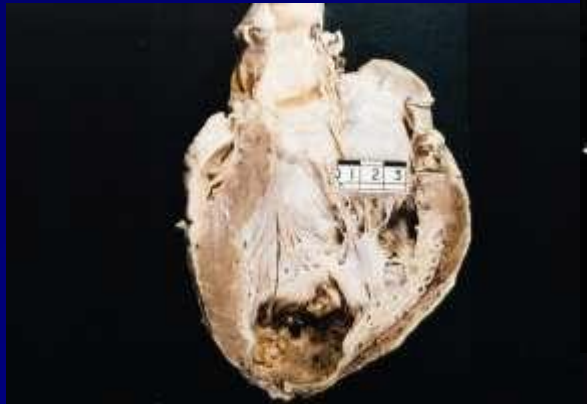


# ОСНОВЫ ЭХОКАРДИОГРАФИИ

# Эхокардиография-

метод визуализации полостей и  
внутрисердечных структур сердца  
при помощи ультразвуковых волн.



Таиров М.Ш., 1-Центр "подготовки  
"подготовки ВОГ",  
БухГосМИ



# Эхокардиография

(греч. *echo* отголосок, эхо

+ *kardia* сердце

+ *grapho* писать, изображать:

синоним ультразвуковая кардиография) — метод исследования и диагностики нарушений морфологии и механической деятельности сердца, основанный на регистрации отраженных от движущихся структур сердца ультразвуковых сигналов.



**Применение ультразвука в медицинской диагностике связано с возможностью получения изображения внутренних органов и структур. Основой метода является взаимодействие ультразвука с тканями тела человека.**

**Собственно получение изображения можно разделить на две части:**

***Первая*—излучение коротких ультразвуковых импульсов, направленное в исследуемые ткани,**

***Второе*—формирование изображения на**



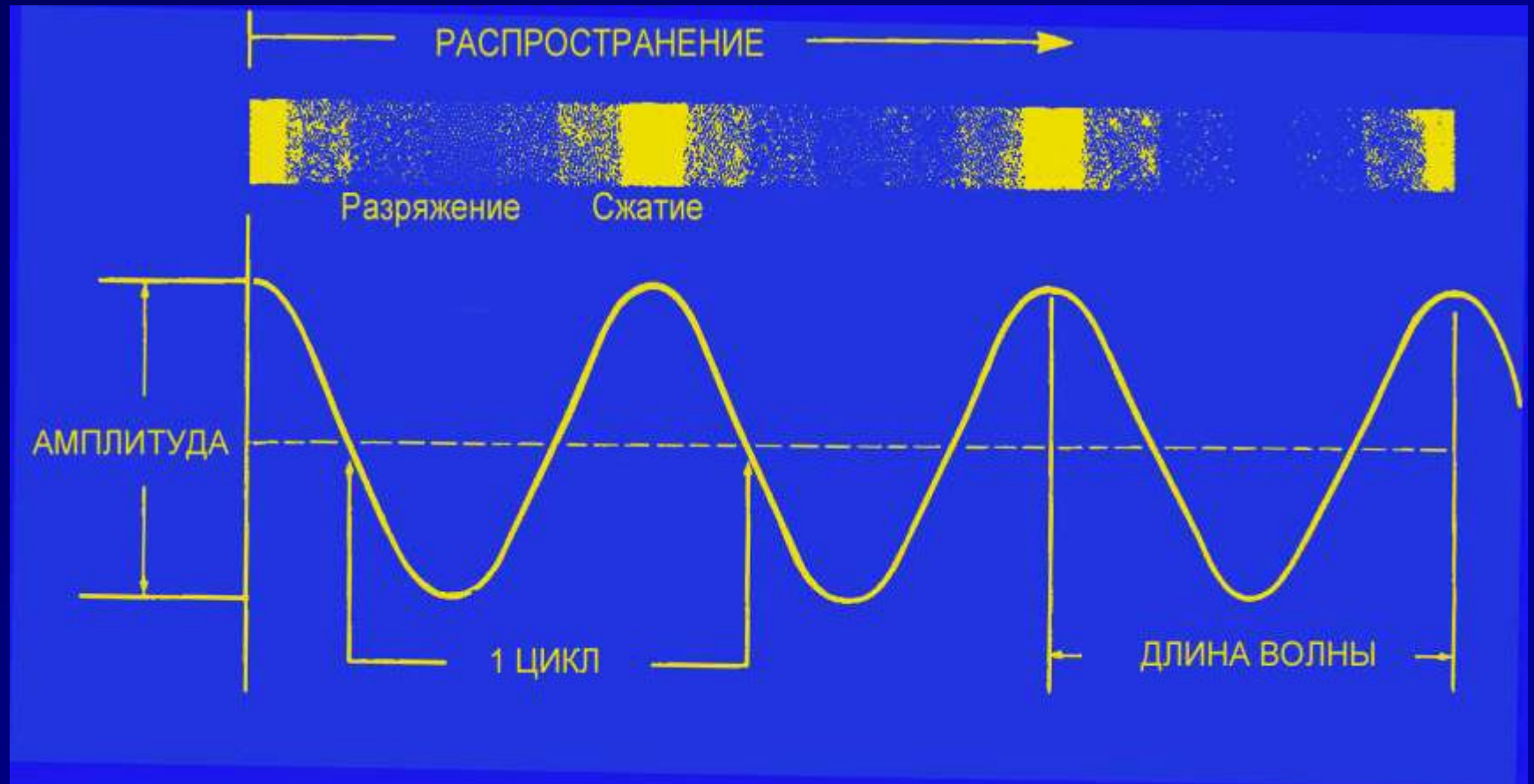
*1956 г. - впервые ультразвуковое исследование сердца осуществили шведские специалисты*

*I. Edler и С. Heitz в., назвав этот метод ультразвуковой кардиографией.*

*1960 г. - на III Европейском кардиологическом конгрессе в Риме I. Edler продемонстрировал фильм, в котором предлагалось использовать возможности метода в диагностике некоторых форм патологии сердца.*

*Выступление было замечено. Разработкой нового направления занялись ученые ведущих клиник Западной Европы, Америки и Японии.*

Ультразвуковые волны частотой выше 20 кГц, распространяются как продольные колебания со скоростью, которая зависит от физических свойств вещества, через которое они проходят.



# Граница сред

Получение изображения структур сердца с помощью ультразвука основано на отражении ультразвуковых волн на границе между двумя веществами с разными физическими свойствами, как, например, кровью и эндокардом. Поскольку при этом угол падения равен углу отражения, получаемое изображение является зеркальным.





Чем больше разность ультразвукового сопротивления на границе сред, тем сильнее степень отражения, которая зависит также от угла падения луча на поверхность раздела сред.

Чем выше частота ультразвука, т.е., чем короче длина волны, тем выше разрешающая способность используемого аппарата; при частоте 2,25 МГц разрешающая способность соответствует примерно 1 мм.



# Режимы воспроизведения эхосигнала

- А- amplitude (амплитуда),
- В- brightness (яркость)
- М- motion (движение),



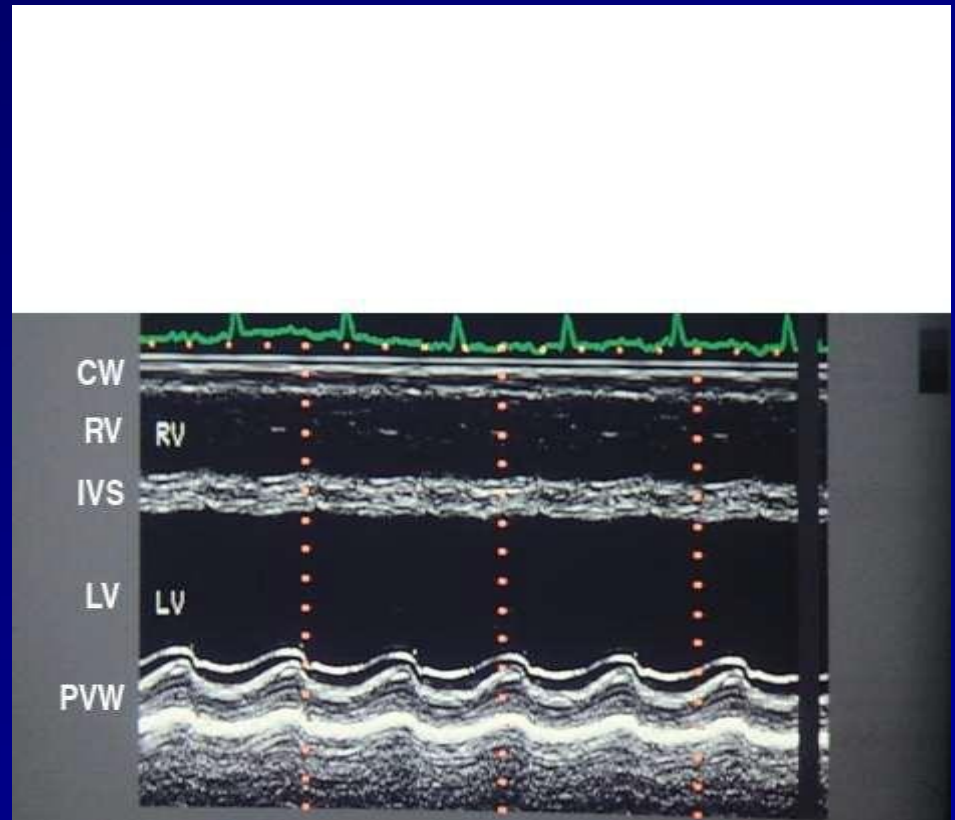
Двухмерная эхокардиография с изображением среза движущихся структур сердца в реальном масштабе времени.

