

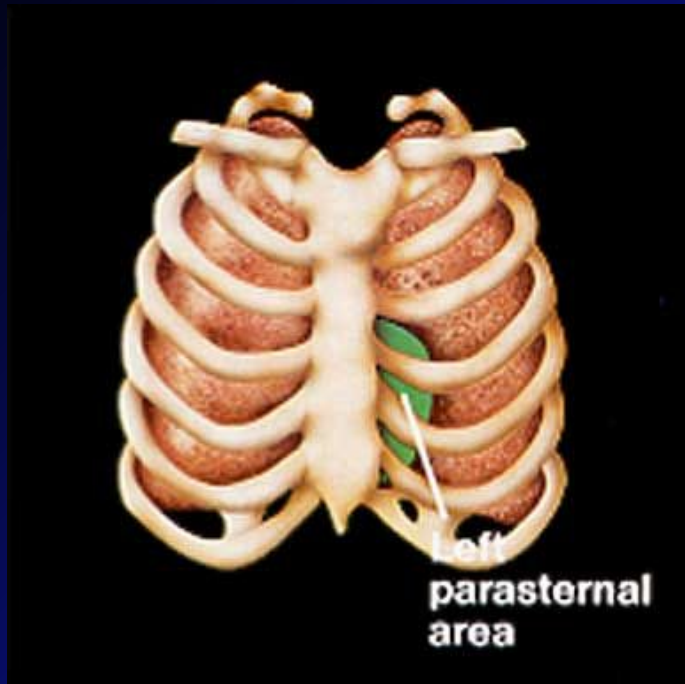
Кафедра клинической физиологии и функциональной диагностики ИПК ФМБА  
России

# ЭХОКАРДИОГРАФИЯ

ЛЕКЦИЯ №2 Методические аспекты ЭхоКГ

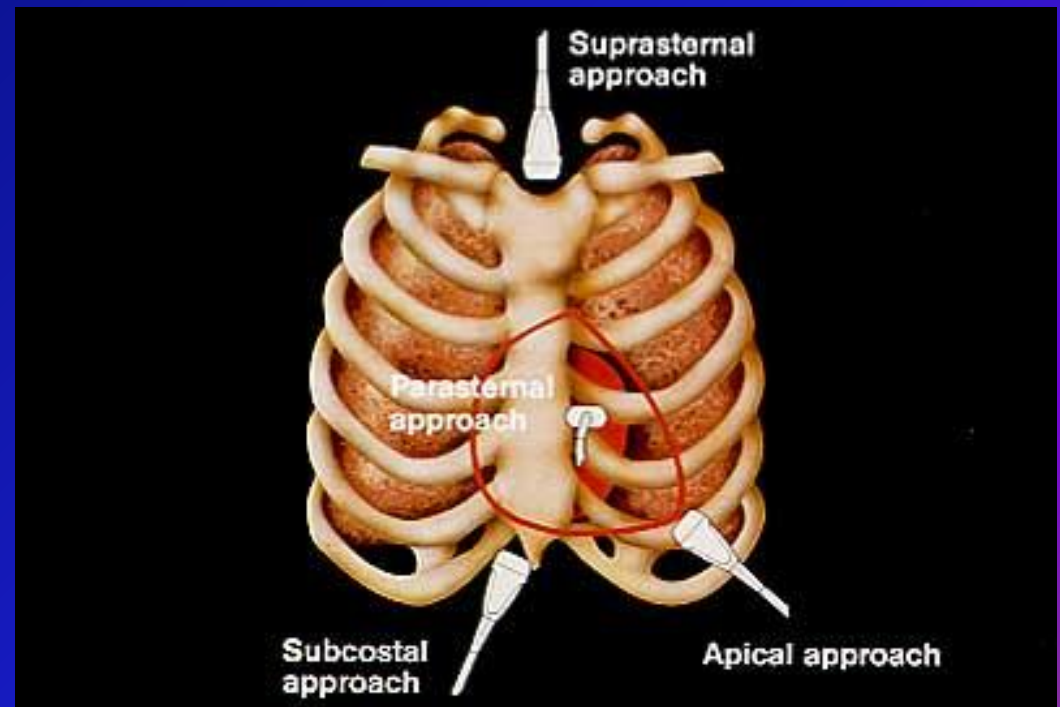
Эхокардиографические подходы и позиции, ультразвуковая анатомия сердца, исследование кровотока, диагностические возможности и ограничения ЭхоКГ

# ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ДОСТУПЫ



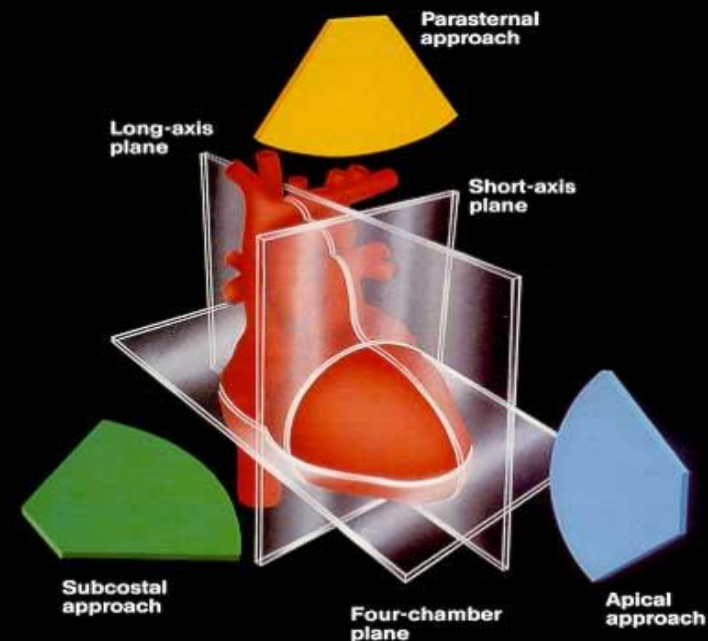
Акустическое окно может быть ограничено ожирением, заболеваниями легких или узкими межреберными промежутками

Всего существует четыре доступа – парастеральный, апикальный, субкостальный и супрастеральный



## ПОЗИЦИИ И ПЛОСКОСТИ ОСМОТРА

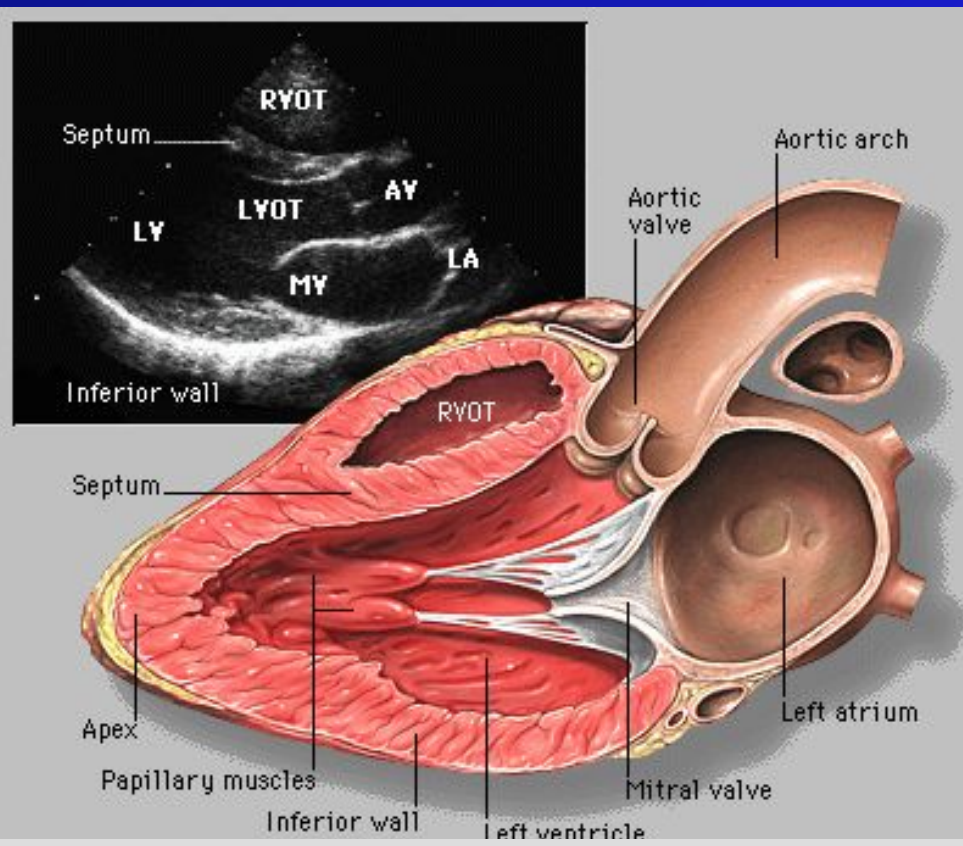
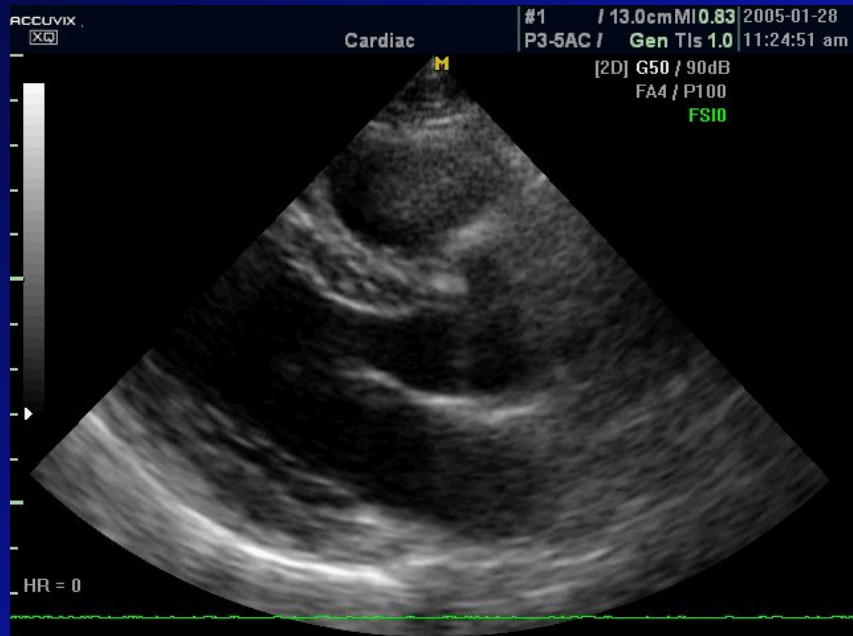
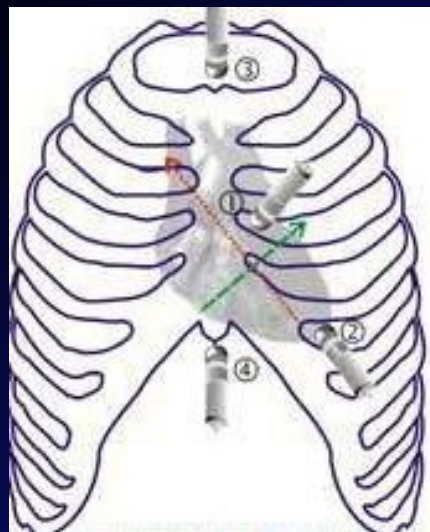
Сердце может быть осмотрено в бесконечном количестве сечений, но лишь немногие из них определяют постановку диагноза. В основном это саггитальные, фронтальные и поперечные сечения на различных уровнях.



