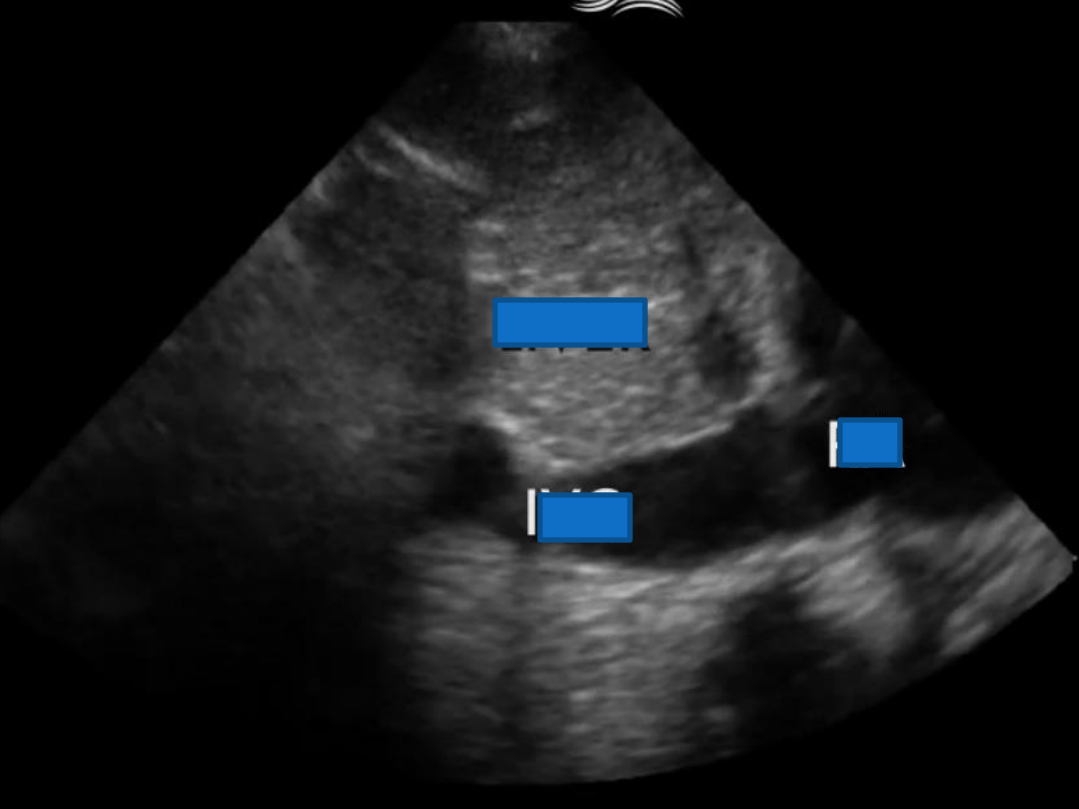






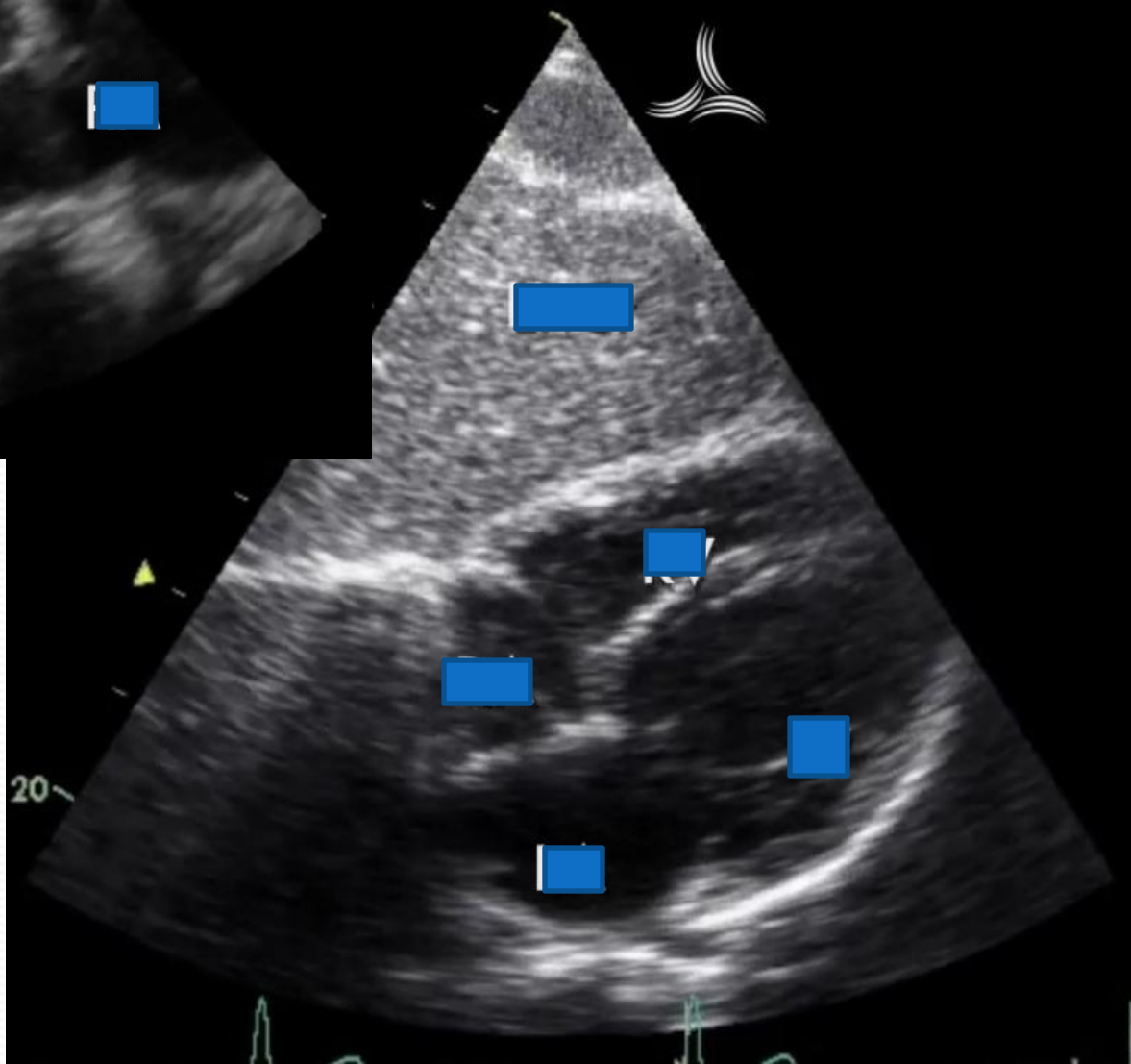
UltraSou





Вверху – эпигастральная  
позиция с визуализацией  
нижней поллой вены

Справа – эпигастральная  
4-камерная позиция



М-режим, парастернальная позиция на уровне:

- аортального клапана
- митрального клапана
- левого желудочка

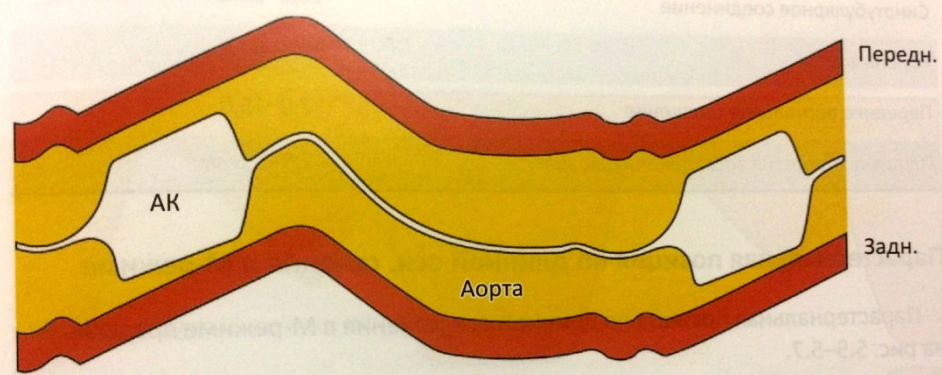
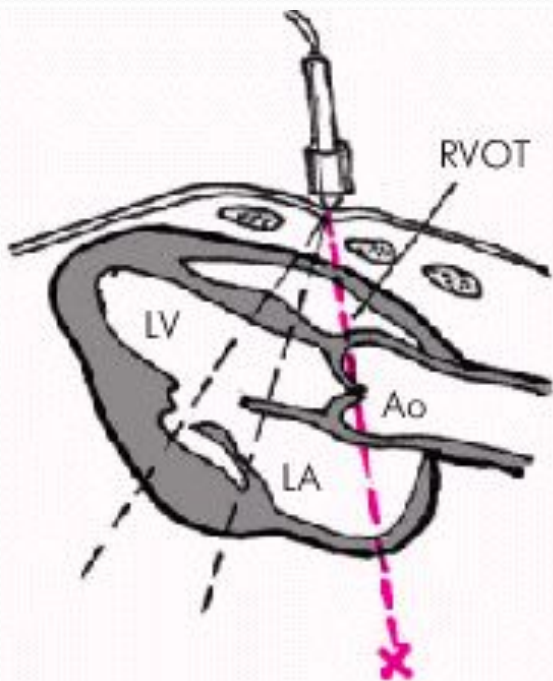