Допплер-эхокардиография -метод определения скорости и направления (по отношению к датчику) потока крови, основанный на эффекте Допплера.

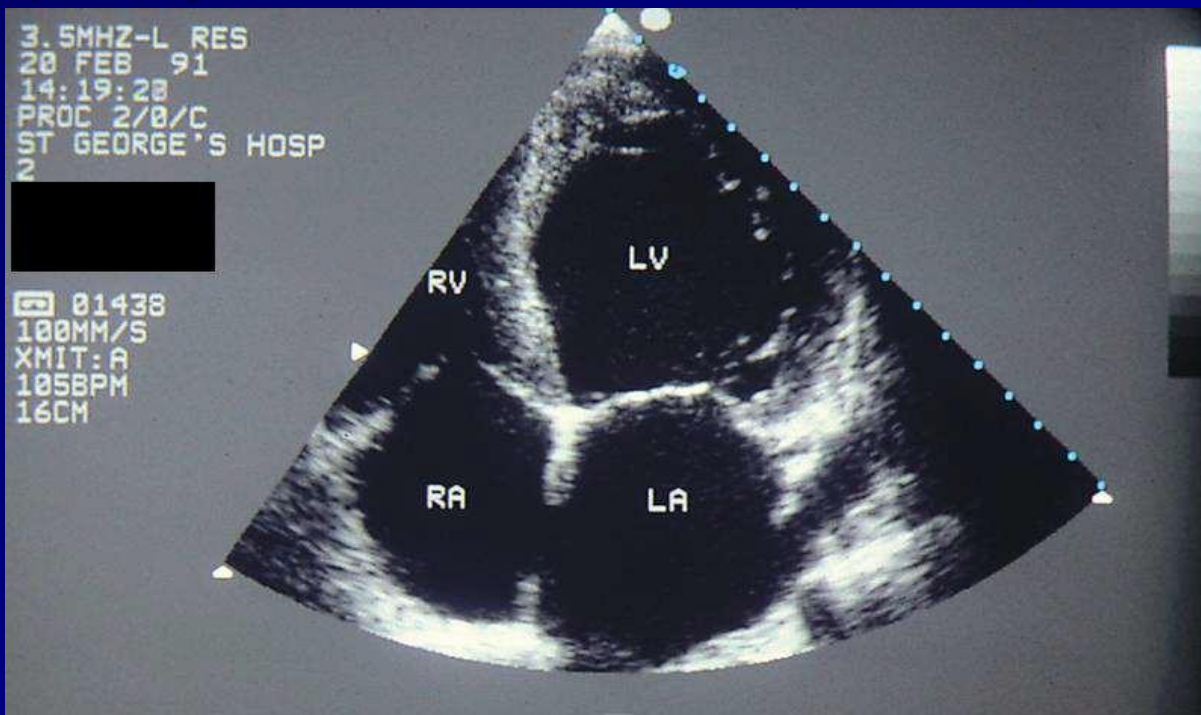


# Методы:

- 1. ЭхоКГ приборы, дающие одномерное изображение сердца с разверткой движения его структур во времени- М- метод (motion- движение).

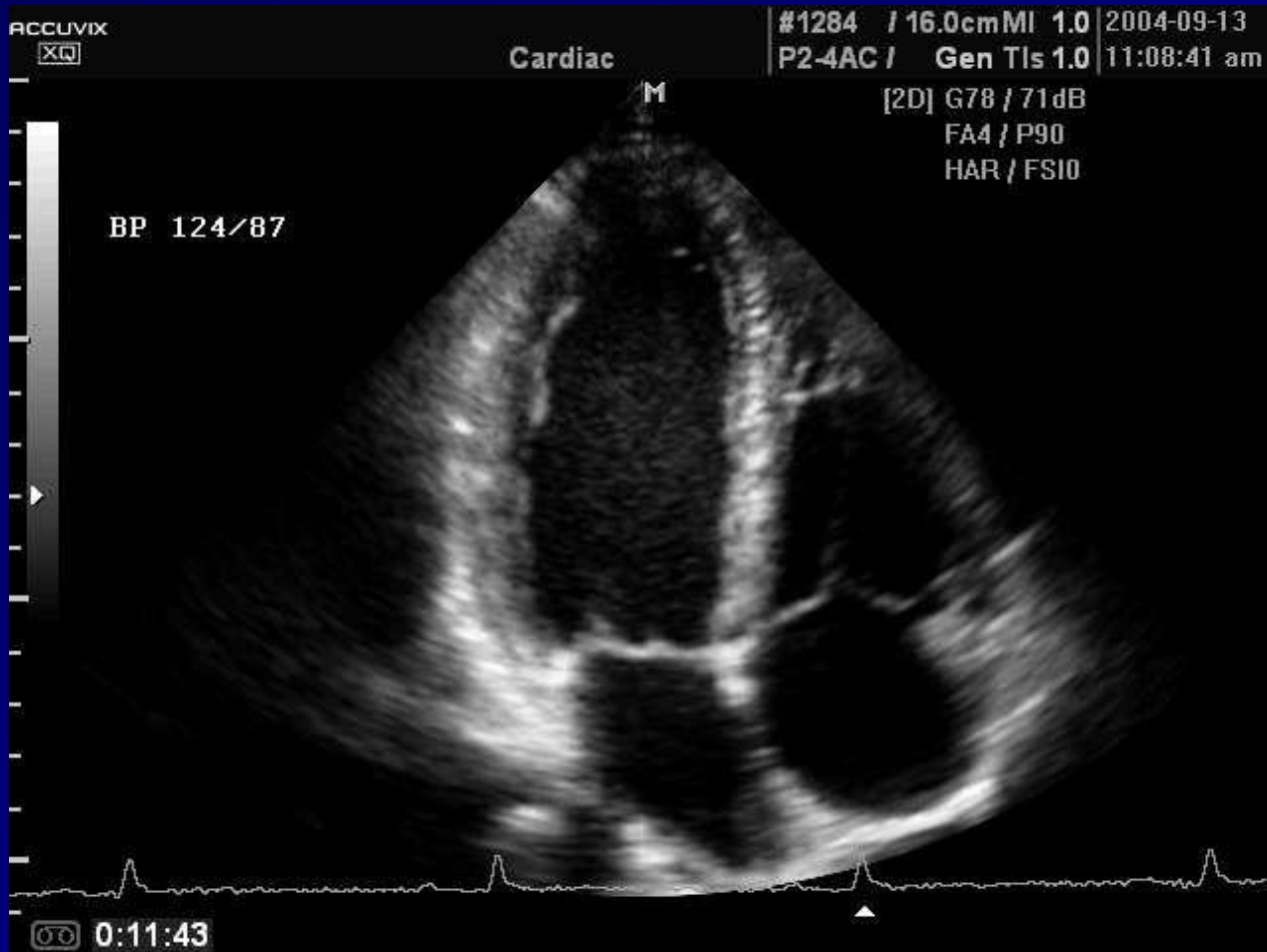


- 2.Двухмерное изображение сердца, получаемое при линейном перемещении (сканировании) ультразвукового датчика по поверхности грудной клетки в пределах ультразвукового «окна»- В-сканирование.





# Двухмерная Эхо-КГ



■ дает сканограмму движущегося сердца в реальном масштабе времени, при этом изображение срезов на разных уровнях сердца идентично анатомическим срезам.