В наименование стандартных позиций входит не только положение самого датчика относительно грудной клетки, но и пространственная ориентация плоскости сканирования, включая название структур

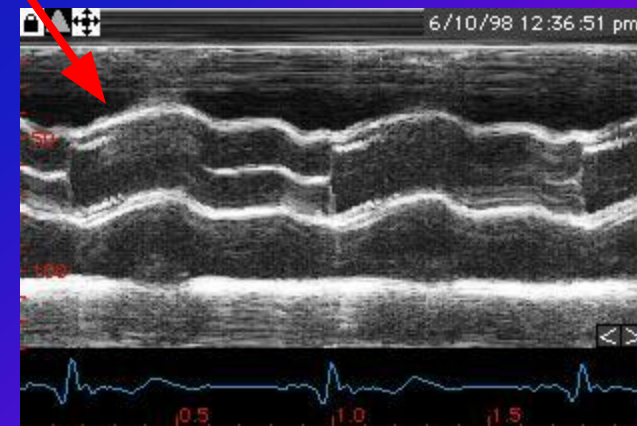
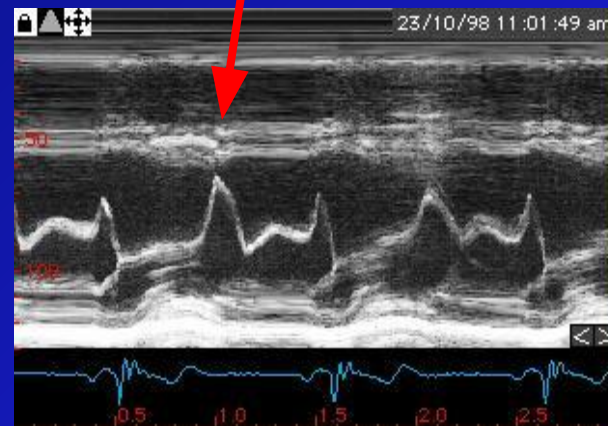
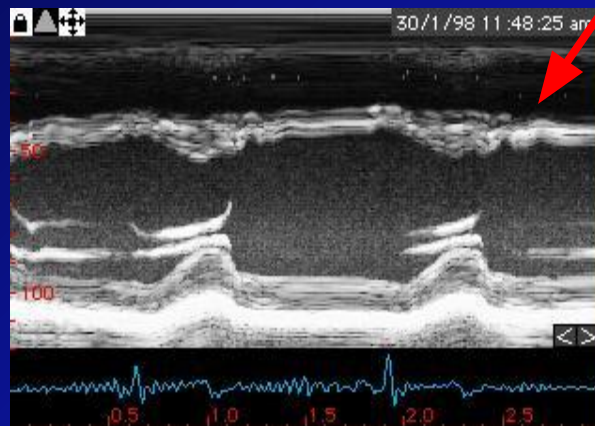
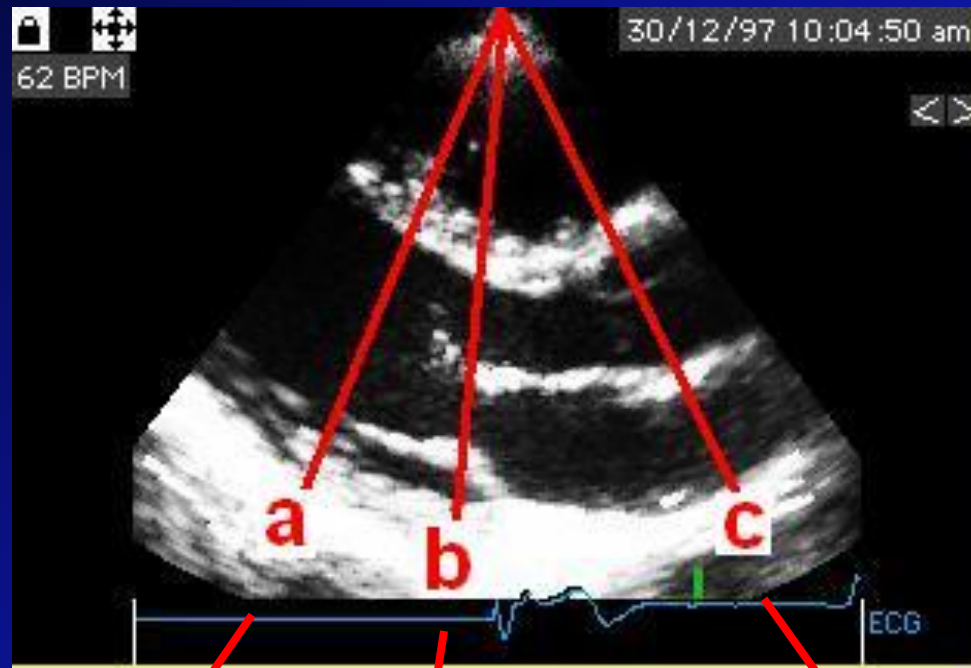
# ПАРАСТЕРНАЛЬНАЯ ДЛИННАЯ ОСЬ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА

Датчик устанавливается парастернально с направлением маркера к голове или к правому плечу, в II - III межреберье у гиперстеников, в III - IV межреберье у астеников