Рис. 5.5. Парастернальная позиция по длинной оси, сечение в М-режиме на уровне аортального клапана (АК)

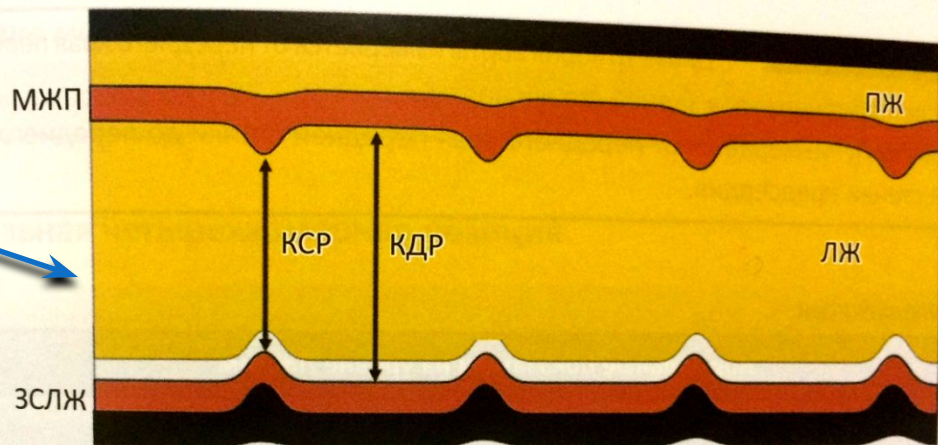
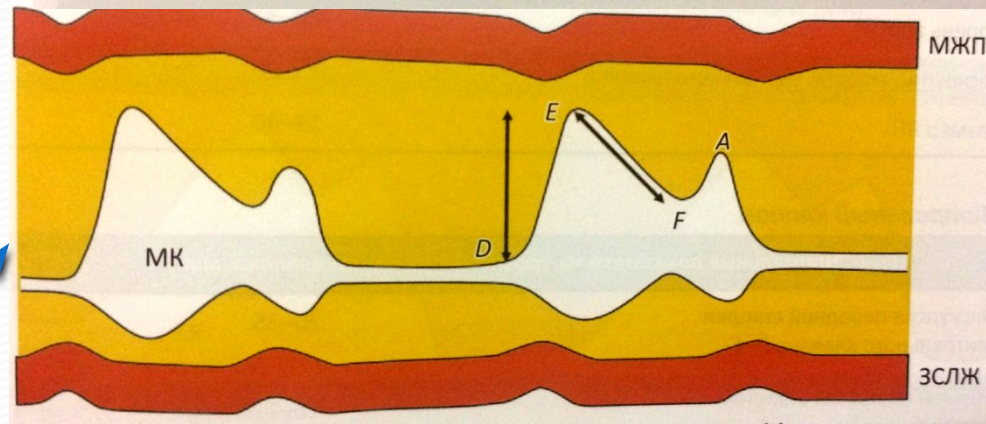
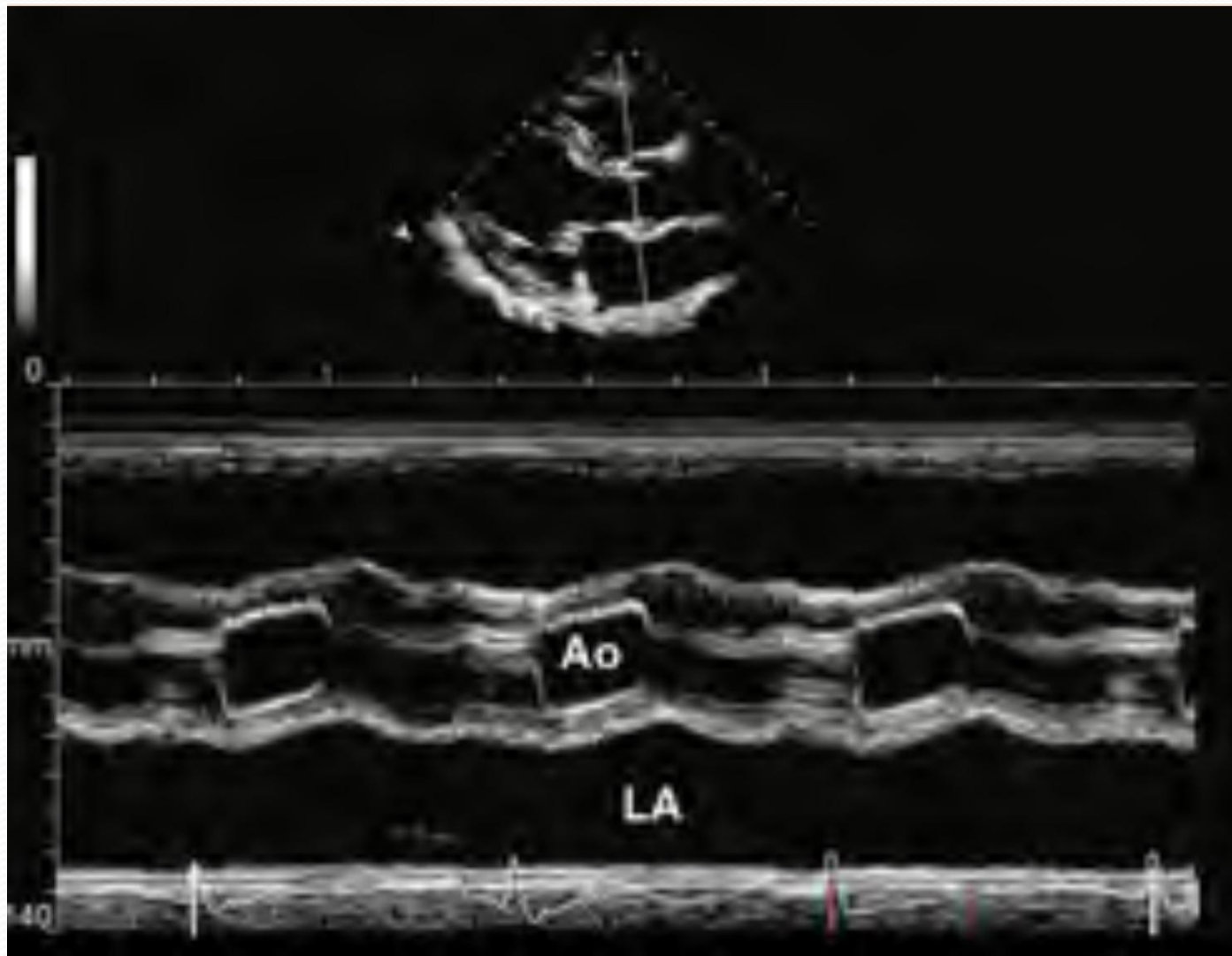


