

СИСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ

```
graph TD; A[СИСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ] --> B[Глобальная]; A --> C["Локальная (регионарная, сегментарная)"]
```

Глобальная

Локальная
(регионарная,
сегментарная)

Причины снижения глобальной систолической функции ЛЖ

- Ишемическая болезнь сердца ~ 75%
- Кардиомиопатии
- Перегрузка давлением
 - «гипертоническое сердце»
 - аортальный стеноз
- Перегрузка объемом
 - аортальная недостаточность, митральная недостаточность
 - дефект межжелудочковой перегородки
- Тахисистолия
 - мерцательная аритмия
- Врожденные пороки сердца

ГЛОБАЛЬНАЯ СИСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ

Оценочные критерии

Количественные

```
graph TD; A[Оценочные критерии] --> B[Количественные]; A --> C[Качественные (косвенные)];
```

*Качественные
(косвенные)*

ГЛОБАЛЬНАЯ СИСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ

M-режим

B-режим


3D-режим

ГЛОБАЛЬНАЯ СИСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ M-режим


ИЗМЕРЕНИЯ:

- *Размер ЛЖ в диастолу (КДР) и систолу (КСР)*

ОЦЕНОЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ:

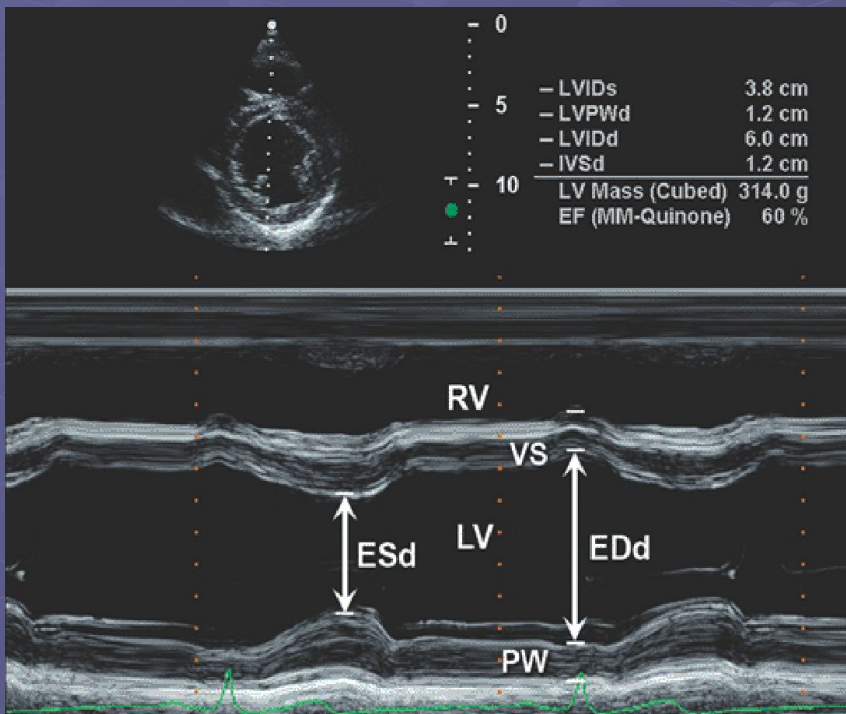


*Фракция выброса (ФВ),
ejection fraction (EF), %
(по Тейхольцу)*

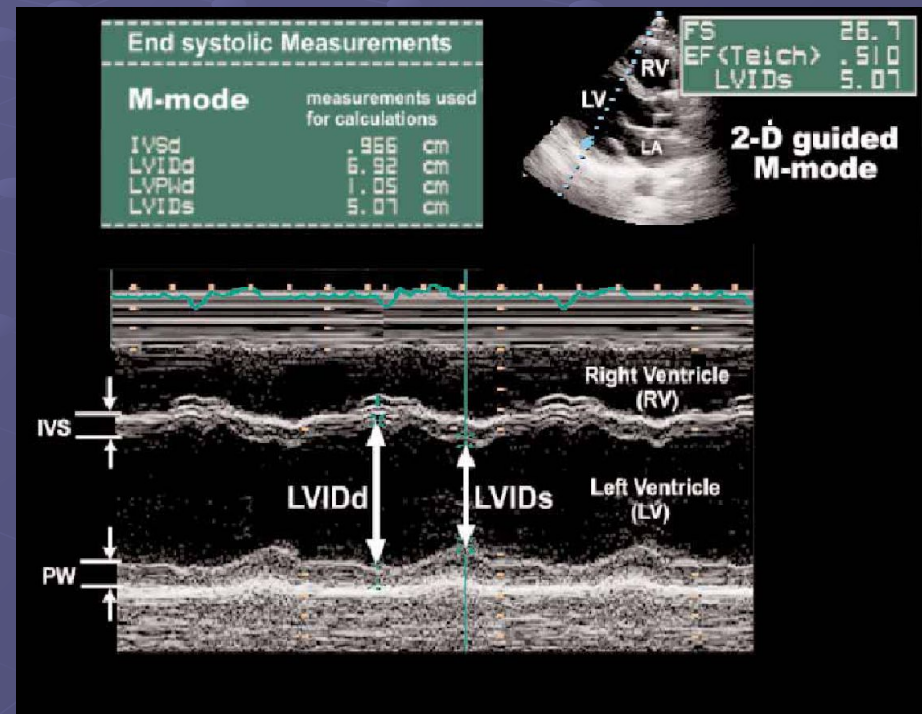