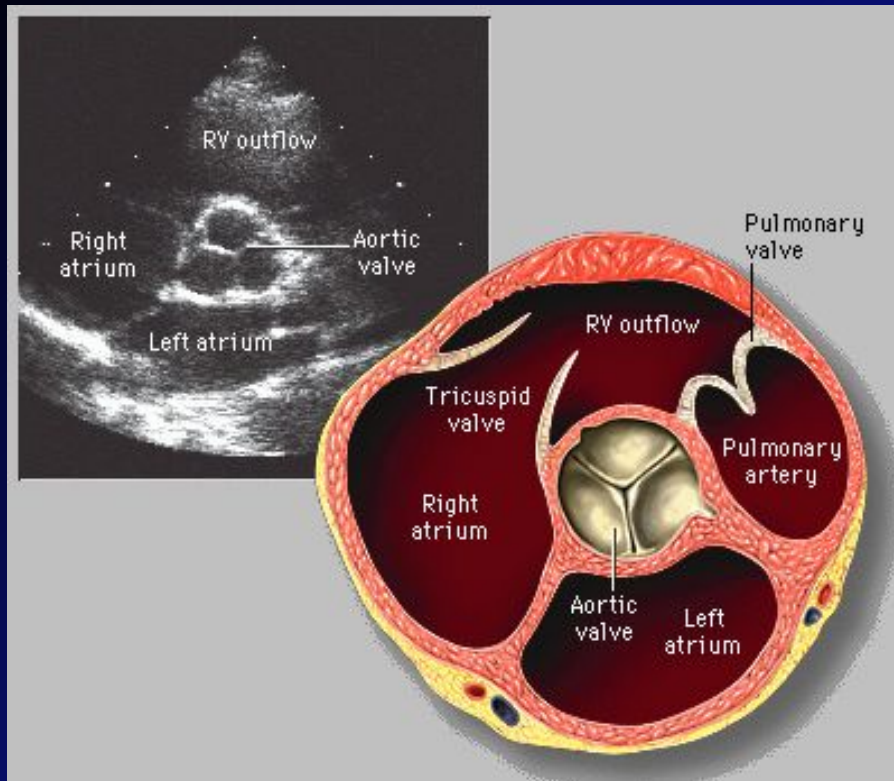


Длинная ось левого желудочка

# М – МОДАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗ ПАРАСТЕРНАЛЬНОЙ ПОЗИЦИИ

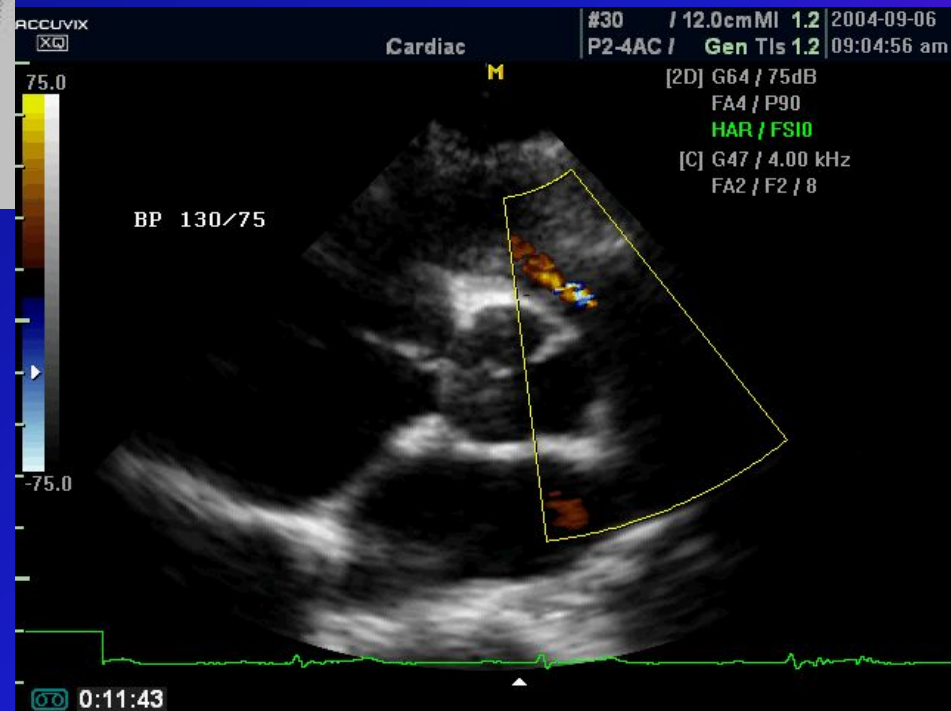


## ПАРАСТЕРНАЛЬНО КОРОТКАЯ ОСЬ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА



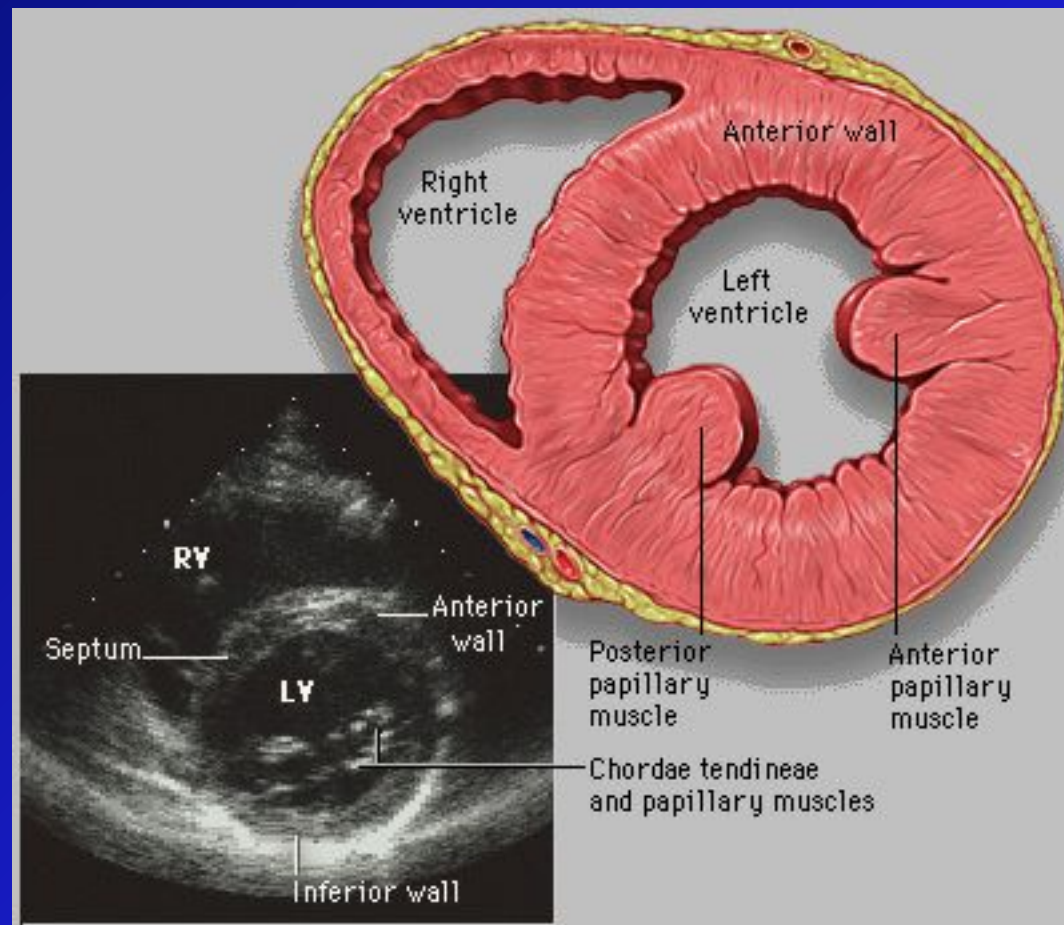
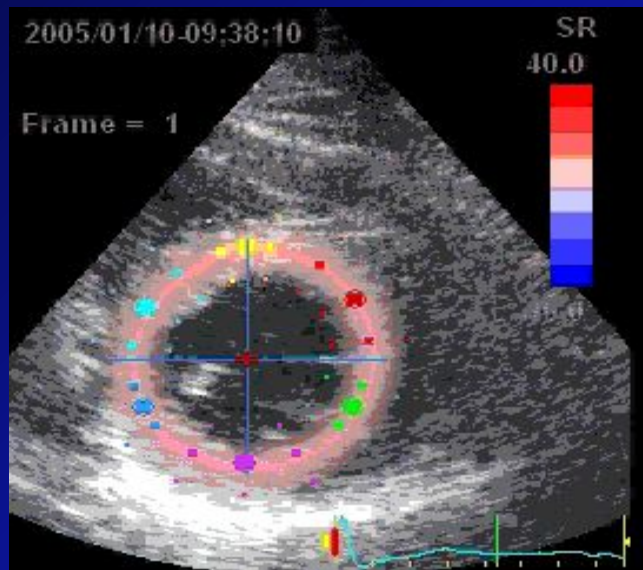
Для получения этой позиции датчик поворачивается по часовой стрелке на 90 градусов по отношению к плоскости, в которой получается парастернальная длинная ось левого желудочка.

Дополнительно повернув датчик по часовой стрелке можно увидеть весь ствол легочной артерии вплоть до бифуркации. Это наилучшая позиция для исследования кровотока в легочной артерии.



## ПАРАСТЕРНАЛЬНАЯ КОРОТКАЯ ОСЬ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА

Наилучшими сечениями для оценки сократимости левого желудочка являются парастернальные короткоосевые сечения на уровне митрального клапана, папиллярных мышц и верхушки.