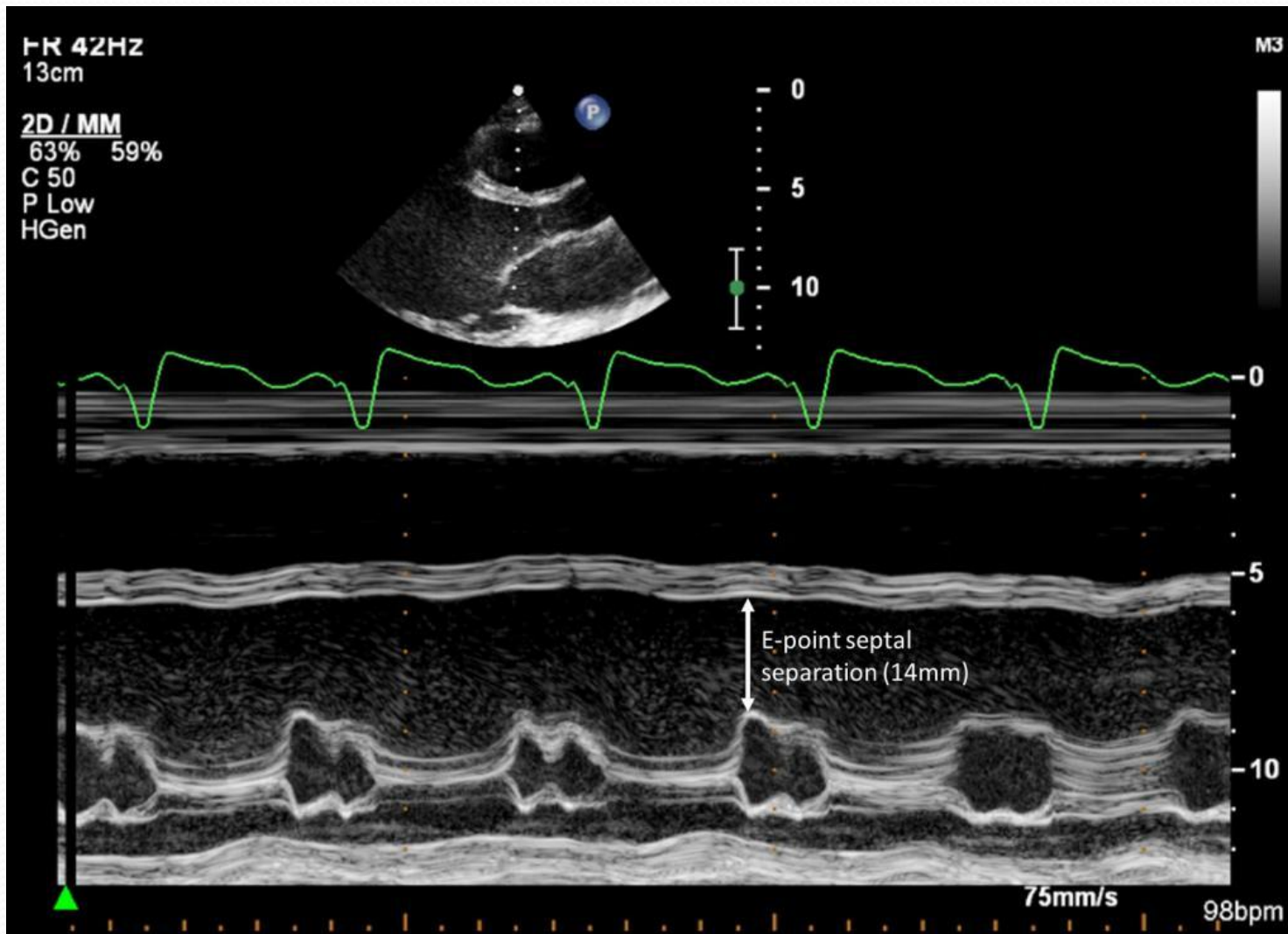
Рис. 5.7. Парастернальная позиция по длинной оси, сечение в М-режиме на уровне левого желудочка:

M-режим, парастернальная позиция на уровне аортального клапана

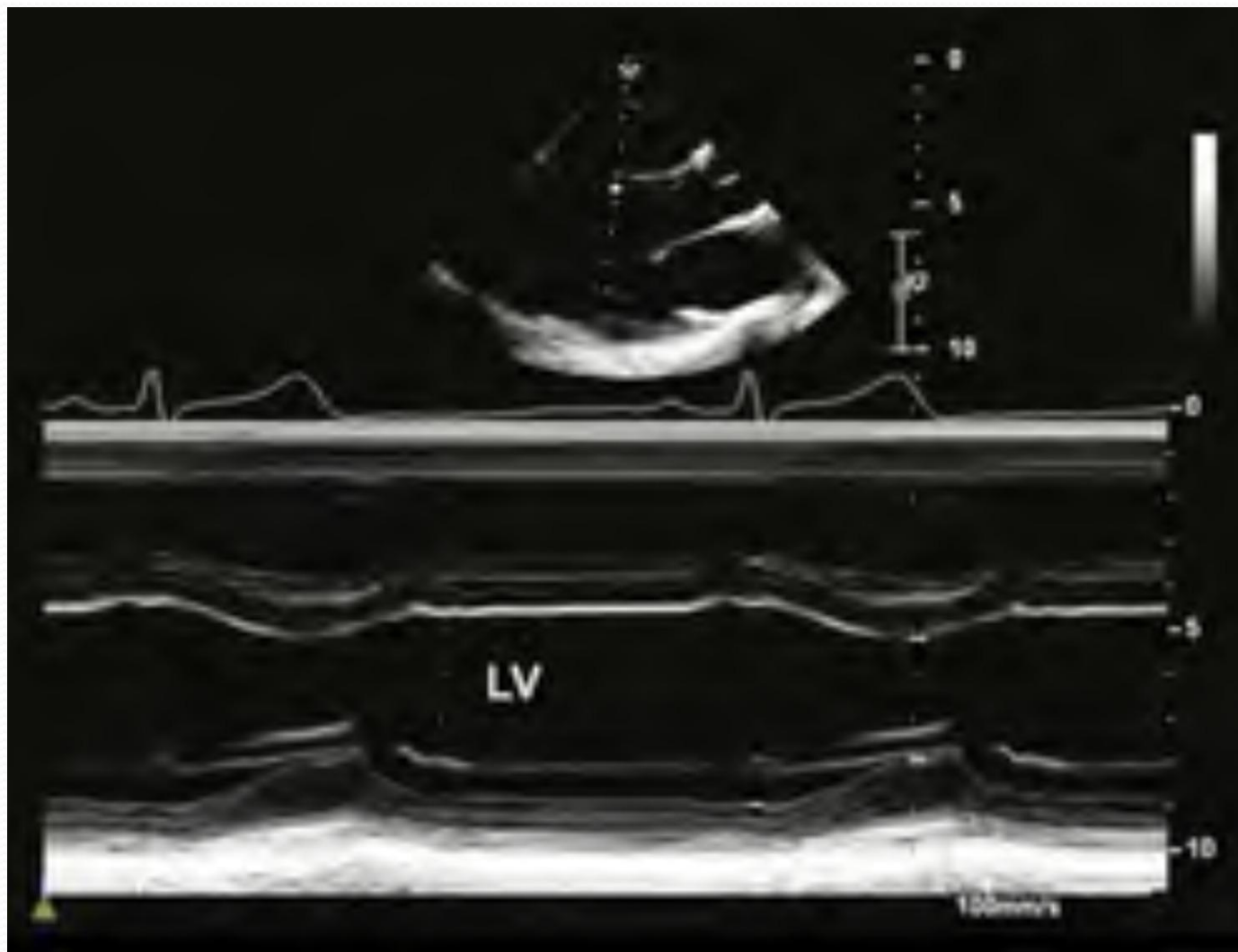




# M-режим, парастеральная позиция на уровне митрального клапана




# M-режим, парастеральная позиция на уровне левого желудочка



# Допплеровское исследование

- Цель – регистрация:
  - 1) скорости кровотока,
  - 2) градиента (ламинарный или турбулентный кровоток)
  - 3) направления (от датчика - ниже изолинии; к датчику - выше изолинии)
- Где лучше регистрировать параметры кровотока?  
*ОТВЕТ:* при направлении УЗ-луча **ПАРАЛЛЕЛЬНО** исследуемому кровотоку



Например, для аортального клапана – 5-камерная позиция от верхушки.  
Для митрального – 4-камерная позиция от верхушки