# Допплер-эхокардиография

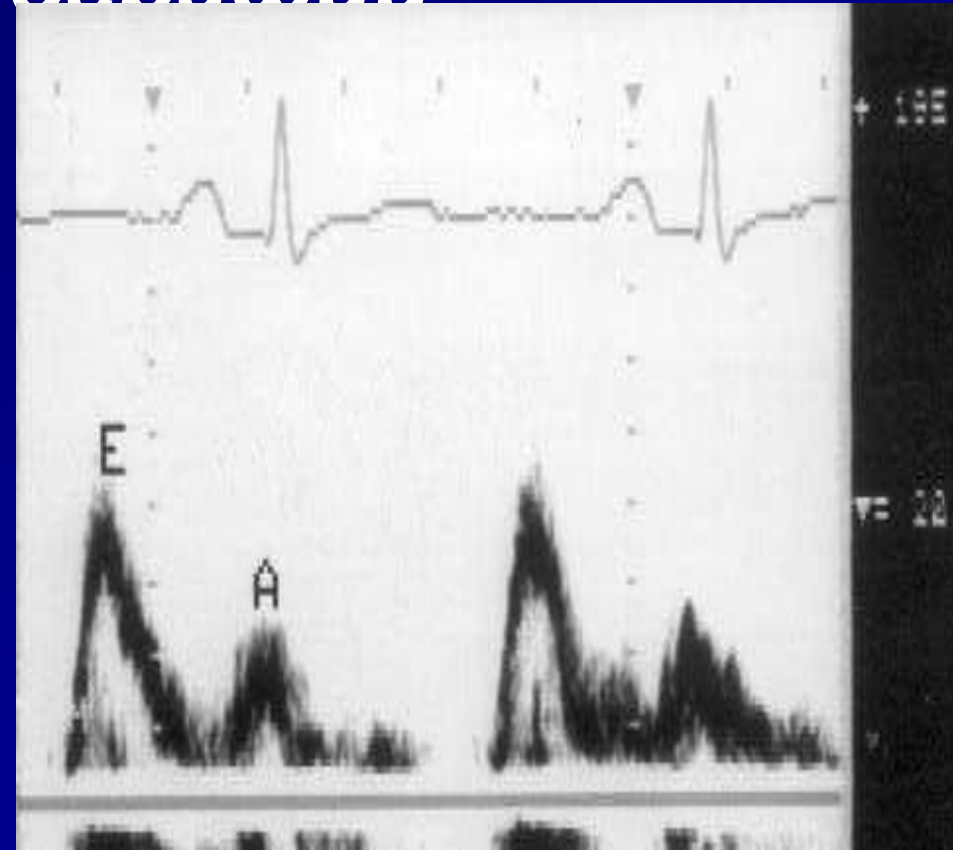
- позволяет оценить направление и скорость потока крови в полостях сердца и главных артериях, а по изменениям этих параметров по времени определить физическую характеристику потока (ламинарный или турбулентный).





# Режимы доплер- эхокардиографии

- импульсный, предполагающий фокусирование ультразвукового луча, что позволяет исследовать поток крови в ограниченной области, например вблизи митрального клапана
- -непрерывный
- -цветное доплеровское картирование
- -энергетическое доплеровское картирование-  
тканевой доплер (TDI, TVI)





# Техника исследования

- Эхокардиографию осуществляют в синхронной записи с ЭКГ в одном из стандартных или однополосных отведений, которые выбираются по хорошей выраженности зубцов желудочкового комплекса.
- Во время исследования пациент лежит на спине или на левом боку. Датчик располагают над сердцем в различных позициях, обеспечивающих доступ к исследованию разных отделов сердца по его длинной и короткой осям.
- в процессе исследования врач контролирует позицию датчика по изображению структур сердца на экране осциллоскопа и выбирает направление луча, ориентируясь на различия в изображении структур.



# Позиции датчика:

- 1—Парастернальная позиция датчика (место локации в III—IV межреберьях слева от грудины);
- 2—Верхушечная позиция /апикальная/ (место локации в IV—V межреберьях по левой среднеключичной линии);
- 3—Супрастернальная позиция (локация со стороны яремной ямки);
- 4—Субкостальная позиция (локация со стороны эпигастральной области).



В наименования стандартных позиций входят и положение датчика относительно грудной клетки, и пространственная ориентация плоскости сканирования, и названия визуализируемых структур.

Именно положение структур сердца на экране определяет ту или иную стандартную позицию.





# Парастернальная позиция длинной оси левого желудочка



полость ПЖ, передне-перегородочная ст ПЖ(МЖП),  
полостьЛЖ, Аортальный клапан, корень аорты, сосочковая  
мышца, створка МК , задняя стенка ЛЖ, левое предсердие,  
предсердие, перикард, нисходящий отдел грудной аорты

# Основные стандартные позиции и анатомические ориентиры сердца (парастернальный доступ)

Длинная ось ЛЖ	Максимальное раскрытие МК, АК
Длинная ось приносящего тракта ПЖ	Максимальное раскрытие трехстворчатого клапана, отсутствие структур левых отделов сердца
Короткая ось аортального клапана	Трехстворчатый, аортальный клапаны, круглое сечение сечение корня аорты
Короткая ось ЛЖ на уровне митрального клапана	Митральный клапан, межжелудочковая перегородка
Короткая ось ЛЖ на уровне папиллярных мышц	папиллярные мышцы, межжелудочковая перегородка

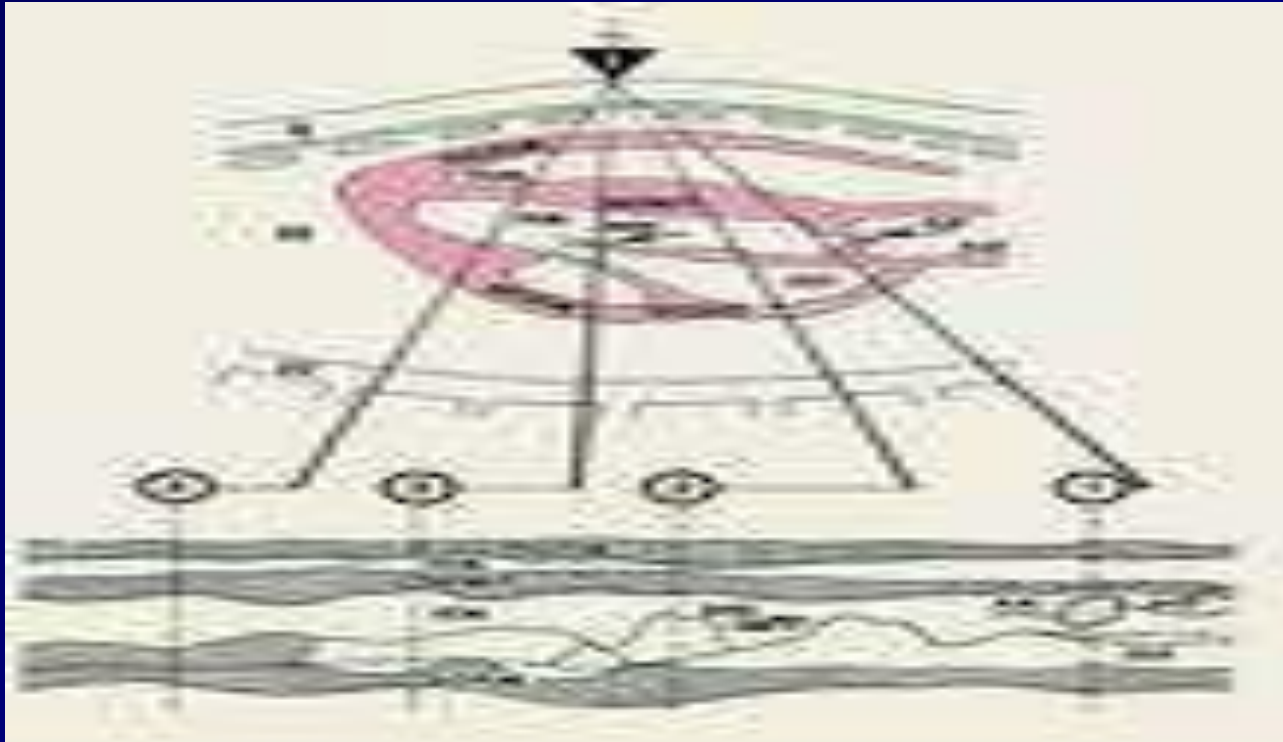
# Основные стандартные позиции и анатомические ориентиры сердца (апикальная позиция)

Четырехкамерная позиция	Верхушка ЛЖ, межжелудочковая перегородка, перегородка, митральный, трехстворчатый клапан
«Пятикамерная» позиция	Верхушка ЛЖ, межжелудочковая перегородка, перегородка, митральный, аортальный клапан
Двухкамерная позиция	Верхушка ЛЖ, митральный клапан, отсутствие структур правых отделов сердца
Длинная ось ЛЖ	Верхушка ЛЖ, межжелудочковая перегородка, митральный, аортальный клапан