# ПАРАСТЕРНАЛЬНЫЕ СЕЧЕНИЯ

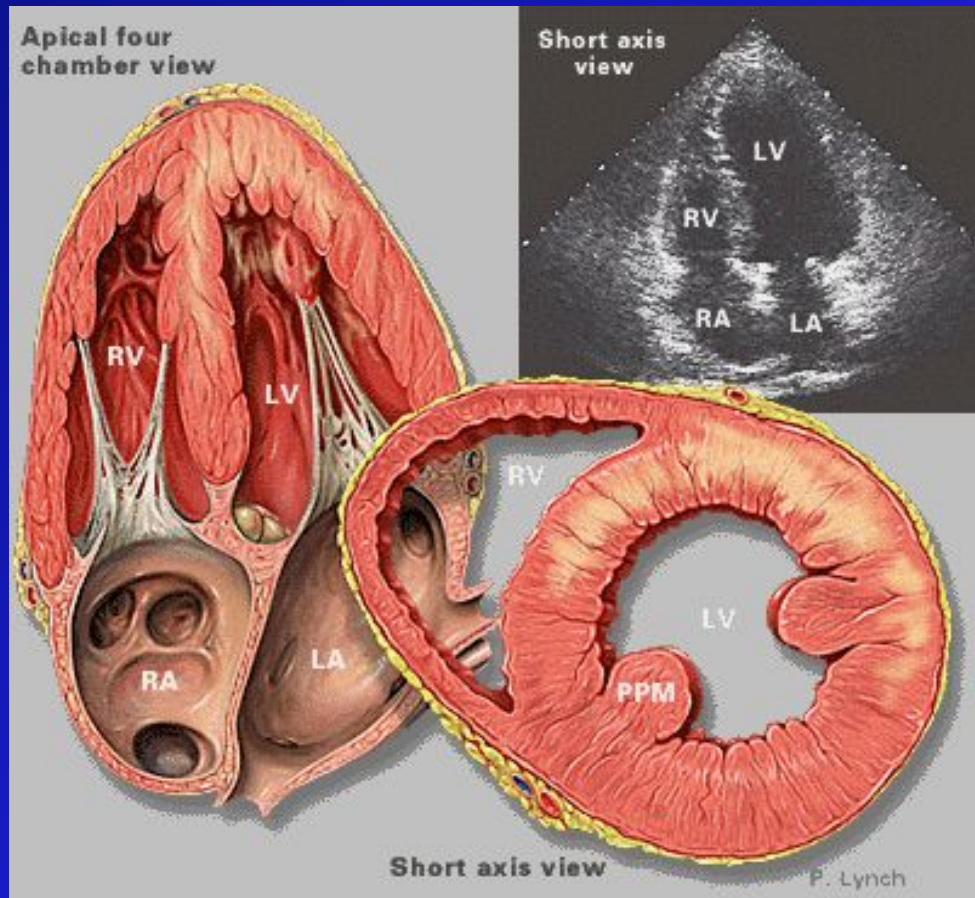
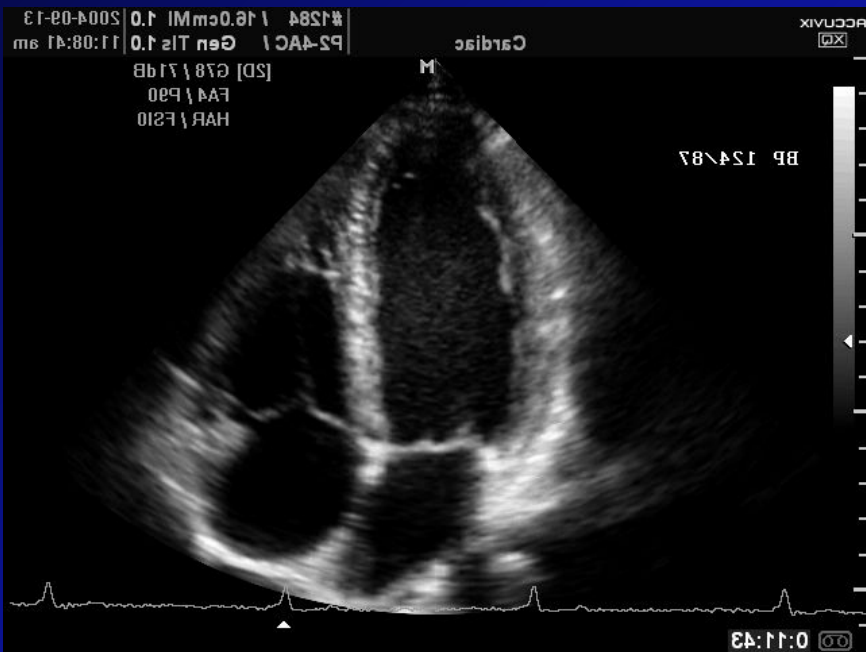
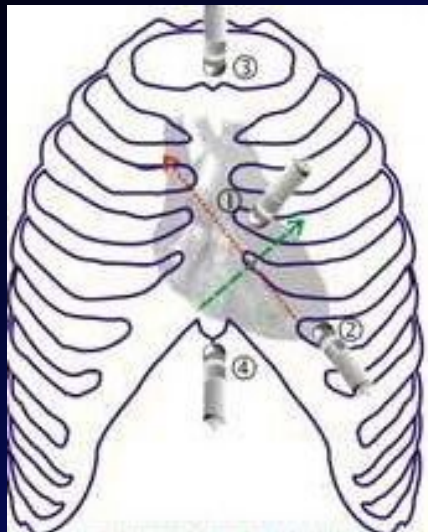


Парастернальная позиция	Основные анатомические ориентиры
Длинная ось левого желудочка	Максимальное раскрытие митрального клапана, аортальный клапан, отсутствие хорд и сосочковых мышц на изображении
Длинная ось приносящего тракта правого желудочка	Максимальное раскрытие трехстворчатого клапана, отсутствие на изображении левых отделов сердца
Короткая ось аортального клапана	Трехстворчатый, аортальный клапан округлое сечение корня аорты
Короткая ось левого желудочка на уровне митрального клапана	Митральный клапан, межжелудочковая перегородка
Короткая ось левого желудочка на уровне сосочковых мышц	Сосочковые мышцы, межжелудочковая перегородка

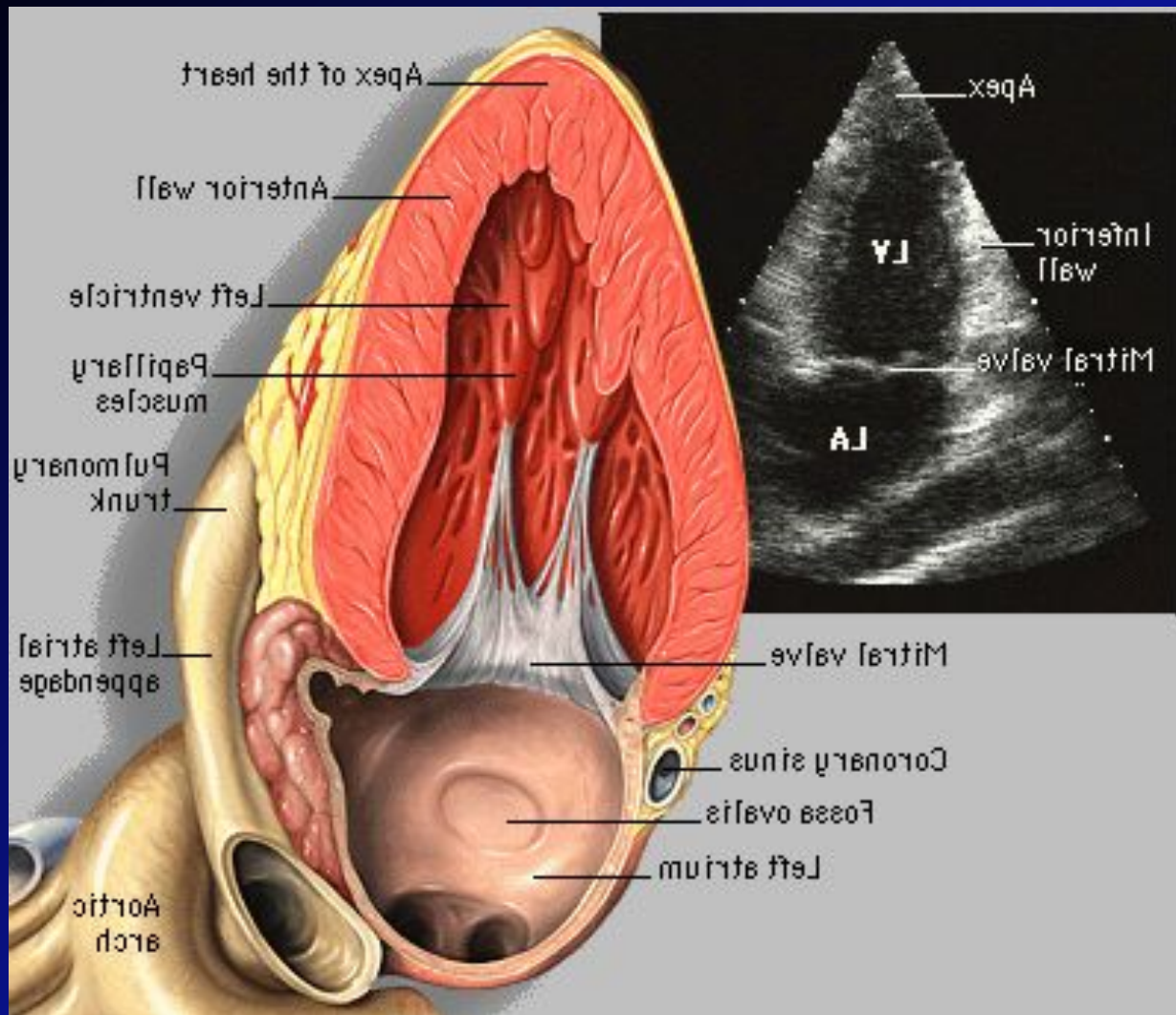


# АПИКАЛЬНАЯ ЧЕТЫРЕХКАМЕРНАЯ ПОЗИЦИЯ

Датчик устанавливается в область верхушечного толчка или чуть левее, а центральный луч направляется вверх, к основанию сердца