# ДОППЛЕР

Цветной

Постоянноволновой

**2 пьезоэлектрических кристалла**  
– один постоянно передает,  
а другой – принимает сигнал без  
потери во времени  
**+:** регистрация высоких  
скоростей кровотока  
**-:** нельзя локализовать источник  
сигнала

Импульсный

**1 пьезоэлектрический кристалл**  
используется и для передачи  
импульса, и для приема  
отраженного сигнала через  
заданное время  
**+:** точное определение источника  
скоростного сигнала  
**-:** определение скоростей  $< 2\text{ м/сек.}$

Дополняют друг-друга 😊

# Ньюансы импульсного доплера

Частота повторения импульсов должна быть  $>$  чем в 2 раза превышать измеряемую скорость



Предел Найквиста – это максимальный доплеровский сдвиг частоты, который можно измерить при данной частоте повторения импульса

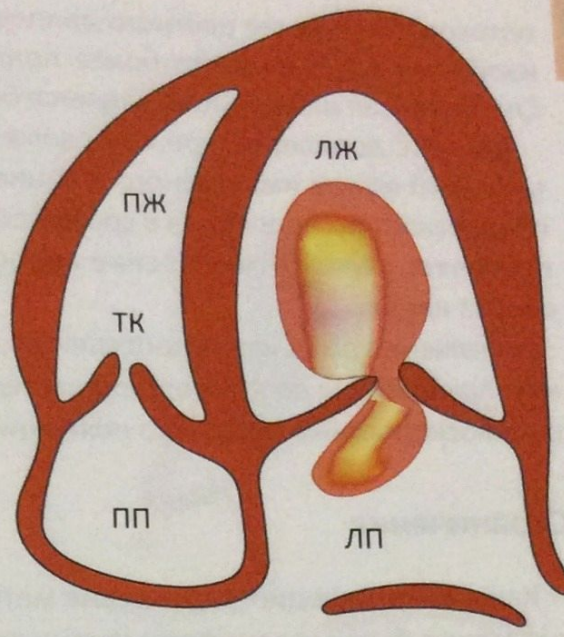
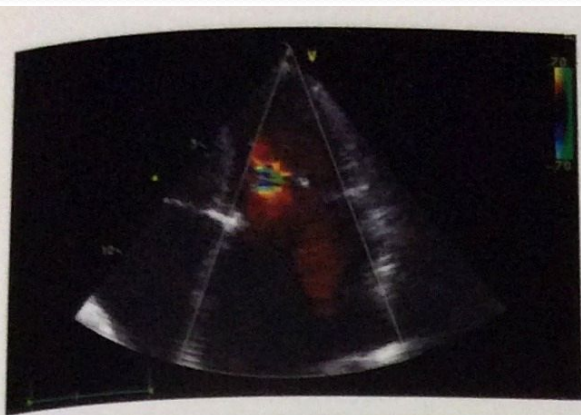
Если его превысить – будет эффект искажения спектра (aliasing-эффект)

Его можно избежать за счет:

- $\uparrow$  частоты повторения импульсов
- множественных контрольных объемов
- $\downarrow$  глубины доплеровского исследования
- смещения изолиний спектральных шкал

# Импульсный спектр кровотока и цветное доплеровское исследование

	Импульсный спектр	Цветной доплер
Изображение	Сканирование вдоль одной линии	Картирование кровотока
Информация	Направление	Цвет
Скорость	Значение	Оттенок
Турбулентность	Искажение доплеровского спектра	Мозаичность кровотока



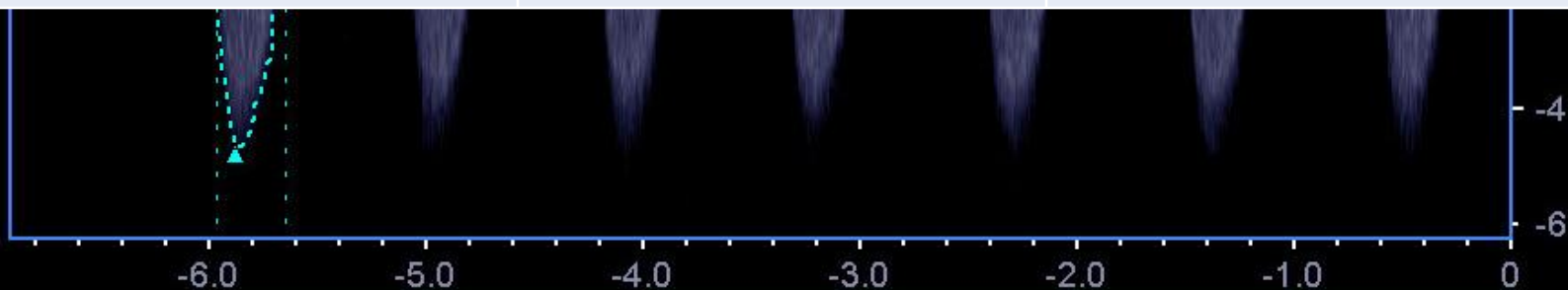


# Трансаортальный кровоток



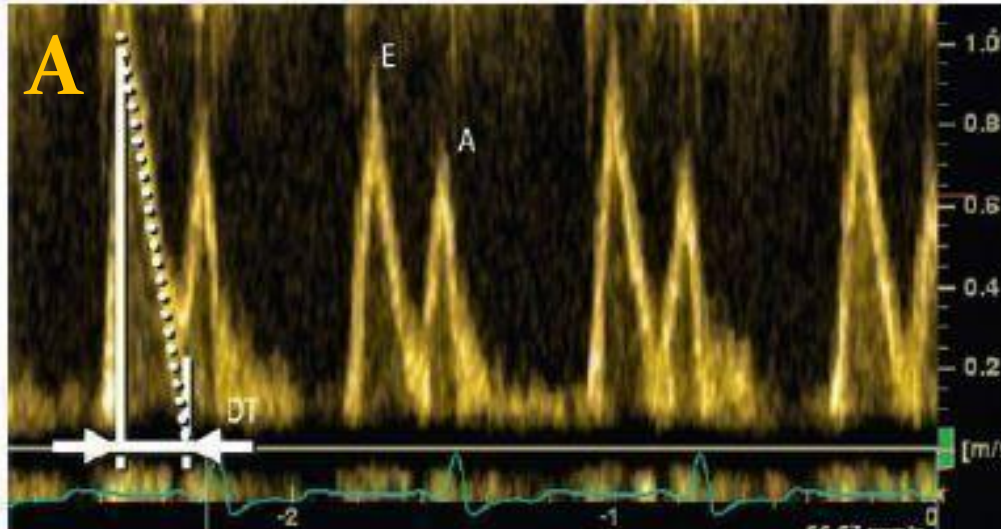
## Оценка тяжести аортального стеноза по макс. скорости и градиенту давления

Тяжесть аортального стеноза	Максимальная скорость, м/сек.	Градиент давления, мм рт.ст.
Незначительный	1-2	< 20
Умеренный	2-4	20-64
Значительный	> 4	> 64