# Основные стандартные позиции и анатомические ориентиры сердца (субкостальная позиция)

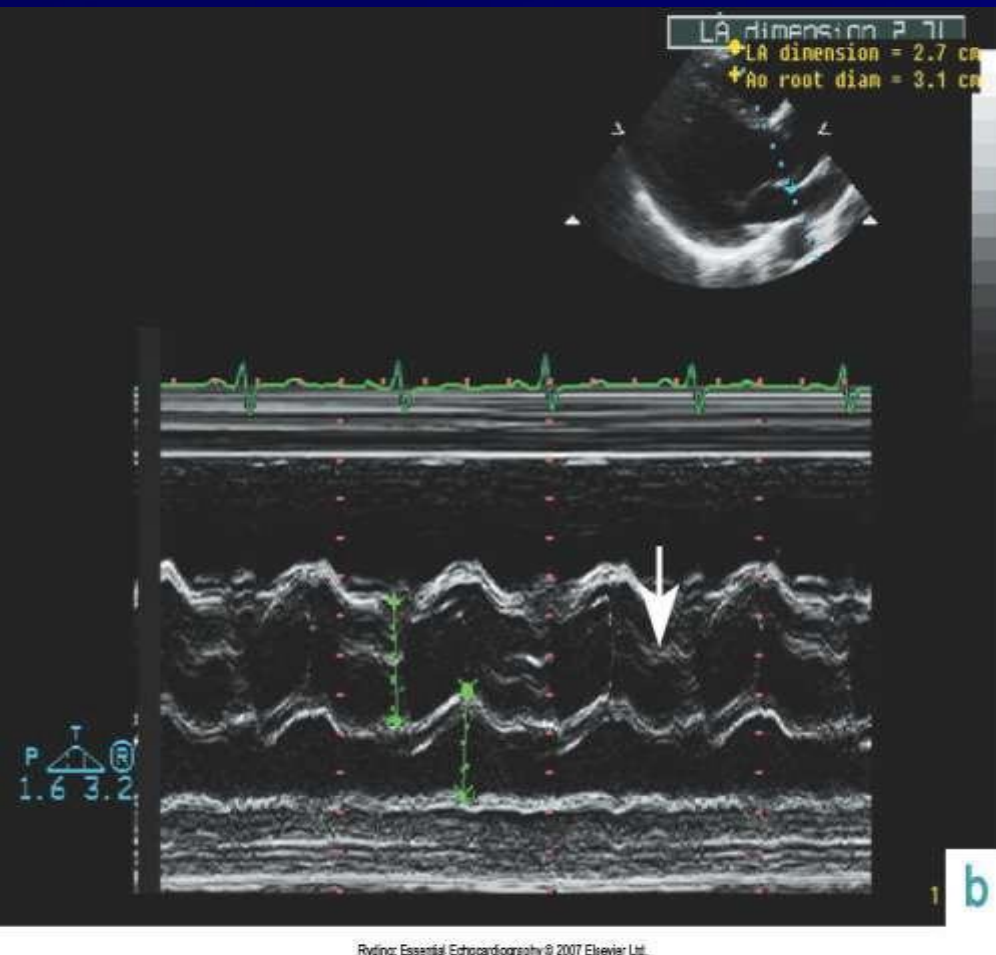
Длинная ось сердца	Межпредсердная перегородка, межжелудочковая перегородка, митральный трехстворчатый клапаны
Короткая ось на уровне основания сердца	Клапан легочной артерии, трехстворчатый, трехстворчатый, аортальный клапаны
Длинная ось брюшной аорты	Продольное сечение брюшной аорты, проходящее через её диаметр
Длинная ось нижней полой вены	Продольное сечение нижней полой вены, проходящее через её диаметр

# Парастернальная позиция длинной оси ЛЖ



Обязательная часть ЭхоКГ исследования это **M-модальное** исследование. Позволяет регистрировать перемещение отражающих структур во времени. При этом по вертикали регистрируется перемещение отражающих структур в виде точек различной яркости, а по горизонтали - смещения этих точек во времени.

# Парастернальная позиция длинной оси ЛЖ



- M-режим
- Левое Предсердие
- Аорта (корень, устье, восходящий отдел), аортальный клапан (степень раскрытия и характер движения)

# Парастернальная позиция длинной оси ЛЖ (характер движения створок МК)



- Движение митрального клапана
- EF-склон средне-диастолического прикрытия (отражает функцию наполнения ЛЖ или опорожнения ЛП)
- DE-амплитуда открытия митрального клапана >30 мм.
- DE-амплитуда открытия митрального клапана >30 мм.



# Объем полости ЛЖ.

- КДО- конечно диастолический объем;
- КСО- конечно-систолический объем.

- Объемы вычисляются по формуле Teicholz:

$$V = \frac{7.0}{(2.4 + D)} * D^3$$

где V- объем полости в миллилитрах; D- передне-задний размер полости ЛЖ в период систолы или диастолы в сантиметрах (т.е. КСР или КДР).

- Ударный объем (УО) в миллилитрах – разность конечно-диастолического (КДО) и конечно-систолического объемов (КСО) ЛЖ:

$$\text{УО} = \text{КДО} - \text{КСО}$$

- Отношение ударного объема к конечно-диастолическому дает величину фракции выброса (ФВ):

$$\text{ФВ} = \frac{\text{УО}}{\text{КДО}} * 100 \%$$

У здоровых лиц ФВ превышает 50 %.

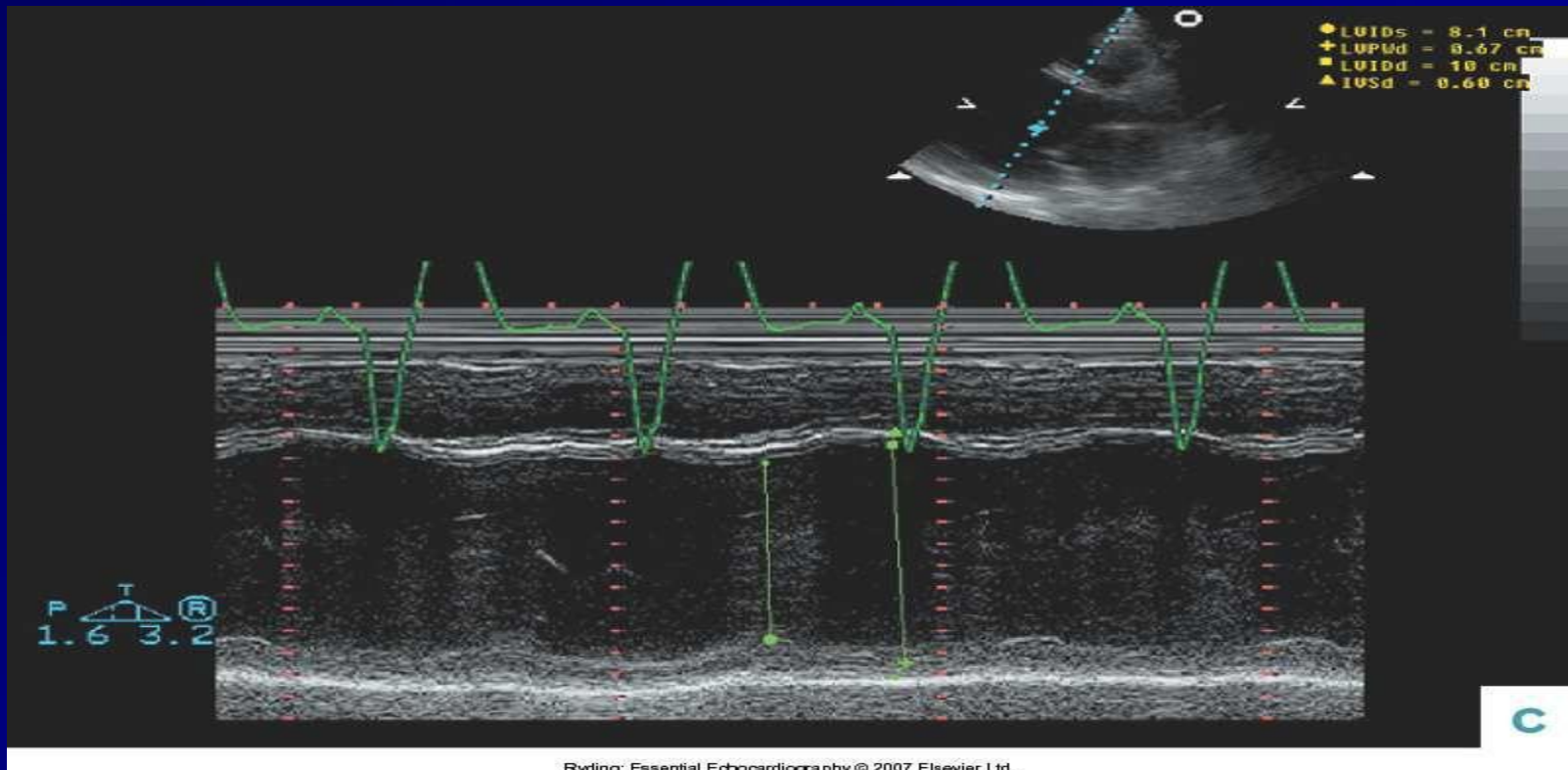
# Стандартные эхокардиографические НОРМАТИВЫ

Показатель	Норматив
Парастернальная позиция	
Конечный диастолический размер правого желудочка	Не более 30 мм, у астеников – иногда до 40 мм
Аорт	Не более 40
Левое предсердие	Не более 40
Межжелудочковая перегородка	Не более 12
Конечный диастолический размер левого желудочка	Не более 56 мм
Толщина стенки левого желудочка	Не более 12
Толщина стенки правого желудочка	Не более 5
Апикальная позиция	
Левое предсердие (горизонтальный и вертикальный размеры)	Не более 40x48 мм
Конечный диастолический размер левого желудочка	Не более 56 мм
Межжелудочковая перегородка	Не более 12
Правое предсердие (горизонтальный и вертикальный размеры)	Не более 38x46 мм

Конечный диастолический размер правого желудочка	Не более 36 мм
Легочная артерия	Не более 32 мм
Нижняя полая вена	Не более 25 мм
Печеночная вена	Не более 7 мм
Ударный объем левого желудочка	70 – 100 мл
% Фракций выброса	Более 60% по Teichholz Более 50% по Simpson
Фракция укорочения волокон миокарда	Более 30%
Минутный объем кровотока	4 – 8 л/мин
Сердечный индекс	2,8 – 4,2 л/мин/кв.
Конечный диастолический объем	Мужчины – 96 – 157 мл
Конечный диастолический объем левого желудочка	Женщины – 59 – 138 мл Мужчины – 33 – 68 мл Женщины – 18 – 65 мл

# Фракция укорочения

■ ФУ ЛЖ =  $(\text{КДР ЛЖ} - \text{КСРЛЖ}) \backslash \text{КДР ЛЖ} \times 100\%$



# Фракция выброса

- Это доля объёма крови, выталкиваемая из ЛЖ в ходе каждого сердечного цикла.