# АПИКАЛЬНАЯ ДВУХКАМЕРНАЯ ПОЗИЦИЯ



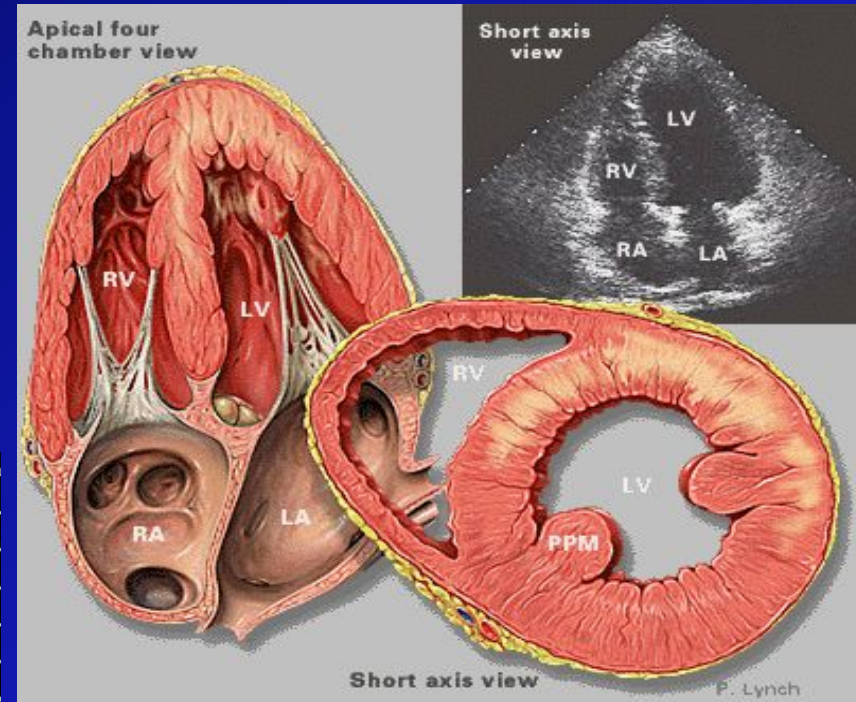
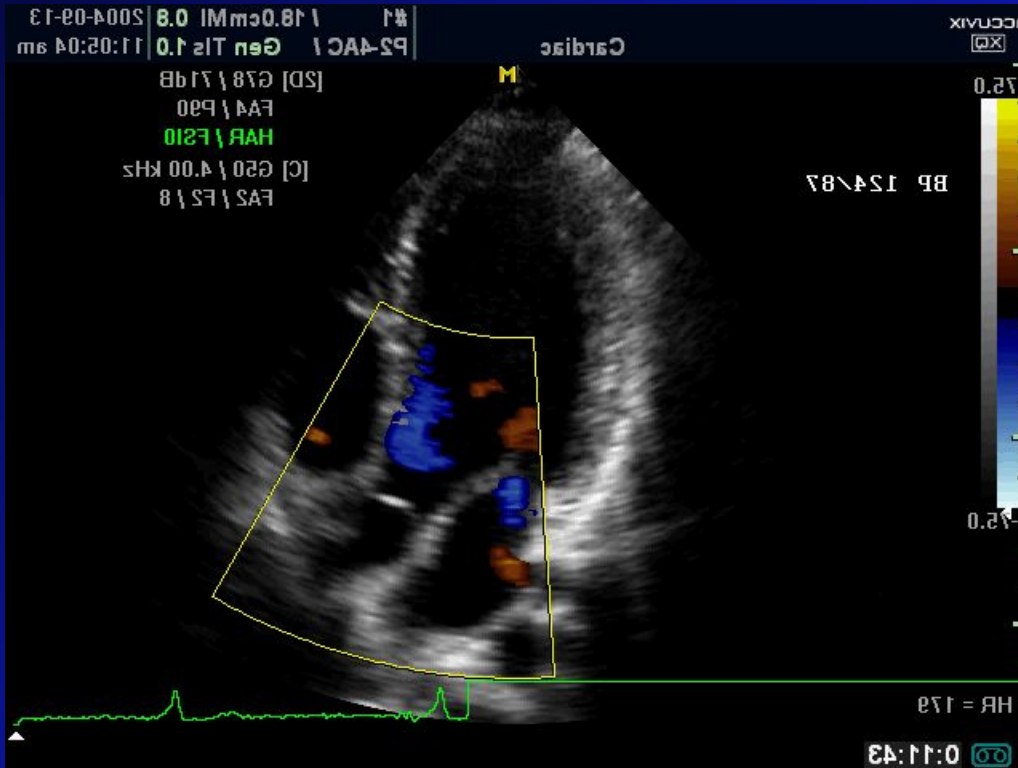
**Передняя стенка  
левого желудочка**

**Передняя створка  
митрального клапана**

**Задняя стенка левого  
желудочка**

# АПИКАЛЬНАЯ ПОЗИЦИЯ ВЫНОСЯЩЕГО ТРАКТА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА (ТРЕХ ИЛИ ПЯТИКАМЕРНАЯ)

Из четырехкамерной позиции центральный луч отклоняется вверх. В центре изображения появляется выносящий тракт левого желудочка, аортальный клапан и проксимальная часть восходящего отдела аорты.

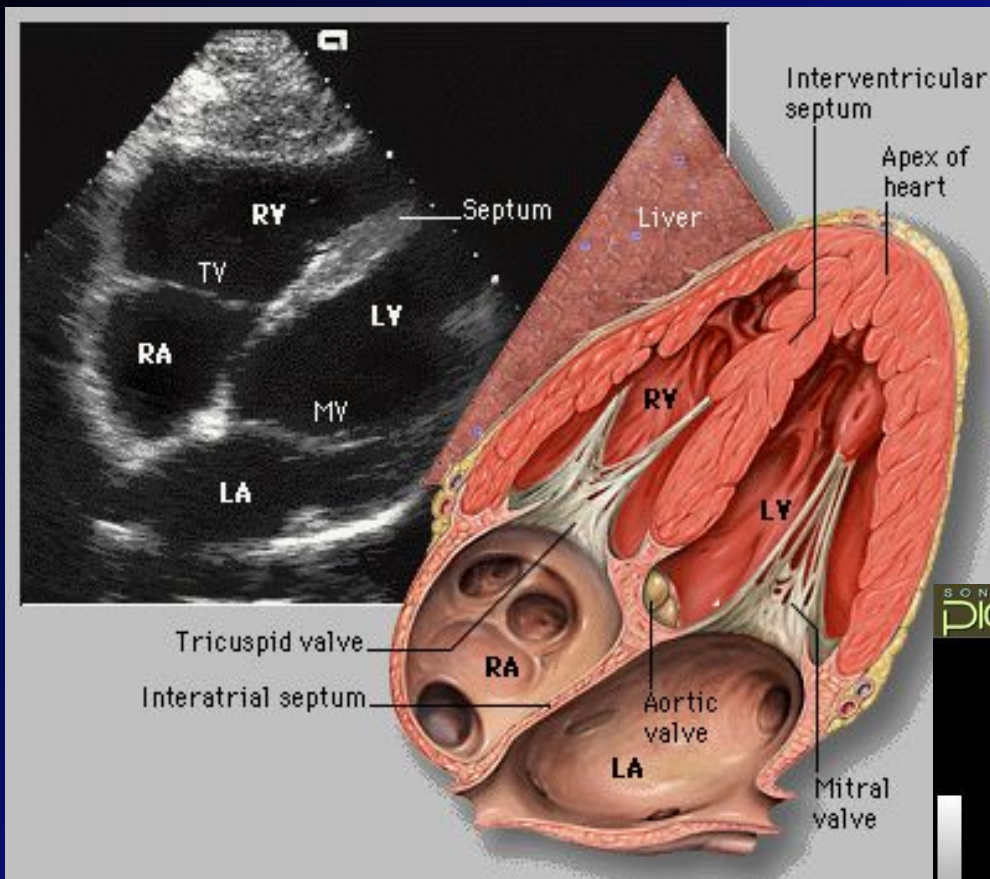


# АПИКАЛЬНЫЕ СЕЧЕНИЯ



<b>Апикальный доступ</b>	<b>Основные анатомические ориентиры</b>
<b>Четырехкамерная позиция</b>	<b>Верхушка левого желудочка, межжелудочковая перегородка, максимальное раскрытие митрального, трехстворчатого клапанов</b>
<b>Пятикамерная позиция</b>	<b>Верхушка левого желудочка, межжелудочковая перегородка, митральный, трехстворчатый, аортальный клапаны</b>
<b>Двухкамерная позиция</b>	<b>Верхушка левого желудочка, максимальное раскрытие митрального клапана, отсутствие на изображении правых отделов сердца</b>
<b>Длинная ось левого желудочка</b>	<b>Верхушка левого желудочка, межжелудочковая перегородка, митральный, аортальный клапаны</b>

# СУБКОСТАЛЬНАЯ ЧЕТЫРЕХКАМЕРНАЯ ПОЗИЦИЯ

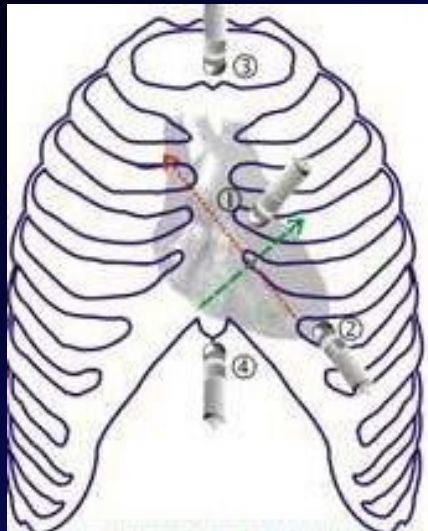


Для получения четырехкамерной позиции датчик устанавливается под мечевидным отростком, а центральный луч направляется вверх и влево.