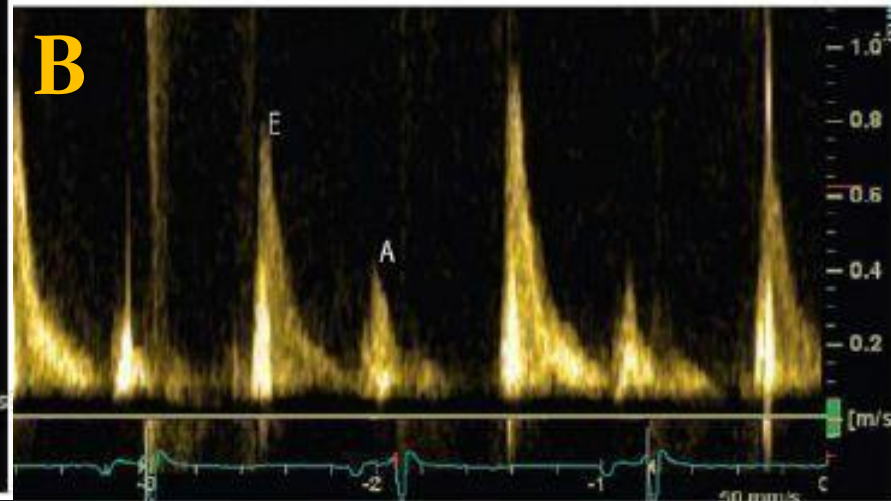
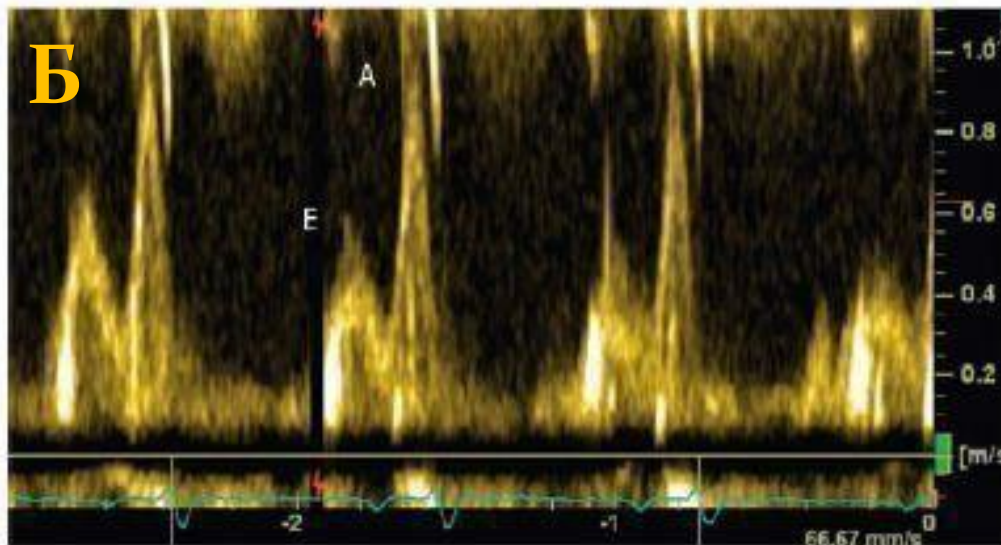


DG:25 / 26.0k / F:1221

# Трансмитральный кровотоки



А – норма  
Б – тип замедленной релаксации  
В – рестриктивный тип



# Оценка диастолической дисфункции по митральному кровотоку

## ФАЗЫ ДИАСТОЛЫ

Релаксация  
заккрытие аортального клапана □ открытие митрального клапана

Раннее быстрое наполнение  
открытие митрального клапана □ конец наполнения

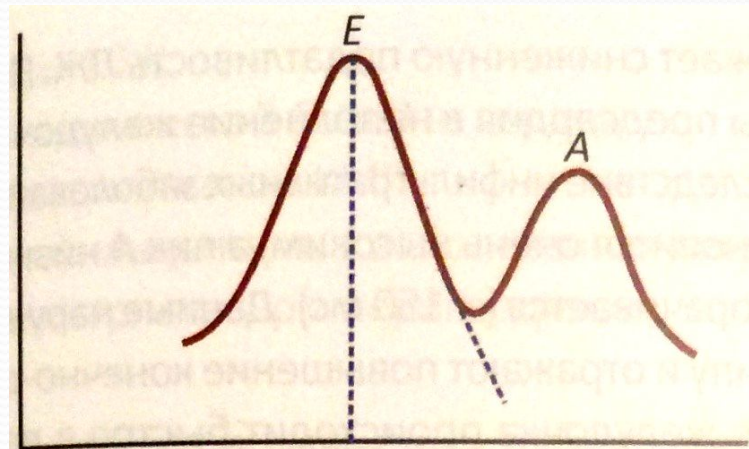
Диастазис (равновесие)

Систола предсердий

**!!** Оценка трансмитрального кровотока производится в **апикальной четырехкамерной позиции** при установлении контрольного объема на уровне кончиков створок митрального клапана



# Норма трансмитрального кровотока

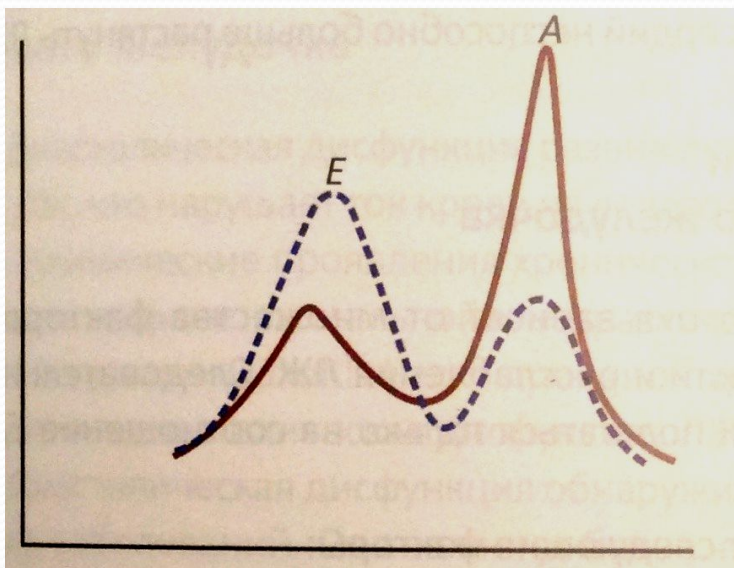


Пик E > A - норма

## 2 ТИПА ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ДИСФУНКЦИИ

Замедление релаксации

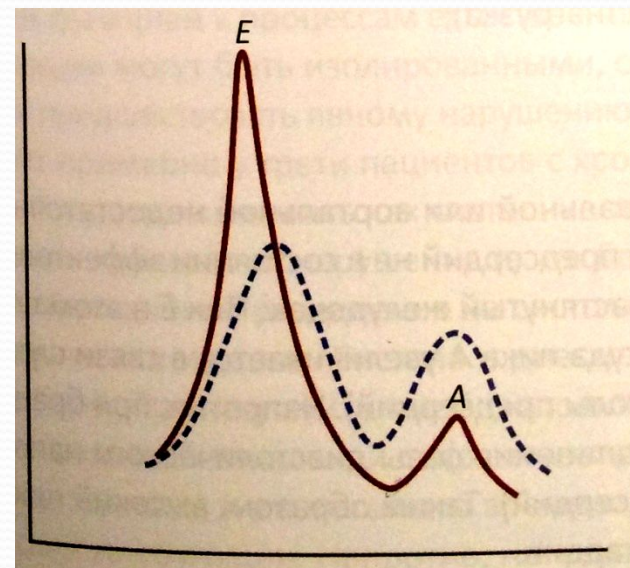
*Гипертрофия или  
ишемия миокарда*



Пик А >> Е

Рестриктивная

*Инфильтративные заболевания,  
констриктивный перикардит*



Пик Е >> А

## *На трансмитральный кровоток влияют*

- Перегрузка объемом (митральная или аортальная недостаточность)  $\square E \gg A$
- Тахикардия – укорочение диастолы  $\square$  большой вклад систолы предсердий  $\square A \gg E$
- Брадикардия – наоборот. Поэтому большой пик  $A$  имеет значение на фоне брадикардии
- При ФП, АВ-блокаде III степени, удлинении PR определение  $E/A$  неинформативно
- Пожилые – доминирует пик  $A$ .  $E/A > 1$  или  $E=A$  – «псевдонормальная» диастолическая дисфункция

**!!** При оценке диастолической дисфункции полагаться только на соотношение  $E/A$  некорректно



# ЧП-Эхо - показания

## Абсолютные

Перед проведением кардиоверсии, особенно при наличии ТЭ в анамнезе и при показаниях к назначению антикоагулянтов

Дисфункция протезированных клапанов сердца

ИЭ: при низкой информативности ТТ-Эхо; эндокардит АК – для исключения абсцесса корня Ао; во всех случаях эндокардита искусственного клапана

Аневризма Ао: диагностика расслоения, интрамуральной гематомы

Дефект МПП: определение размеров и вариантов хирургического вмешательства

ТЭ – тромбоэмболии; ИЭ – инфекционный эндокардит;  
ТТ-Эхо – трансторакальная ЭхоКГ; АК – аортальный клапан; Ао – аорта;  
МПП – межпредсердная перегородка

# ЧП-Эхо – показания (2)

## Относительные

ТЭ: ТИА, ишемический инсульт, эмболии в сосуды большого круга кровообращения, особенно у лиц >50 лет