Диапазон значений ФВ ЛЖ, %	Систолическая функция ЛЖ
55-85	Нормальная
45-54	Незначительно снижена
30-44	Умеренно Снижена
<30%	Резко снижена

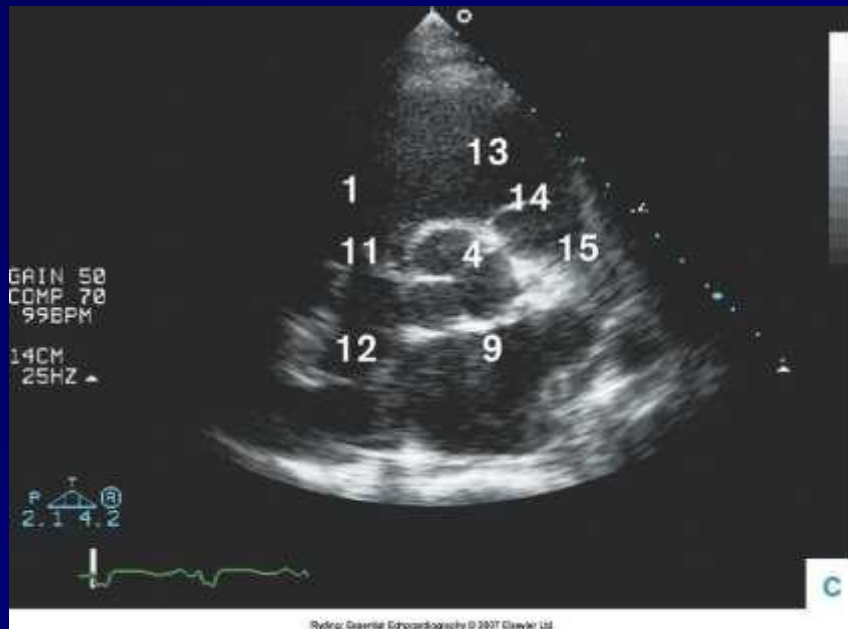


# ПОЛУКОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА

*Критерии балльной оценки сократимости отдельных сегментов ЛЖ*

Число баллов	описание	комментарии
1	Норма	Нормальное, направленное внутрь полости ЛЖ систолическое движение миокарда и систолическое утолщение стенки более 30%
2	Гипокинезия	Уменьшенная амплитуда движения и систолическое утолщение стенки меньше 30%
3	Акинезия	Отсутствие систолического утолщения стенки
4	Дискинезия	Парадоксальное систолическое движение миокарда, направленное кнаружи
5	Аневризма	Деформация стенки в диастолу: миокард истончен и уплотнен

# Парастернальная позиция короткой оси аортального клапана



- Створки аортального клапана 4 (правая, левая, некоронарная)
- Створки трикуспидального клапана (передняя и задняя)
- Ствол легочной артерии
- Створки клапана ЛА
- ЛА Полость ЛП
- Полость ПП
- межпредсердная перегородка





# Парастернальная позиция короткой оси ЛЖ на уровне митрального клапана

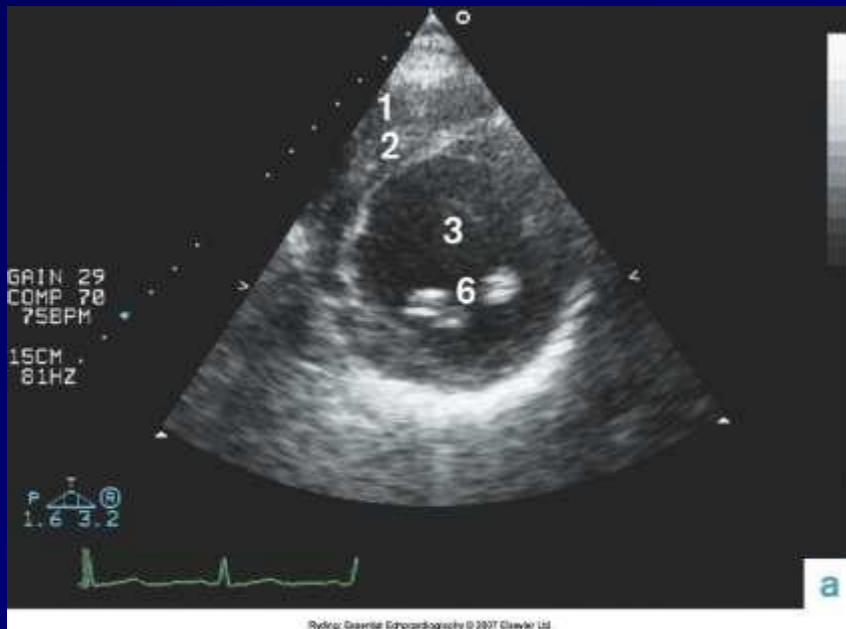


Ryding: Essential Echocardiography © 2017 Elsevier Ltd.

Планиметрическая  
площадь  
митрального  
клапана



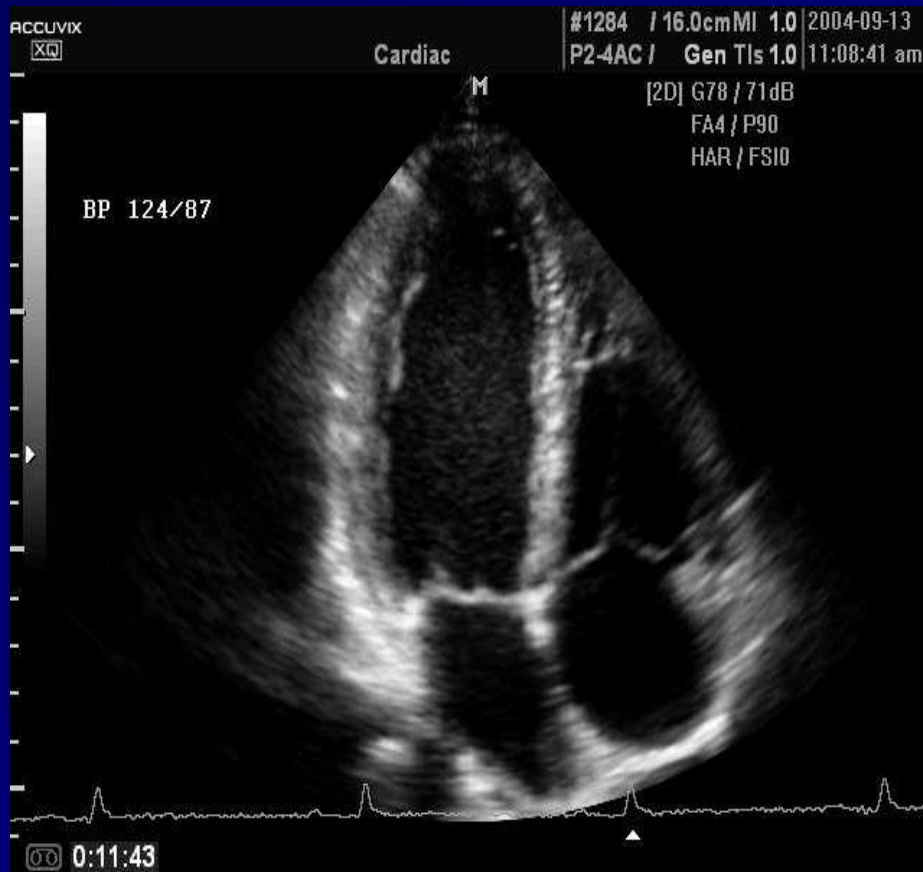
# Парастернальная позиция короткой оси ЛЖ на уровне папиллярных мышц