На изображении правые отделы оказываются ближе к датчику: правое предсердие слева, правый желудочек справа. Правее и ниже находится левый желудочек и левое предсердие.

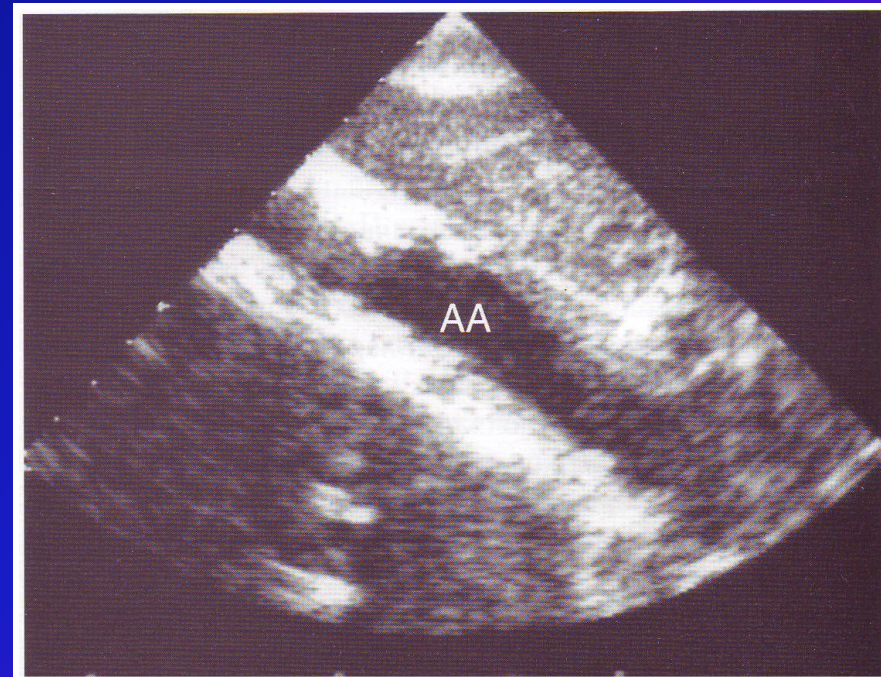
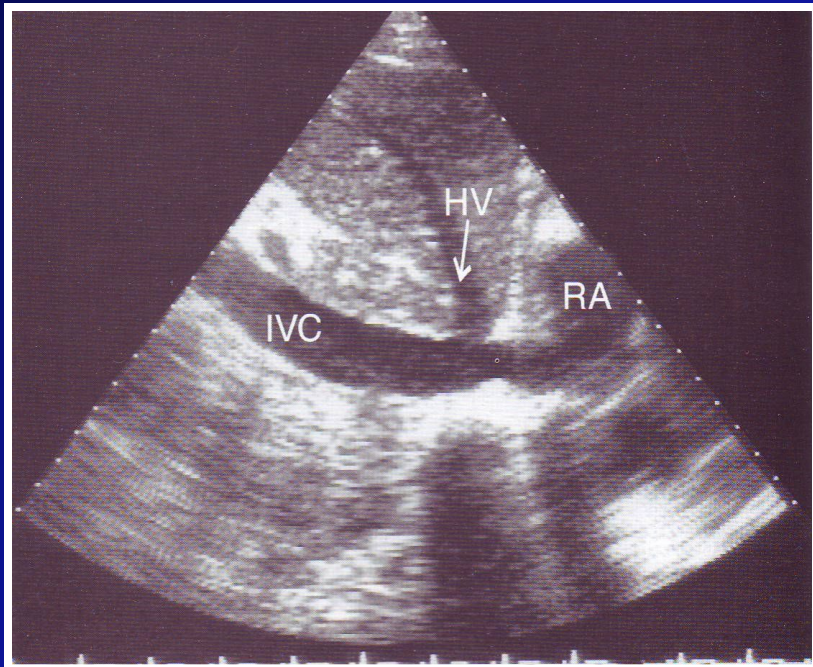


# СУБКОСТАЛЬНАЯ ПОЗИЦИЯ НИЖНЕЙ ПОЛОЙ ВЕНЫ И АОРТЫ

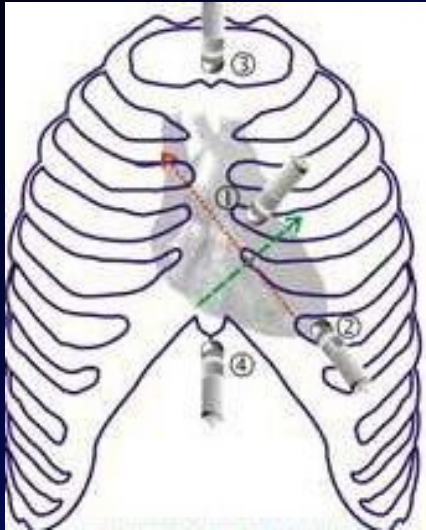


Датчик устанавливается под мечевидным отростком, а его плоскость направляется параллельно саггитальной оси тела.

Чтобы рассмотреть нижнюю полую вену, датчик смещается несколько вправо, а для получения длинной оси брюшной аорты – вниз и влево.



# СУБКОСТАЛЬНАЯ ЧЕТЫРЕХКАМЕРНАЯ ПОЗИЦИЯ



Датчик устанавливается в яремную ямку, а его плоскость поворачивается таким образом, чтобы дуга аорты на всем протяжении имела максимальную ширину

На изображении нисходящая аорта занимает правый край, а восходящая – левый. Справа видна левая сонная артерия, ниже – подключичная.



# ДОПЛЕРОВСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КРОВОТОКА

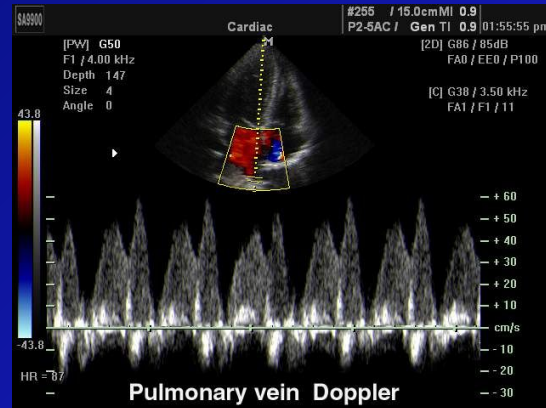
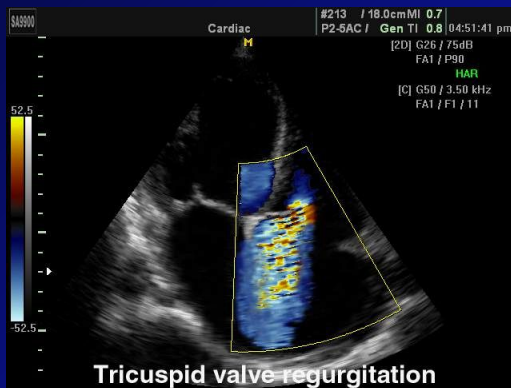
## Допплер

Цветовой (характеризуется высоким пространственным и низким временным разрешением)

Спектральный (характеризуется низким пространственным и высоким временным разрешением)

Постоянноволновой (исследование высоких скоростей на всем протяжении луча)

Импльсвоволновой (исследование низких скоростей в ограниченном объеме)



Доплеровское исследование кровотока необходимо для изучения клапанной функции, скорости и направления кровотока, давления и патологических сбросов или шунтов. Основные требования: низкая частота датчика.

Отсутствие угла между направлением потока и доплеровским лучом (не должен превышать 20 градусов).



# ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСМИТРАЛЬНОГО И ТРИКУСПИДАЛЬНОГО КРОВОТОКА



Трансмитральный кровоток регистрируется в диастолу, он исследуется из апикального доступа из позиции 4 или 2 камер. Допплеровский луч устанавливается между створками клапана, а контрольный объем – чуть ниже или чуть выше створок.