*Фракция (степень) укорочения
переднезаднего размера ЛЖ,
fractional shortening (FS), %*

ГЛОБАЛЬНАЯ СИСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ M-режим



Парастеральная позиция по короткой оси ЛЖ на уровне папиллярных мышц



Парастеральная позиция по длинной оси ЛЖ

ФРАКЦИЯ ВЫБРОСА

- *Норма > 55%*
- *Незначительное снижение 40-55%*
- *Умеренное снижение 30-40%*
- *Значительное снижение < 30%*

- *> 70% - гипердинамический тип*
 - *гиповолемия*
 - *гипертрофическая кардиомиопатия*

Фракция укорочения (*fractional shortening*, *FS*, %) переднезаднего размера ЛЖ

Фракция укорочения (FS) – изменение размера полости ЛЖ по короткой оси

$$FS = (КДР - КСП) / КДР \times 100\%$$

Норма: 25 – 45%

ГЛОБАЛЬНАЯ СИСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ M-режим

ОГРАНИЧЕНИЯ:

- *Необходимость строго перпендикулярного проведения сканирующего луча к стенкам ЛЖ*
- *Отделение эндокарда от хорд и трабекул*
- *Нормальная геометрия полости ЛЖ*
(НЕ использовать M-режим при наличии нарушений локальной сократимости, аневризм)

ГЛОБАЛЬНАЯ СИСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ В-режим

Измерения

Митральная и трикуспидальная регургитация

КДР и КСР

Конечно-диастолический и конечно-систолический объемы ЛЖ (КДО и КСО)