# АПИКАЛЬНЫЙ ДОСТУП

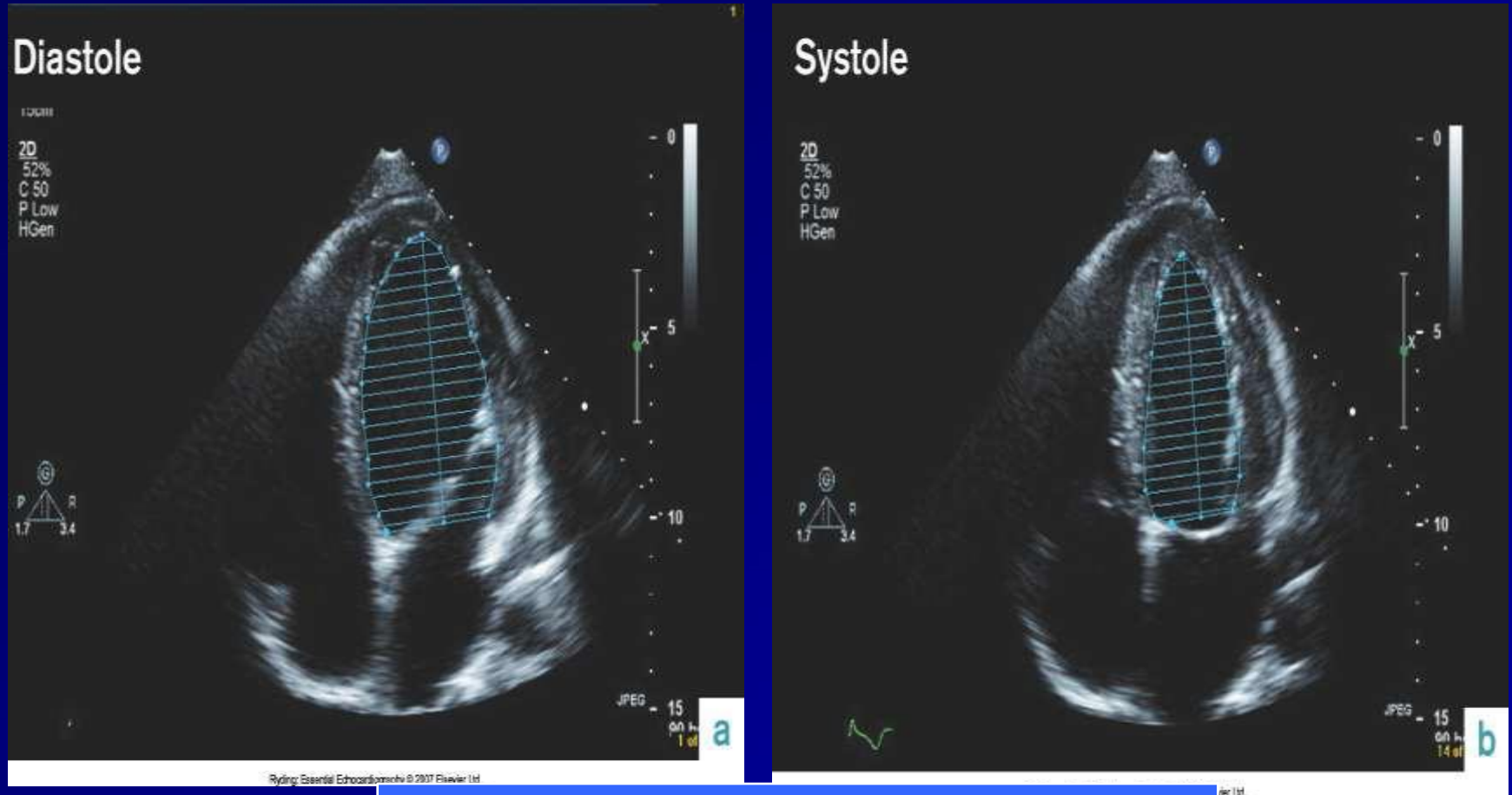
- Апикальная четырехкамерная позиция
- Апикальная пятикамерная позиция
- Апикальная двухкамерная позиция
- Позиция апикальной длинной оси ЛЖ

# Апикальная четырехкамерная ПОЗИЦИЯ



- Створки митрального клапана (передняя и задняя)
- Створки трикуспидального клапана (передняя и септальная)

# В настоящее время общепризнанным является модифицированный двухплоскостной метод Симпсона.



Четырехкамерная апикальная позиция



# Апикальная двухкамерная ПОЗИЦИЯ

Diastole

2D  
52%  
C 50  
P Low  
HGen

P 1.7 R 3.4



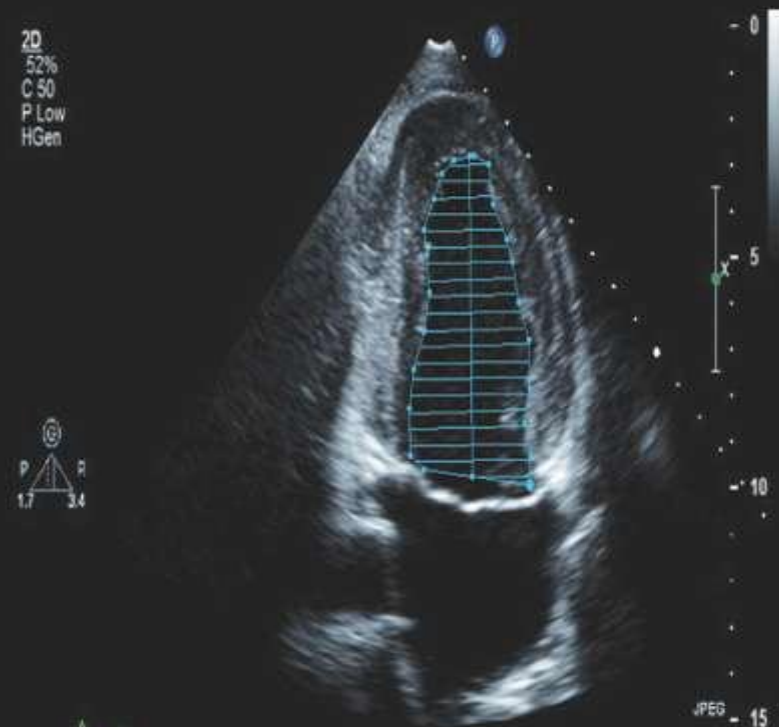
JPEG 15  
0.4 s  
2 of C

Ryding Essential Echocardiography © 2007 Elsevier Ltd.

Systole

2D  
52%  
C 50  
P Low  
HGen

P 1.7 R 3.4

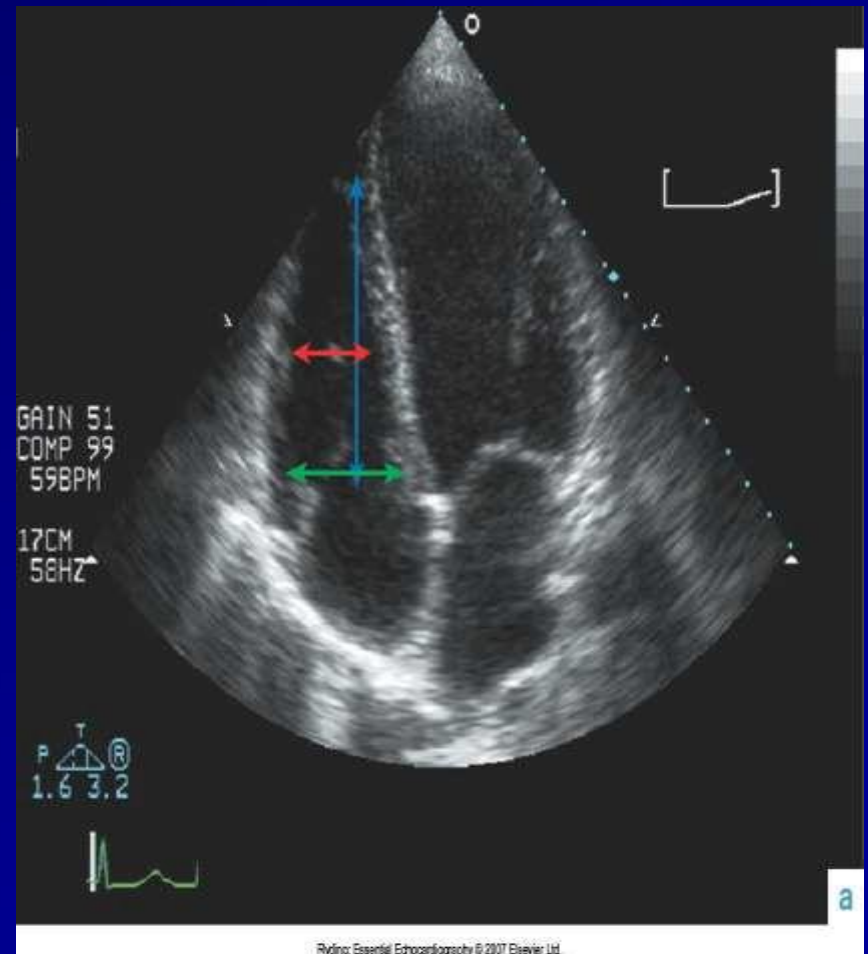
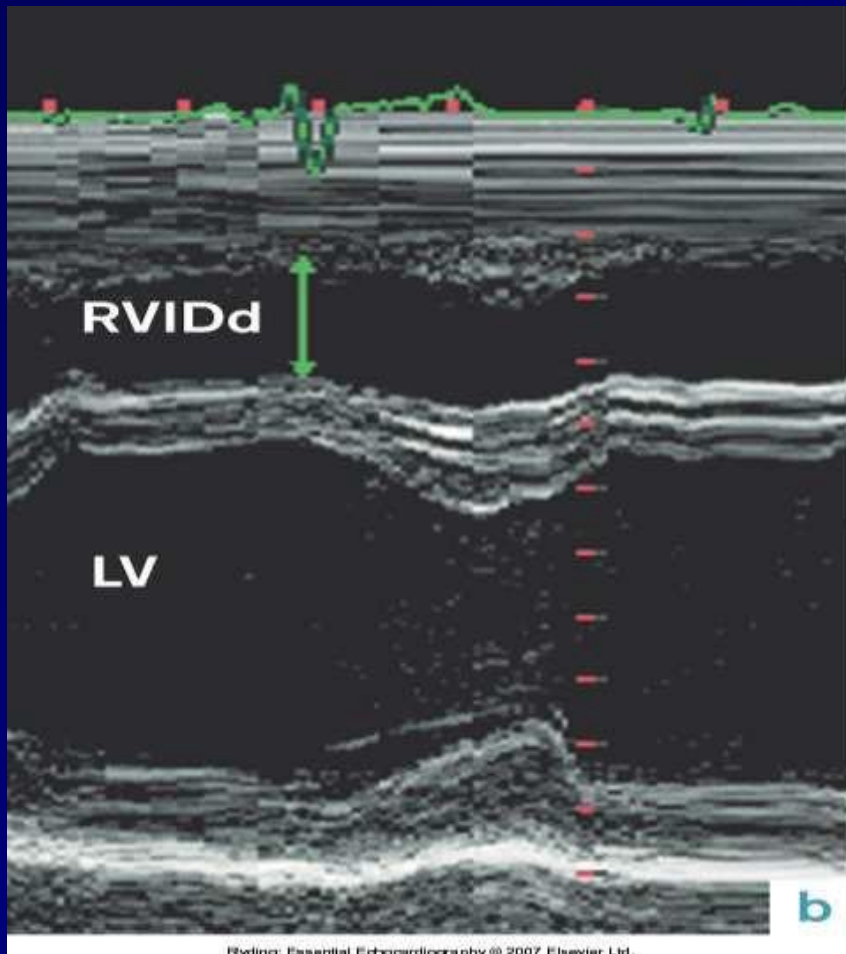