Объемные образования сердца и околосердечных структур

Оценка естественных и протезированных клапанов сердца

Заболевания аорты

Врожденные пороки сердца

Интраоперационный мониторинг функции левого желудочка, исключение наличия воздуха в полости левого желудочка по окончании операции на сердце

Низкое качество трансторакальных изображений (должно быть крайне редким показанием)

# ЧП-Эхо - противопоказания

## Абсолютные

- Больной не выполняет или не понимает указаний врача
- Тяжелая сердечно-легочная патология
- Обструкция пищевода
- Трахеопищеводный свищ
- Активное кровотечение или коагулопатия

## Относительные

- Большие варикозные узлы в пищеводе
- Операция на пищеводе в анамнезе
- Нестабильность шейных позвонков
- Атлантаксиальная нестабильность



# ЧП-Эхо - осложнения

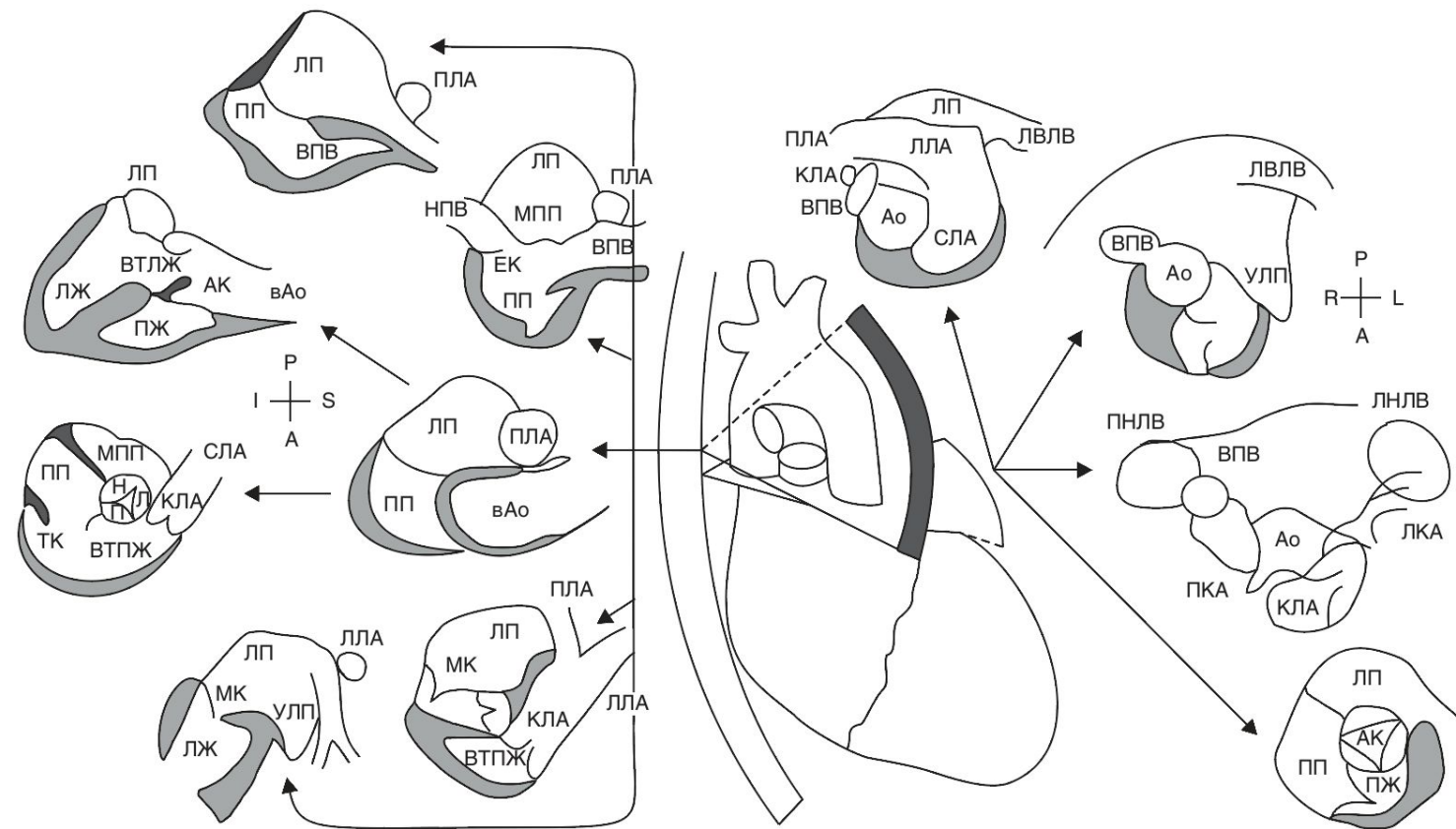
## Большие осложнения ЧП-Эхо

- Разрыв или перфорация пищевода
- Ларинго- или бронхоспазм
- Некупируемая желудочковая тахикардия

## Малые осложнения ЧП-Эхо

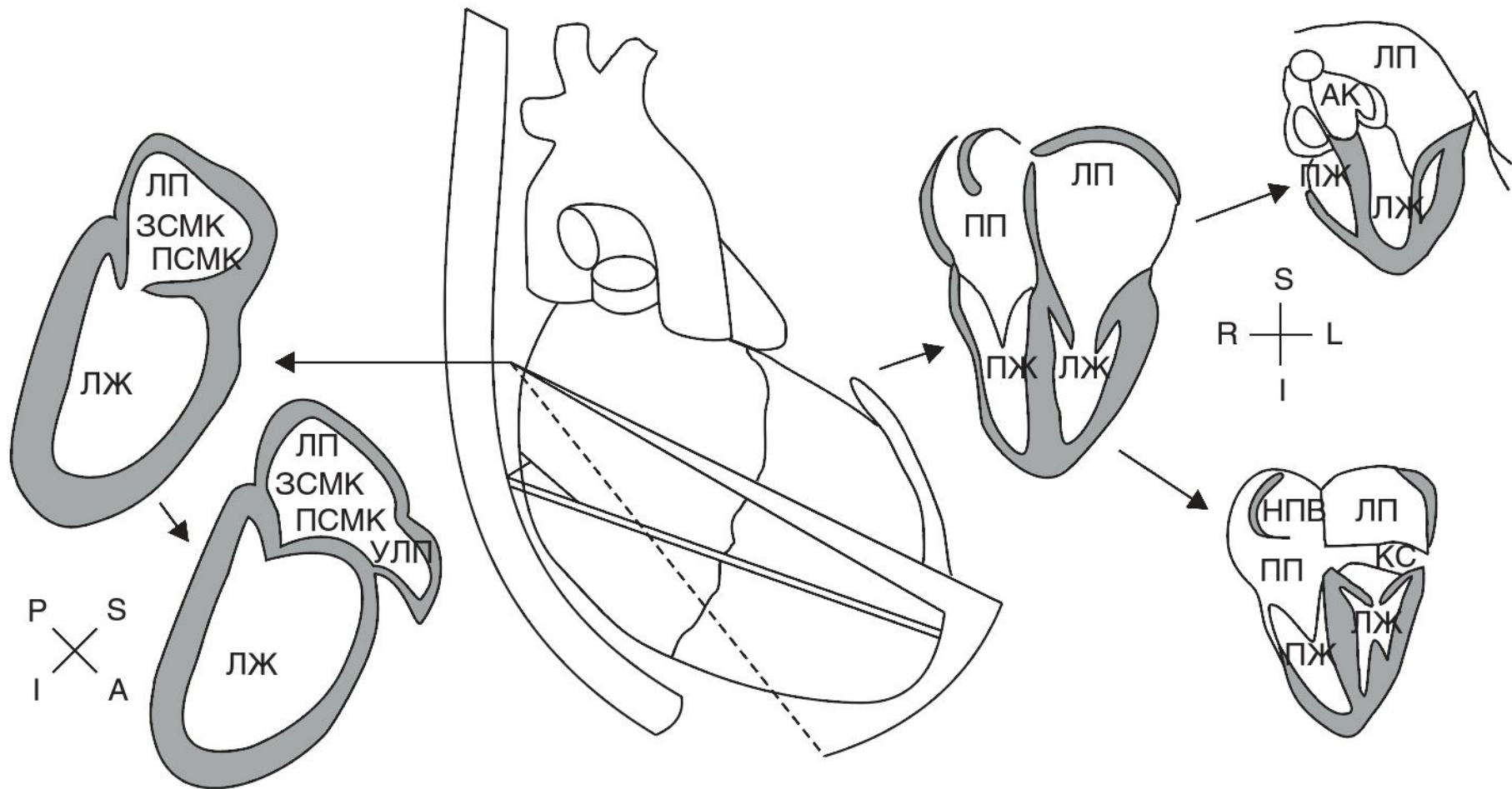
- Рвотные позывы, рвота
- Боль, першение в горле
- Кровь в слюне
- Тахи- или брадикардия
- Гипоксия, ишемия
- Временное повышение или понижение артериального давления