Диаметр корня Ао и аортальный поток; диаметр митрального кольца и ТМК

Оценочные критерии

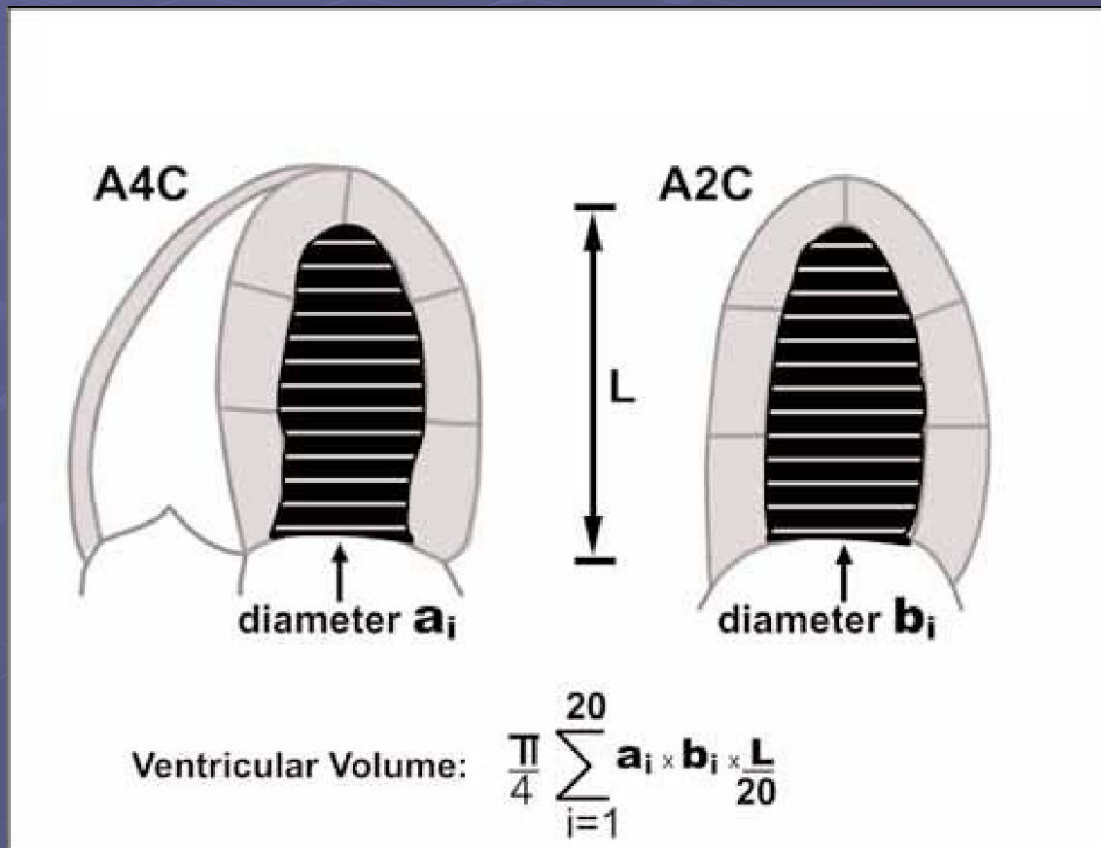
Индекс dP/dt («напряжение-время»), ммртст/сек

Фракция (степень) укорочения переднезаднего размера ЛЖ, fractional shortening (FS), %

Фракция выброса (ФВ) или ejection fraction (EF), %

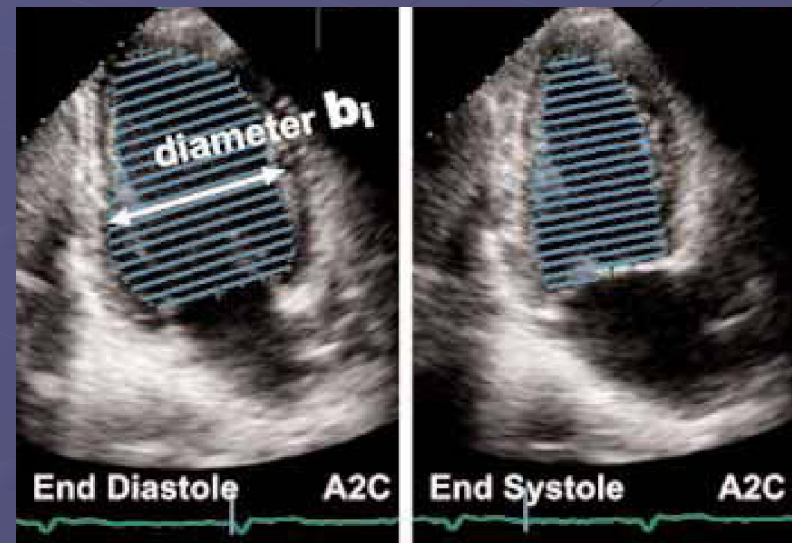
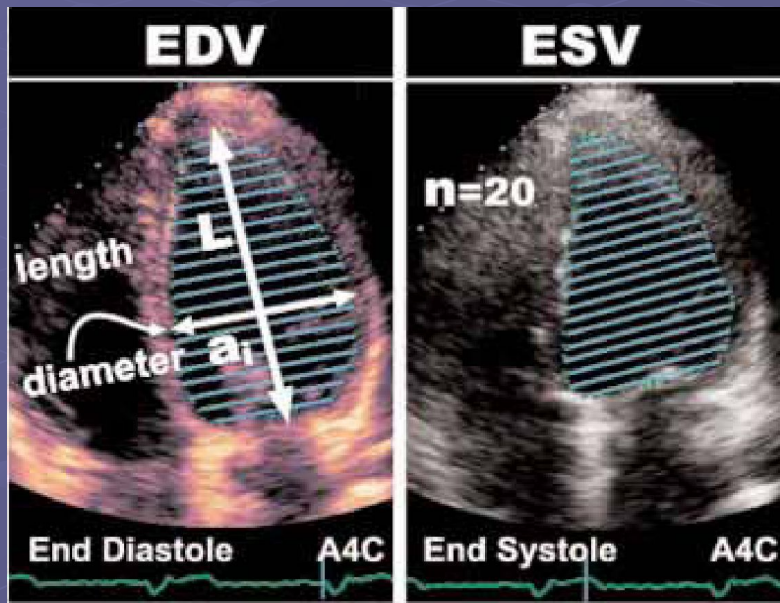
Ударный объем (УО) или stroke volume (SV), мл