JPEG 15  
0.4 s  
13 of d

Ryding Essential Echocardiography © 2007 Elsevier Ltd.



# МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА

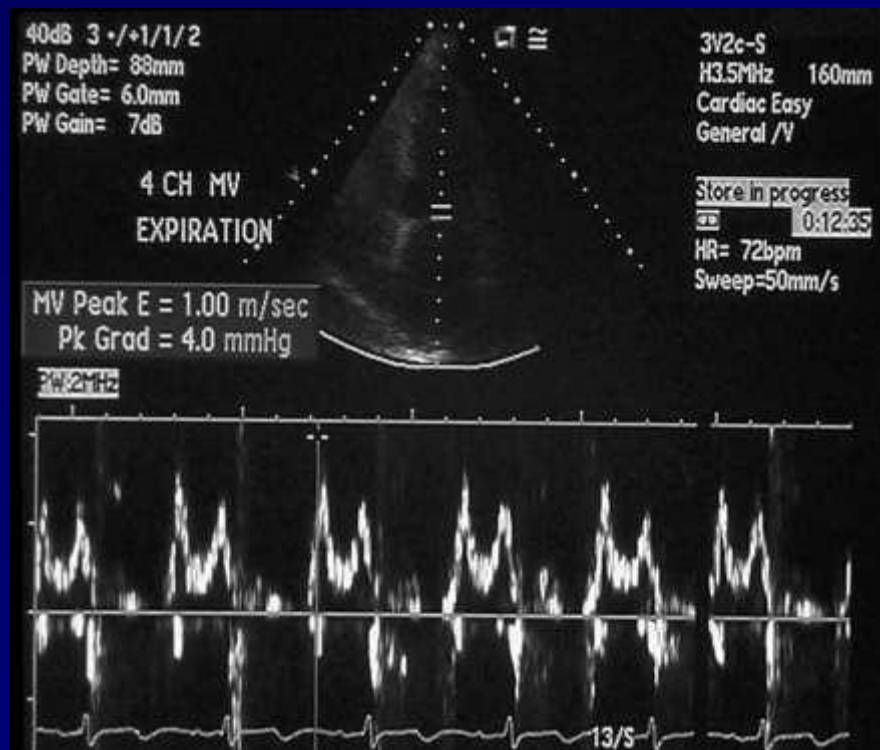


# Допплерэхокардиография

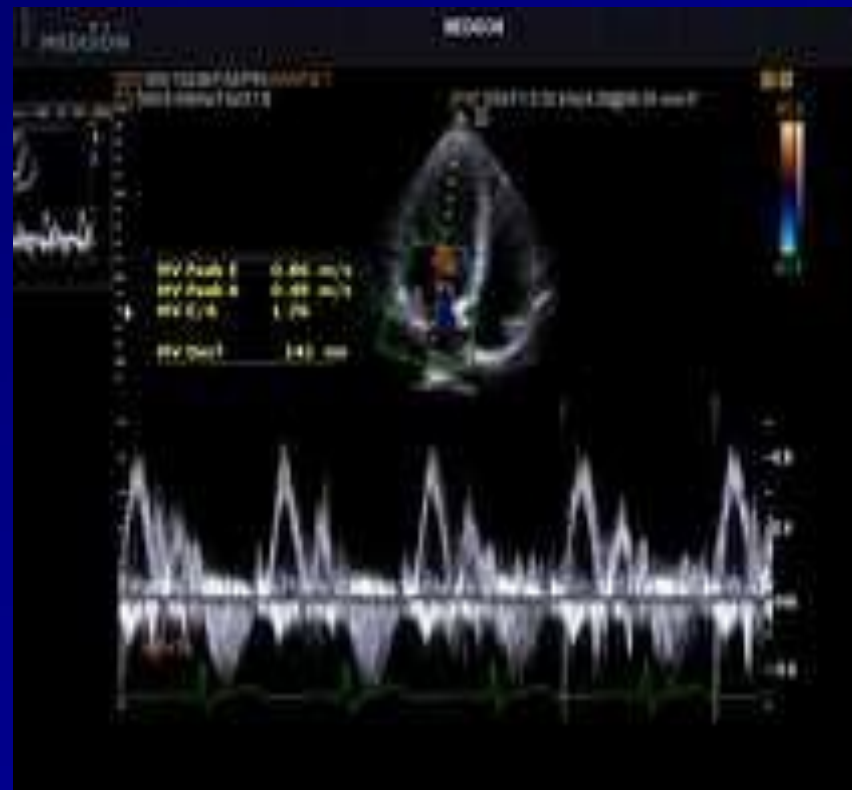
## ПОЗВОЛЯЕТ:

- 1. Определить патологическое направление тока крови в сердце при регургитации на клапанах и наличие аномальных сообщений между полостями сердца и крупными сосудами
- 2. Определить турбулентность тока крови при его нормальном направлении, что характерно для клапанных стенозов, рассчитывать величину градиента давления на них по уравнению Бернулли
- 3. Рассчитывать эффективную площадь митрального и трикуспидального клапана, что и имеет важное значение при его стенозировании
- 4. Количественно оценить некоторые показатели кардиогемодинамики: величины давления в полостях сердца, ударный объём и диастолическую податливость левых желудочка из способа