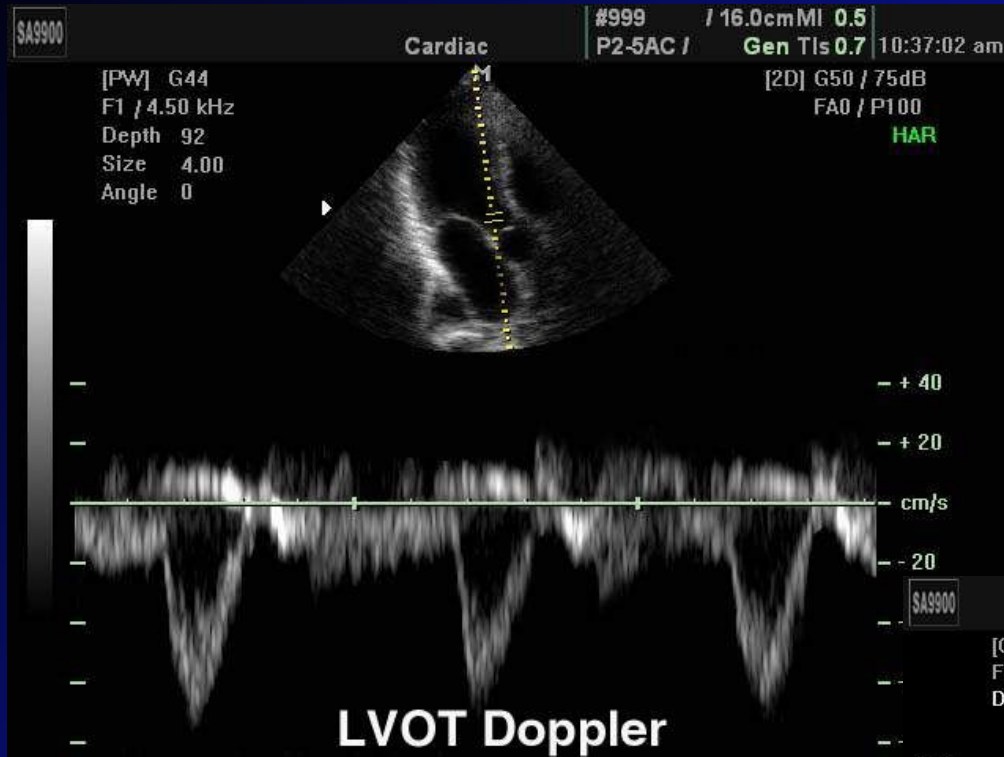
На спектрограмме он направлен к датчику и имеет 2 пика.

Первый пик E соответствует раннему наполнению желудочков, второй – A, соответствует предсердной систоле

Трикуспидальный кровоток исследуется в прастеральной короткоосевой позиции при срезе через аортальный клапан или в апикальной позиции 4 камер.

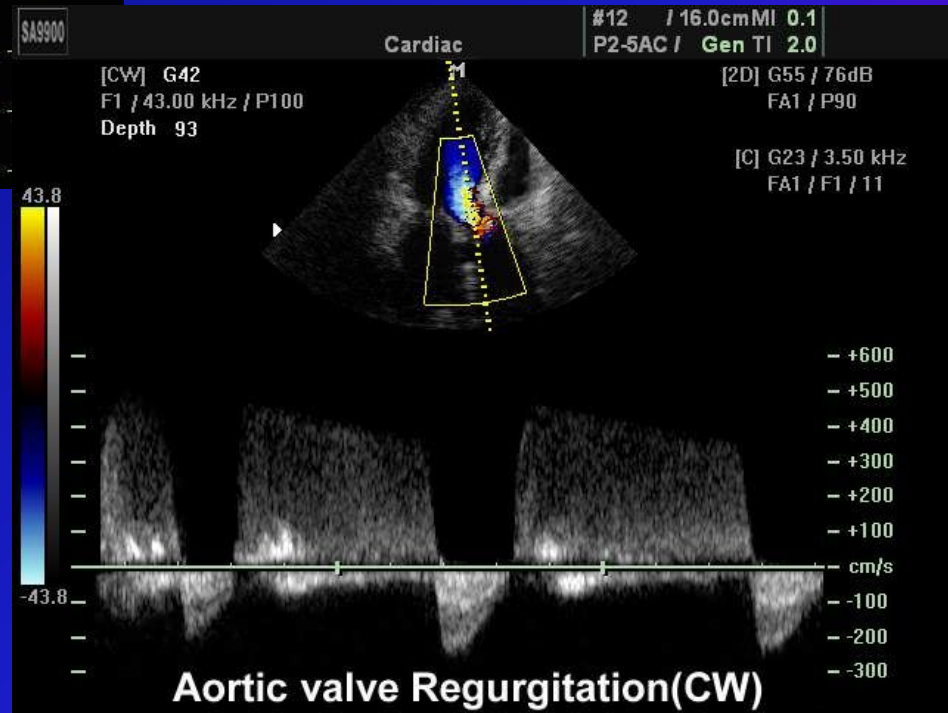


# ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСАОРТАЛЬНОГО КРОВОТОКА



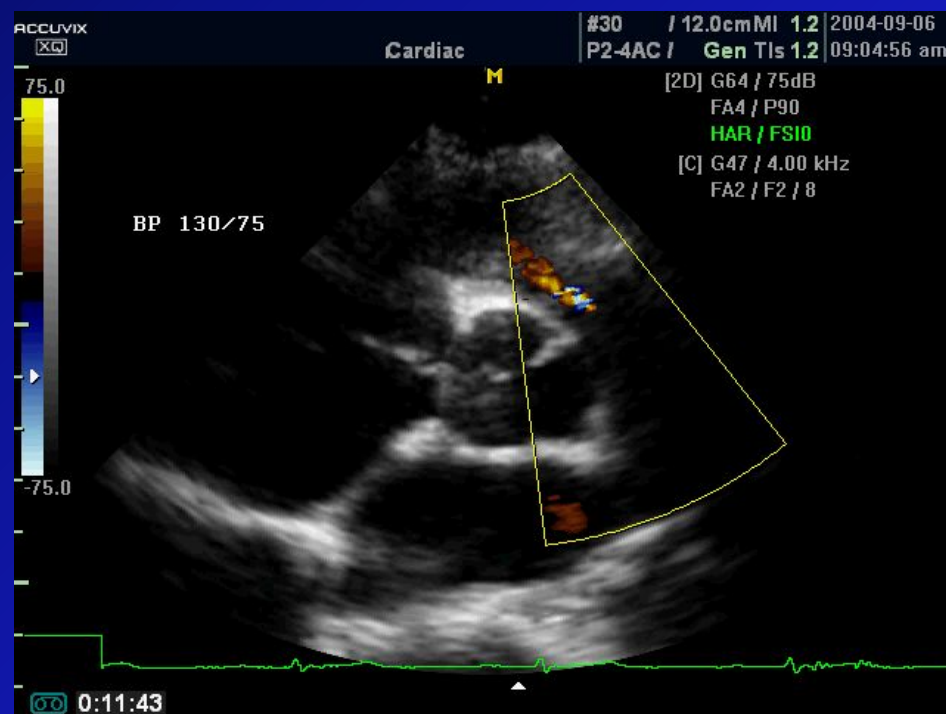
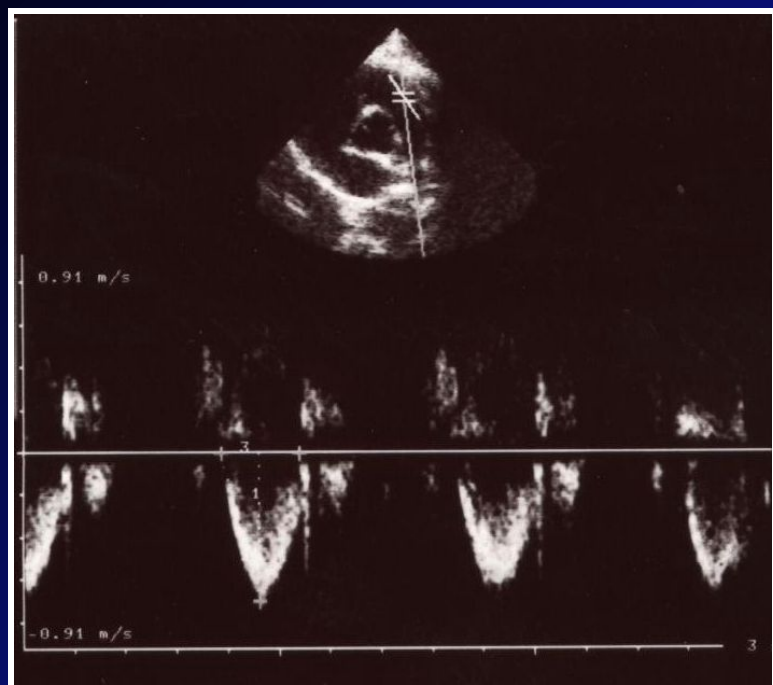
Трансаортальный кровоток исследуется в апикальной позиции 3 или 5 камер.

Спектр однопиковый, регистрируется в систолу, но кроме одного систолического потока могут быть два поступательных диастолических спектра.



Патологический трансаортальный кровоток в диастолу в связи с клапанной недостаточностью

# ИССЛЕДОВАНИЕ КРОВОТОКА В ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ



Кровоток в выносящем тракте правого желудочка и в легочной артерии можно зарегистрировать только в парастернальной короткоосевой позиции. Поток систолический, однопиковый и направлен от датчика.

Легочный кровоток в норме начинается раньше аортального на 9 мс и заканчивается позже на 13 мс. В норме нередко наблюдается умеренная регургитация.

# ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ЭХОКГ

## ACC/AHA/ASE 2003 guideline update for the clinical application of echocardiography

### ПРИБРЕТЕННЫЕ ПОРОКИ СЕРДЦА

Показания	Находки и измерения	Ограничения
Клапанные стенозы	Этиология стеноза, анатомические особенности клапанов. Градиенты давления по разные стороны обструкции. Расширение и гипертрофия камер сердца Сопутствующая клапанная недостаточность.	Возможна недооценка тяжести порока. Невозможность выявить коронарный атеросклероз.
Клапанная недостаточность	Этиология недостаточности. Тяжесть недостаточности. Расширение камер сердца Функция желудочков. ДЛА. Признаки стеноза и недостаточности (клапанной, околоклапанной) Расширение камер сердца Функция желудочков ДЛА.	Для оценки тяжести митральной недостаточности и анатомических особенностей клапанов часто необходима чреспищеводная ЭхоКГ
Оценка функции протезов	Признаки стеноза и недостаточности (клапанной, околоклапанной) Расширение камер сердца Функция желудочков ДЛА.	Трудно рассмотреть клапаны из-за акустической тени и реверберации.
Инфекционный Эндокардит	Обнаружение вегетации (чувствительность 50-85%). Выраженность дисфункции клапана. Расширение камер сердца, их функция. Наличие абсцессов клапанных колец, корня. Аорты. Определение риска эмболии. Прогноз.	Чреспищеводная ЭхоКГ обладает большей чувствительностью для обнаружения вегетации (> 90%) и абсцессов. Для окончательного диагноза необходимы посевы крови.

# ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ЭХОКГ

## ACC/AHA/ASE 2003 guideline update for the clinical application of echocardiography

<b>ИШЕМИЧЕСКАЯ БОЛЕЗНЬ СЕРДЦА</b>		
<b>Показания</b>	<b>Находки и измерения</b>	<b>Ограничения</b>
<b>Инфаркт миокарда</b>	<b>Общая и локальная сократимость ЛЖ. Осложнения: острая митральная недостаточность, разрыв межжелудочковой перегородки, перикардит, тромбоз ЛЖ, аневризма псевдоаневризма, инфаркт ПЖ.</b>	<b>Невозможность выявить коронарный атеросклероз.</b>
<b>Стенокардия напряжения</b>	<b>Общая и локальная сократимость ЛЖ. Исключение неатеросклеротических причин стенокардии: аортального стеноза, гипертрофической кардиомиопатии.</b>	<b>Локальная сократимость ЛЖ в покое может быть нормальной даже при тяжелой ИБС. Для воспроизведения нарушений локальной сократимости необходима стресс-ЭхоКГ.</b>
<b>Оценка эффекта БАП и АКШ</b>	<b>Оценка локальной сократимости левого желудочка до вмешательства и после него.</b>	<b>Трудно выявить жизнеспособные, но не сокращающиеся участки миокарда (уснувший миокард).</b>
<b>Ишемическая кардиомиопатия</b>	<b>Общая и локальная сократимость ЛЖ ДЛА. Тромбоз ЛЖ. Функция ПЖ.</b>	

# ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ЭХОКГ

## ACC/AHA/ASE 2003 guideline update for the clinical application of echocardiography

### КАРДИОМИОПАТИИ

Показания	Находки и измерения	Ограничения
Дилятацион.	Расширение камер сердца Функция желудочков. Митральная и трикуспидальная недостаточность. ДЛА. Тромбоз ЛЖ.	Невозможность точного измерения конечнодиастолического давления в ЛЖ. Невозможность выявить коронарный атеросклероз.
Рестриктивн.	Толщина стенок ЛЖ и масса миокарда. Систолическая функция ЛЖ. Диастолическая функция ЛЖ (трансмитральный кровоток и кровоток в легочных венах). ДЛА.	Трудно дифференцировать рестриктивную кардиомиопатию и констриктивный перикардит.
Гипертрофическая	Выраженность и локализация гипертрофии. Выраженность динамической обструкции выносящего тракта ЛЖ. Выраженность митральной недостаточности. Диастолическая функция ЛЖ.	
Артериальная гипертония	Толщина стенок ЛЖ и масса миокарда. Систолическая функция ЛЖ. Расширение корня аорты, аортальная недостаточность.	
Болезни перикарда	Толщина листков перикарда. Слипание листков перикарда. Локализация и объем перикардального выпота. Признаки тампонады сердца.	Для диагностики тампонады сердца одной ЭхоКГ недостаточно. Диагностировать констриктивный перикардит трудно и не всегда при перикардите есть перикардальный выпот.

# ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ЭХОКГ

**ACC/AHA/ASE 2003 guideline update for the clinical application of echocardiography**

## БОЛЕЗНИ АОРТЫ

Показания	Находки и измерения	Ограничения
Расширения корня аорты	Измерение диаметра аорты на разных уровнях. Этиология расширения аорты Особенности синусов Вальсальвы (в частности, при синдроме Марфана). Аортальная недостаточность.	
Расслаивающая аневризма аорты	Структура стенок восходящей аорты, дуги аорты, нисходящей аорты и брюшной аорты. Обнаружение отслоившейся интимы. Аортальная недостаточность. Гемоперикард. Функция ЛЖ.	Чреспищеводная ЭхоКГ обладает большей чувствительностью (97%) и специфичностью (почти 100%), но даже при ней трудно оценить поражение ветвей аорты.

# ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ЭХОКГ

## ACC/AHA/ASE 2003 guideline update for the clinical application of echocardiography

### ТРОМБЫ И ОПУХОЛИ СЕРДЦА

Показания	Находки и измерения	Ограничения
Тромбоз левого желудочка	Высокая чувствительность и специфичность для диагностики тромбоза ЛЖ. Исключать тромбоз ЛЖ у всех больных с нарушениями локальной и общей сократимости ЛЖ.	Можно принять артефакты за тромб. Необходимо использовать датчики с частотой 5 МГц и нестандартные позиции.
Тромбоз левого предсердия	Низкая чувствительность, но высокая специфичность для диагностики тромбоза левого предсердия	Для исключения тромбоза (особенно ушка левого предсердия) необходима чреспищеводная Эхо КГ.
Опухоли сердца	Размеры, локализация и влияние опухоли на кровоток.	Трудно рассмотреть прилежащие к сердцу органы. Невозможно отличить злокачественную опухоль от доброкачественной, опухоль от тромба.
Легочная гипертензия	Измерение ДЛА. Определение этиологии легочной гипертензии (выявление митральных пороков). Размеры и функция ПЖ (диагностика легочного сердца).	Трудно точно измерить легочное сосудистое сопротивление.
Врожденные пороки сердца	Оценка анатомических и функциональных особенностей порока Размеры и функция камер сердца.	Измерение давлений в полостях сердца носит непрямой характер. Трудно оценить анатомические особенности при низком качестве изображения



# ЭКСТРЕННОСТЬ НАПРАВЛЕНИЙ НА ЭХОКГ

## ACC/AHA/ASE 2003 guideline update for the clinical application of echocardiography

### Экстренная ЭхоКГ

1. Артериальная гипотония с подозрением на тампонаду сердца.
2. Боль в груди с подозрением на расслаивающую аневризму аорты или инфаркт миокарда (при исходно измененной ЭКГ).
3. Тяжелая сердечная недостаточность неясной этиологии.
4. Осложнения инфаркта миокарда: разрыв межжелудочковой перегородки, псевдоаневризма, острая митральная недостаточность.
5. Осложнения инфекционного эндокардита: новый шум в сердце, сердечная недостаточность, атриовентрикулярная блокада.
6. Декомпенсированный врожденный порок сердца.

### Необходимо провести ЭхоКГ в ближайшее время

1. Шум в сердце с подозрением на приобретенный порок сердца.
2. Установленный по клиническим данным и посевам крови диагноз инфекционного эндокардита без нарушений гемодинамики и иных осложнений.
3. Впервые диагностированная сердечная недостаточность без тяжелых нарушений гемодинамики.
4. Подозрение на дисфункцию протезированного клапана без тяжелых нарушений гемодинамики.
5. Впервые диагностированный врожденный порок сердца.
6. Расширение корня аорты.
7. Хроническое легочное сердце или недавняя тромбоэмболия легочной артерии.
8. После протезирования клапанов (отправная точка для последующего наблюдения).

# ЭКСТРЕННОСТЬ НАПРАВЛЕНИЙ НА ЭХОКГ

## ACC/AHA/ASE 2003 guideline update for the clinical application of echocardiography

ЭхоКГ можно провести в плановом порядке

1. Ранее диагностированный приобретенный порок сердца без существенных изменений гемодинамики и новых жалоб (для определения размеров и функции камер сердца).
2. Подготовка к плановой операции (для исключения дисфункции левого желудочка).
3. Поиск источника эмболии у больных моложе 45 лет и у лиц с заболеваниями сердца.
4. Наследственные заболевания в семейном анамнезе (синдром Марфана, гипертрофическая кардиомиопатия).
5. Подозрение на опухоль сердца.
6. Артериальная гипертония.

Ценность ЭхоКГ невелика, исследование можно не проводить

1. Поиск источника эмболии у больных старше 45 лет, не страдающих заболеваниями сердца.
2. Обследование больных с аритмиями, потенциальных доноров и реципиентов органов, лиц без заболеваний сердца перед плановой операцией.