Измерение фракции выброса в В-режиме (модифицированный метод Симпсона)



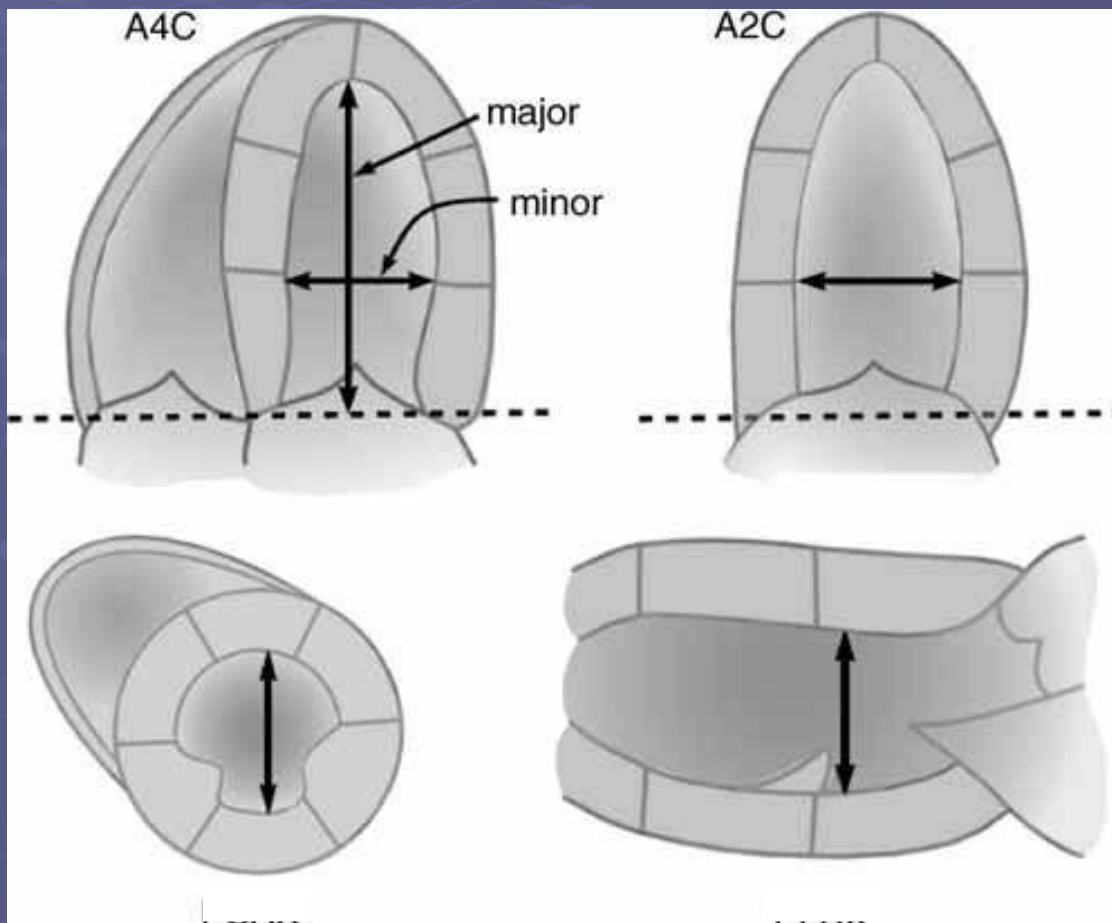
Апикальные 4-х и 2-х камерные позиции

Измерение фракции выброса в В-режиме (модифицированный метод Симпсона)