# Эхо)



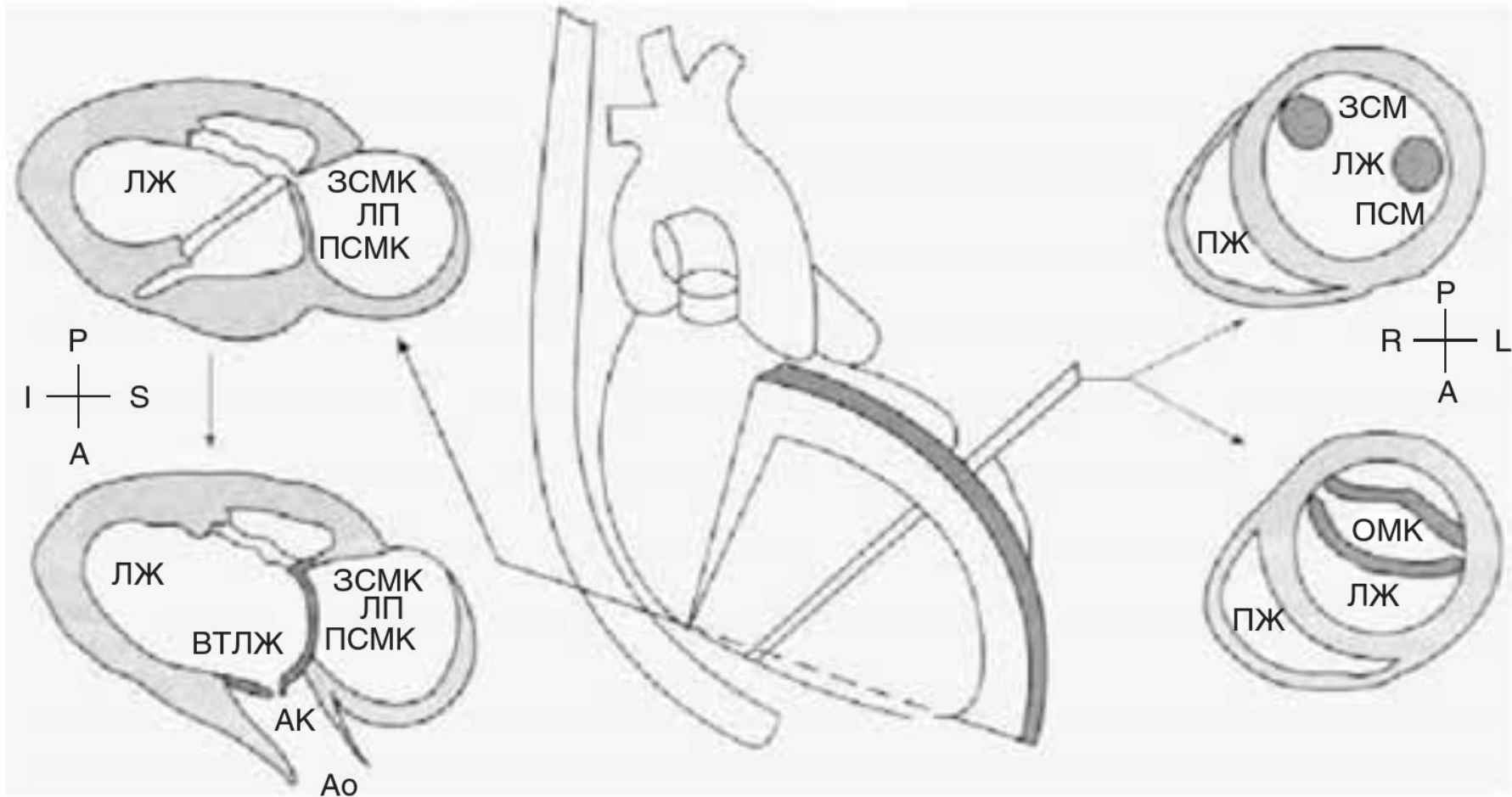
**Рисунок 31.** Схема двумерных изображений при чреспищеводной ЭхоКГ на уровне основания сердца [5].

АК — аортальный клапан; Ао — корень аорты; вАо — восходящая аорта; ВПВ — верхняя полая вена; ВТЛЖ — выносящий тракт левого желудочка; ВТПЖ — выносящий тракт правого желудочка; ЕК — евстахийев клапан; КЛА — клапан легочной артерии; Л — левая коронарная створка аортального клапана; ЛВЛВ — левая верхняя легочная вена; ЛЖ — левый желудочек; ЛКА — ствол левой коронарной артерии; ЛЛА — левая легочная артерия; ЛНЛВ — левая нижняя легочная вена; ЛП — левое предсердие; МК — митральный клапан; МПП — межпредсердная перегородка; Н — некоронарная створка АК; НПВ — нижняя полая вена; П — правая коронарная створка аортального клапана; ПЖ — правый желудочек; ПКА — правая коронарная артерия; ПЛА — правая легочная артерия; ПНЛВ — правая нижняя легочная вена; ПП — правое предсердие; СЛА — ствол легочной артерии; ТК — трехстворчатый клапан; УЛП — ушко левого предсердия; А — вперед; I — вниз; L — влево; P — назад; R — вправо; S — вверх.



**Рисунок 32.** Схема двумерных изображений при чреспищеводной ЭхоКГ на уровне середины пищевода [5]. АК — аортальный клапан; ЗСМК — задняя створка митрального клапана; КС — коронарный синус; ЛЖ — левый желудочек; ЛП — левое предсердие; НПВ — нижняя полая вена; ПЖ — правый желудочек; ПП — правое предсердие; ПСМК — передняя створка митрального клапана; А — вперед; I — вниз; L — влево; P — назад; R — вправо; S — вверх.





**Рисунок 34.** Схема двумерных изображений, получаемых при чреспищеводной ЭхоКГ из трансагастальной позиции [5]. АК — аортальный клапан, Ао — аорта, ВТЛЖ — выносящий тракт левого желудочка, ЗСМ — задняя сосочковая мышца, ЗСМК — задняя створка митрального клапана, ЛЖ — левый желудочек, ЛП — левое предсердие, ОКМ — отверстие митрального клапана, ПЖ — правый желудочек, ПСМ — передняя сосочковая мышца, ПСМК — передняя створка митрального клапана, А — вперед, I — вниз, L — влево, P — назад, R — вправо, S — вверх.

# Тканевой доплер

- Это более объективный (чем ЭхоКГ в В-режиме) метод количественной оценки региональной и глобальной систолической и диастолической функции желудочков
- Используется для:
  - - оценки степени ишемии миокарда
  - - оценки диастолической дисфункции
  - - диф. диагностики рестриктивной кардиомиопатии и констриктивного перикардита

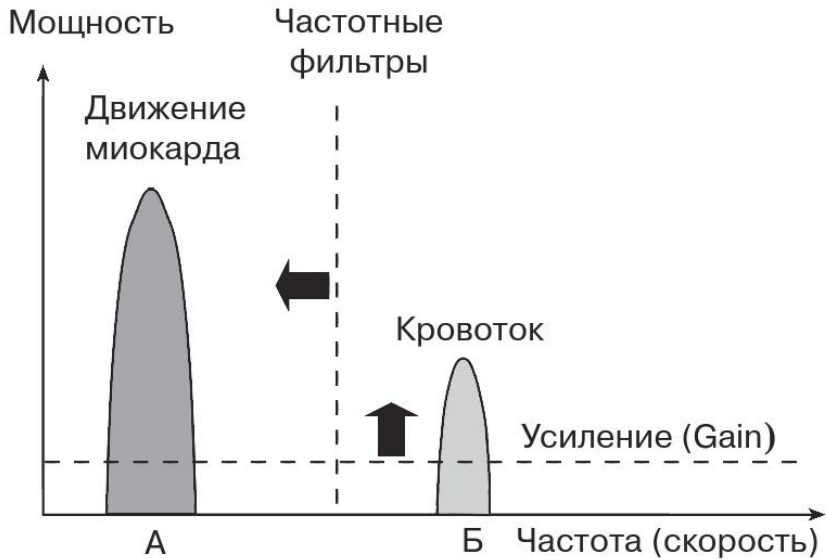


Рис. 1. Спектры доплеровского сигнала кровотока и миокарда.