# ИМПУЛЬСНО-ВОЛНОВАЯ ДОППЛЕРОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ

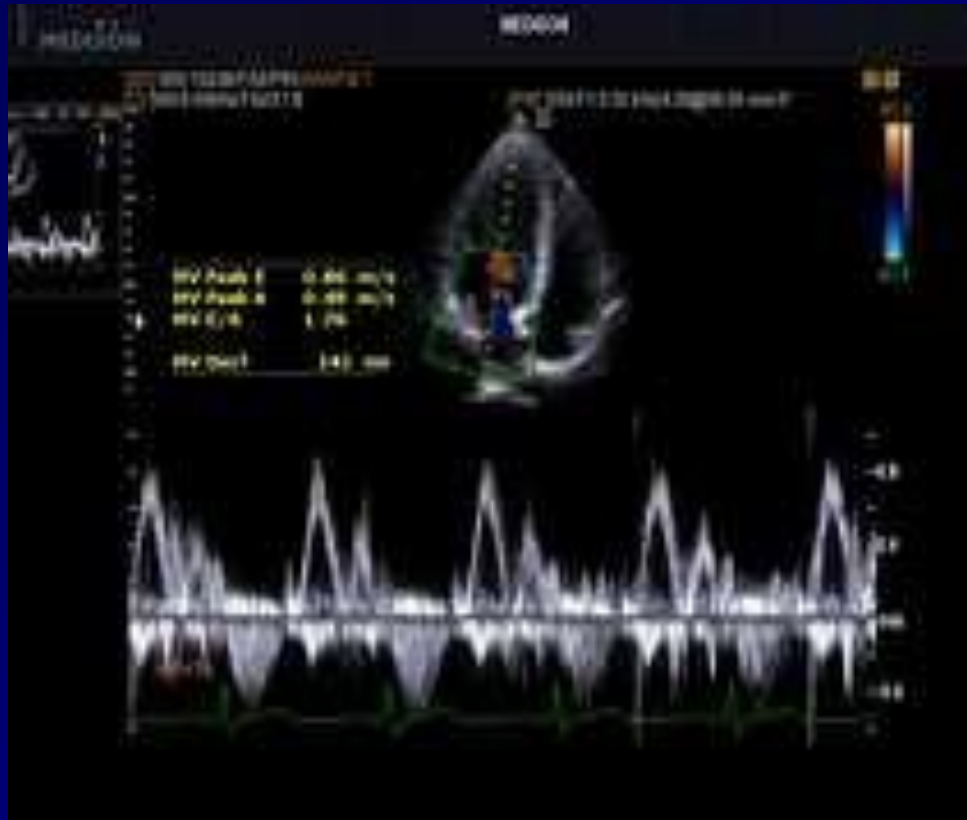


ДУПЛЕКСНЫЙ РЕЖИМ



ТРИПЛЕКСНЫЙ РЕЖИМ

# Апикальная четырехкамерная ПОЗИЦИЯ



- доплер-эхокардиография
- Триплексный редим



# Апикальная пятикамерная ПОЗИЦИЯ

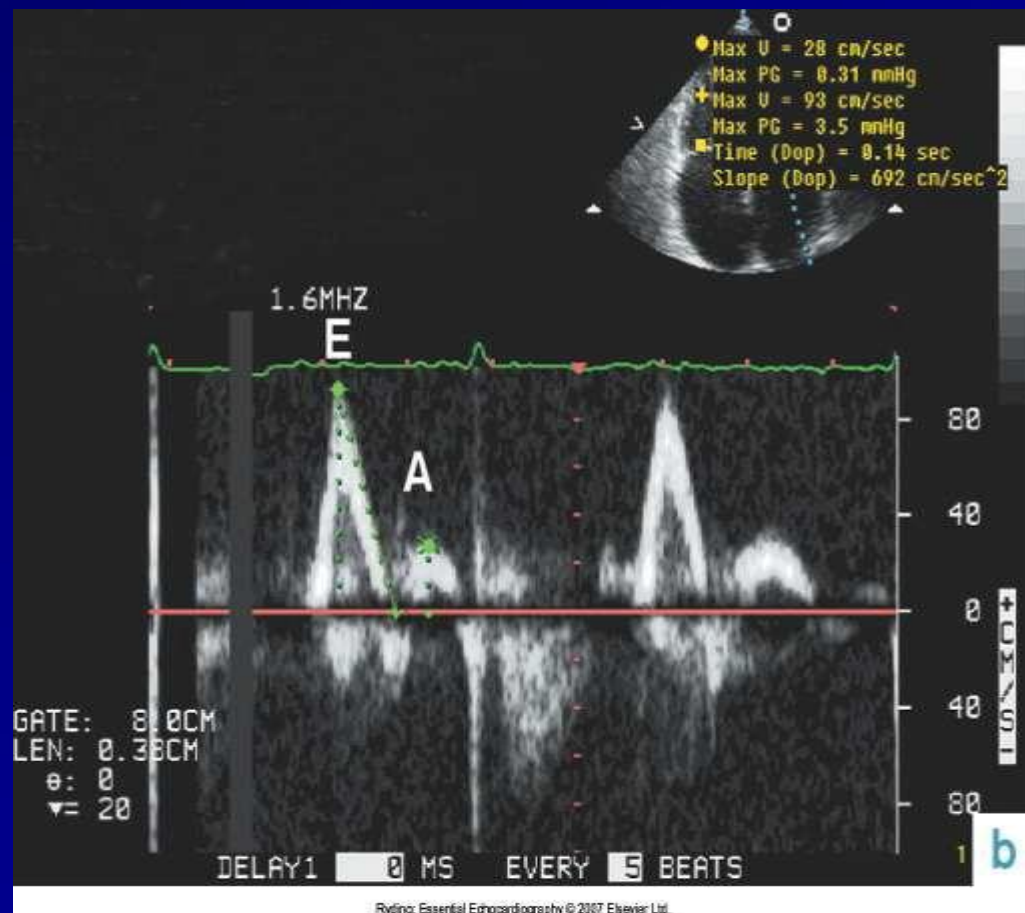


- **доплер-эхокардиография**
- **Триплексный режим**



# ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА

1. ФАЗА  
ИЗОВОЛЮМИЧЕСКО-  
ГО РАССЛАБЛЕНИЯ
2. ФАЗА БЫСТРОГО  
РАННЕГО  
НАПОЛНЕНИЯ
3. ФАЗА МЕДЛЕННОГО  
НАПОЛНЕНИЯ  
(ДИАСТАЗИС)
4. ФАЗА ПОЗДНЕГО  
НАПОЛНЕНИЯ



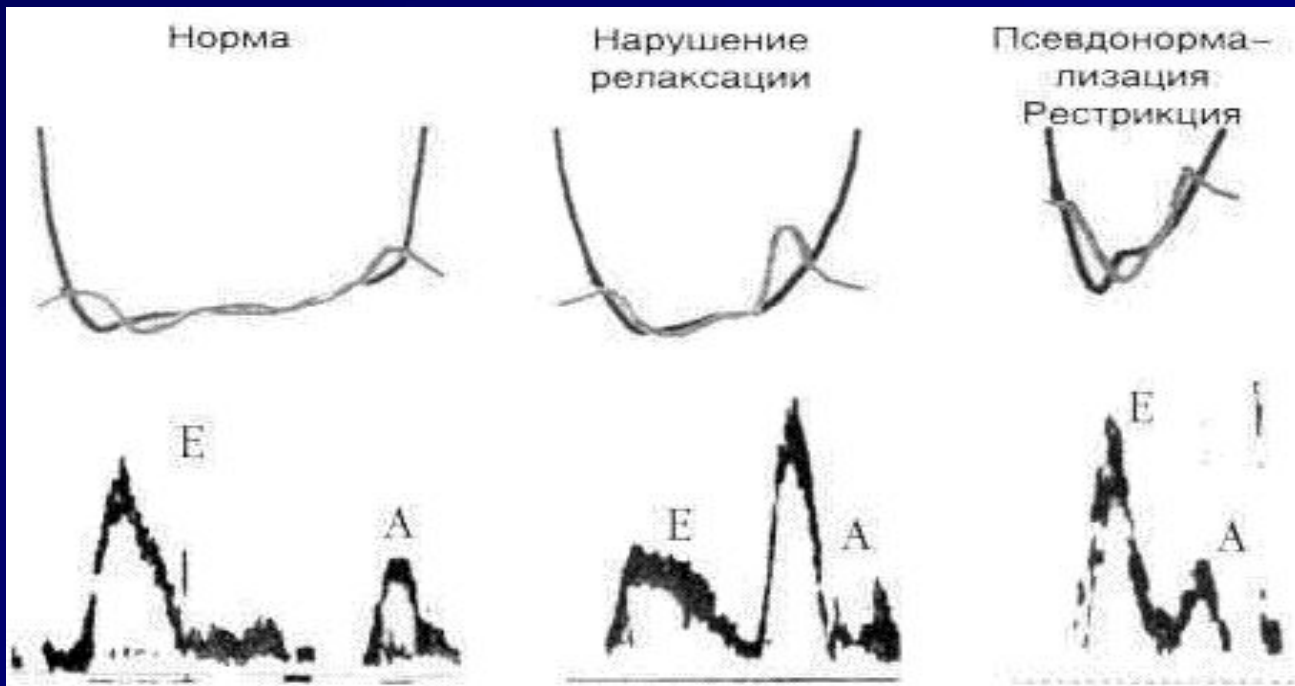
# 4 основных типа ДДЛЖ

- *Нормальный тип*
- *Нарушение расслабления*
- *Псевдонормальный тип*
- *Рестриктивный тип*





# ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА



# Основными клиническими показаниями к выполнению эхокардиографии являются

1. Шум в сердце
2. Патологические изменения на рентгенограмме грудной клетки: изменение размера сердца или его отдельных полостей, изменение аорты, кальцинаты в области сердца.
3. Боль в области сердца (особенно неясного генеза)
4. Обмороки и нарушения мозгового кровообращения (особенно у лиц молодого возраста)
5. Нарушения ритма сердца.
6. Лихорадка неясного генеза.
7. Отягощенный семейный анамнез в отношении внезапной смерти, ИБС, ИБС, идиопатического субаортального стеноза.
8. Наблюдение больных, в том числе с ИБС, артериальной гипертензией, гипертензией, приобретенными и врожденными пороками сердца, кардиомиопатиями, состояниями после кардиохирургических вмешательств, некардиологической патологией - шоком, ХПН, системными заболеваниями соединительной ткани, при применении кардиотоксических препаратов.