Измерение фракции выброса (метод Тейхольца) и фракции укорочения в В-режиме

Апикальная 4-х камерная



Апикальная 2-х камерная

Парастеральная позиция по короткой оси ЛЖ на уровне папиллярных мышц

Парастеральная позиция по длинной оси ЛЖ

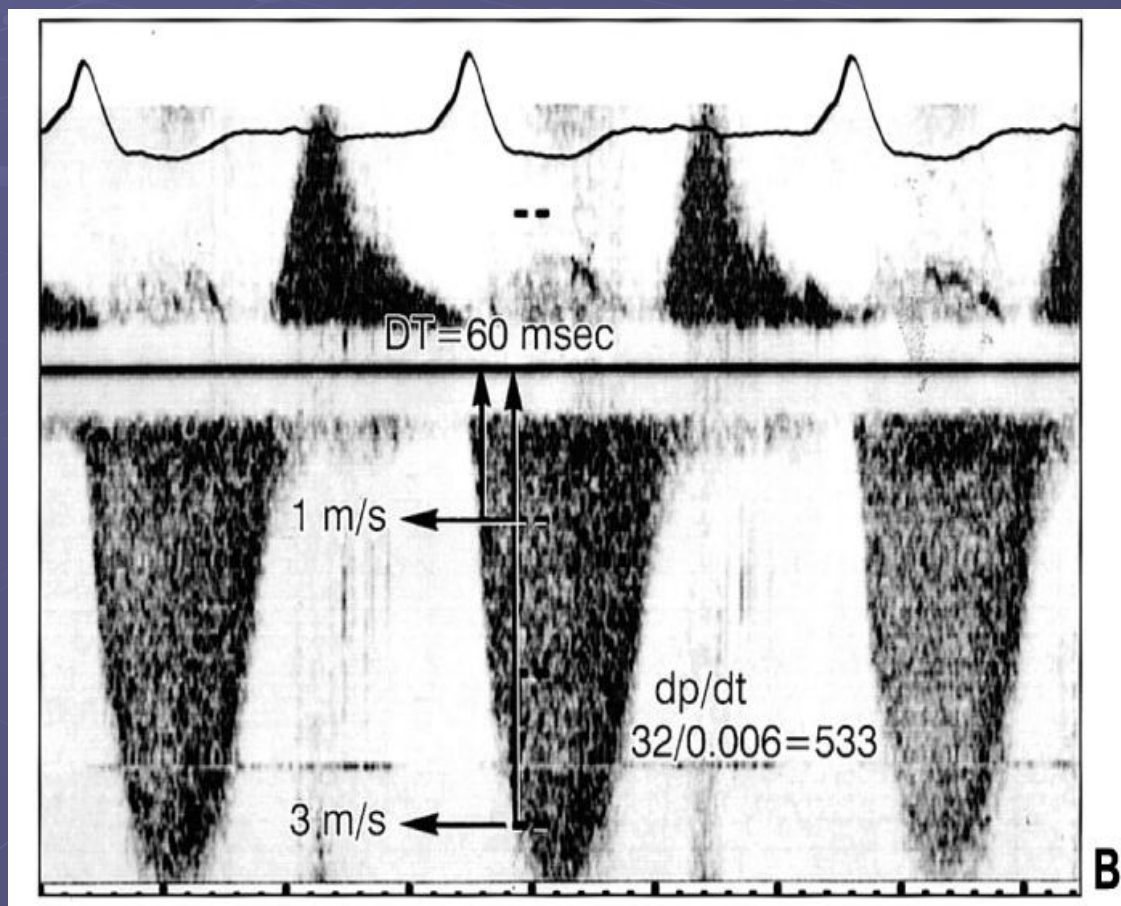
Индекс сокращения - dP/dt -

Скорость увеличения давления в желудочках за период ранней систолы

Необходимые параметры: для ЛЖ - митральная регургитация более 3м/с, для ПЖ - трикуспидальная регургитация более 2м/с.

Измерения: временной отрезок по оси X между точкой достижения скорости потока 1м/с до 3м/с для ЛЖ или 2м/с для ПЖ.