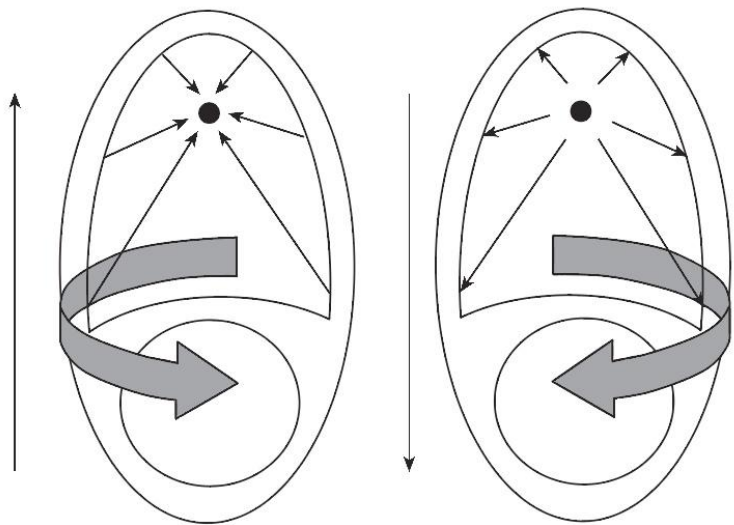
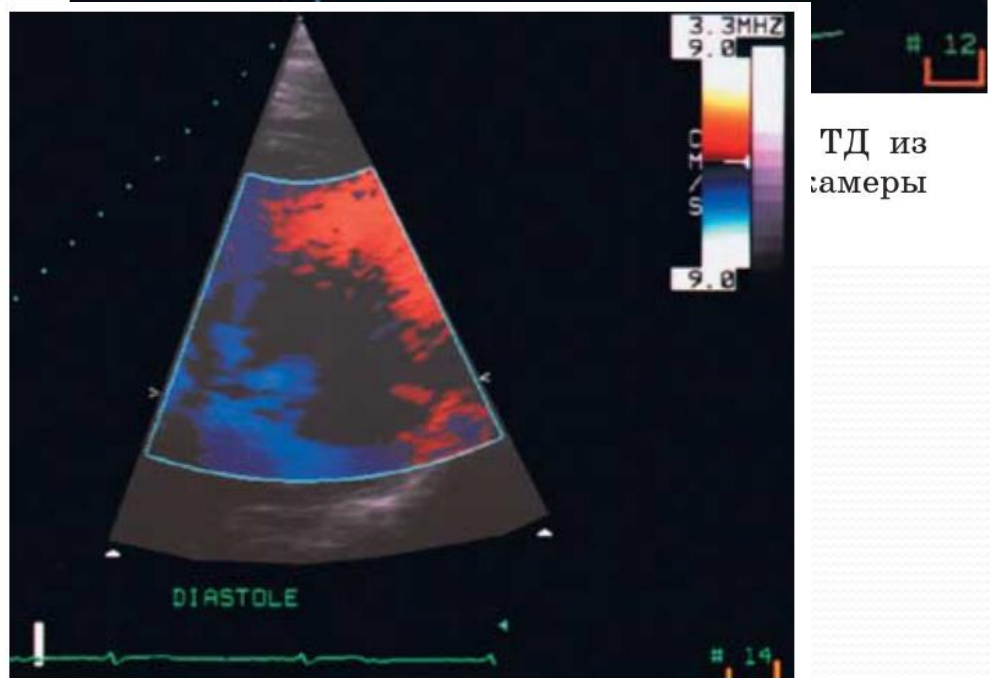
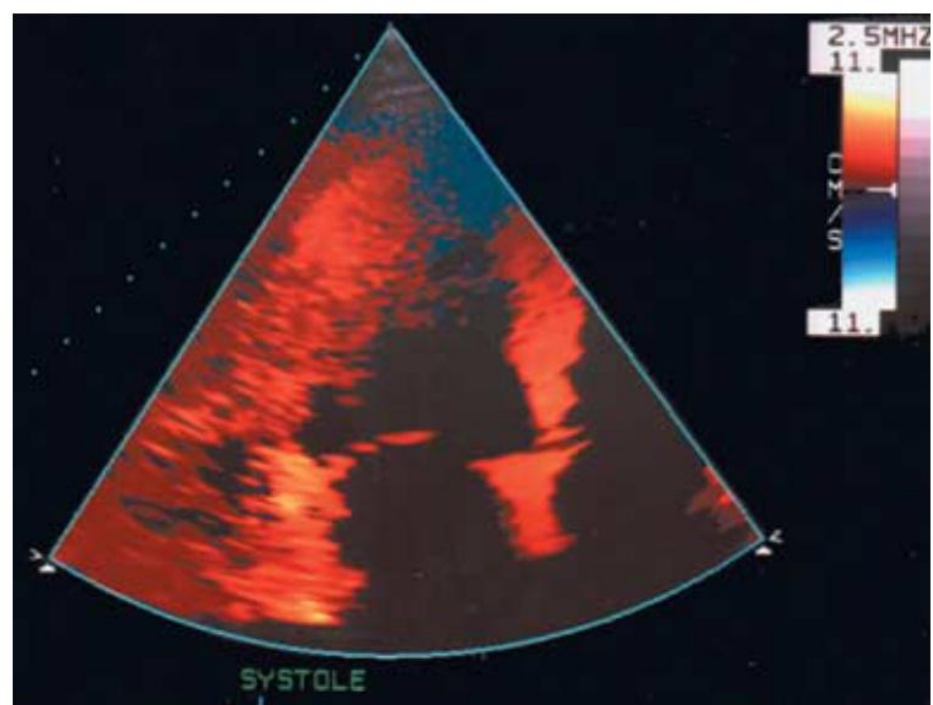
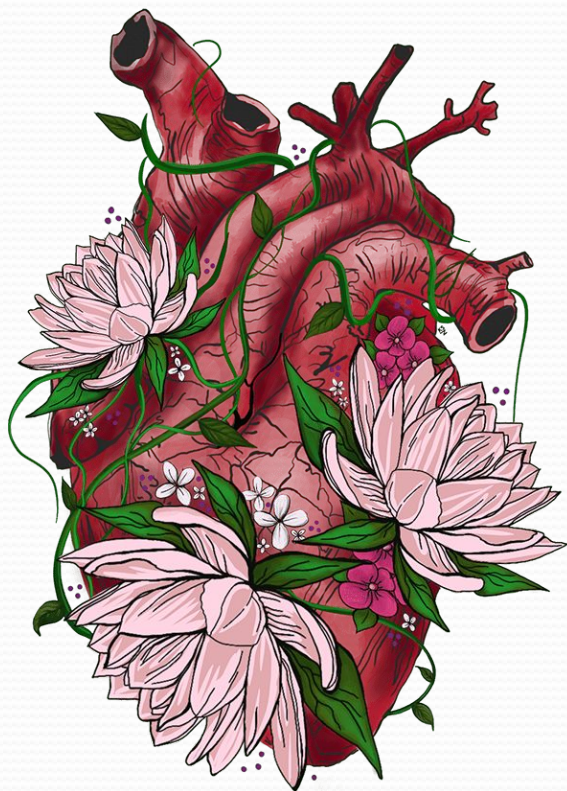


Рис. 2. Направления основных векторов движения миокарда в систолу и диастолу желудочков.



ТД из камеры

Рис. 9. Двухмерный цветовой режим ТД в па-



*Спасибо  
за  
внимание  
!*