Норма: для ЛЖ > 1200ммртст/сек, для ПЖ > 500ммртст/сек



СИСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ

Индекс сокращения - dP/dt

Показания для использования:

- Оценка глобальной сократимости ЛЖ
- Плохо визуализируется эндокард (нельзя использовать метод Симпсона)
- Сомнительная оценка «на глаз»
- Нарушение локальной сократимости (нельзя использовать фракцию укорочения)

УДАРНЫЙ ОБЪЕМ (УО), мл -

объем крови, выброшенный в систолу ЛЖ за одно сокращение

Показания к применению:

- *плохо визуализируется эндокард (нельзя использовать метод Симпсона)*
- *Нет митральной регургитации*
- *Сомнительная оценка «на глаз»*
- *Хорошо выводится корень аорты и аортальный поток*

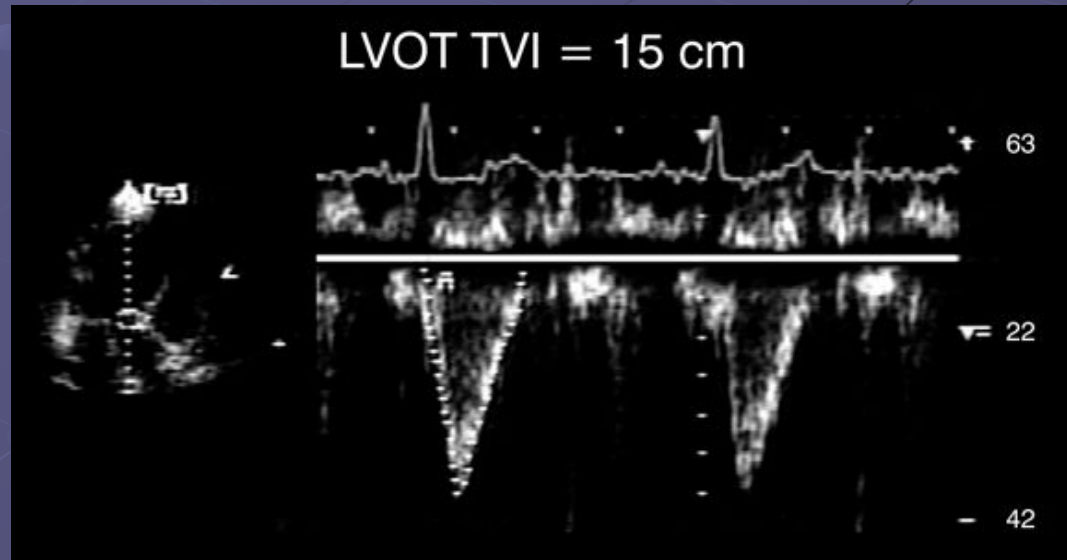
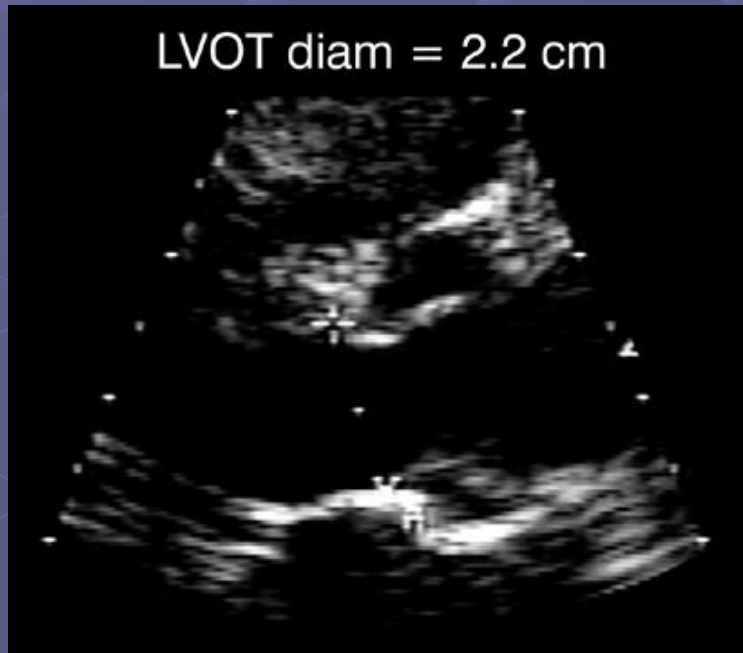
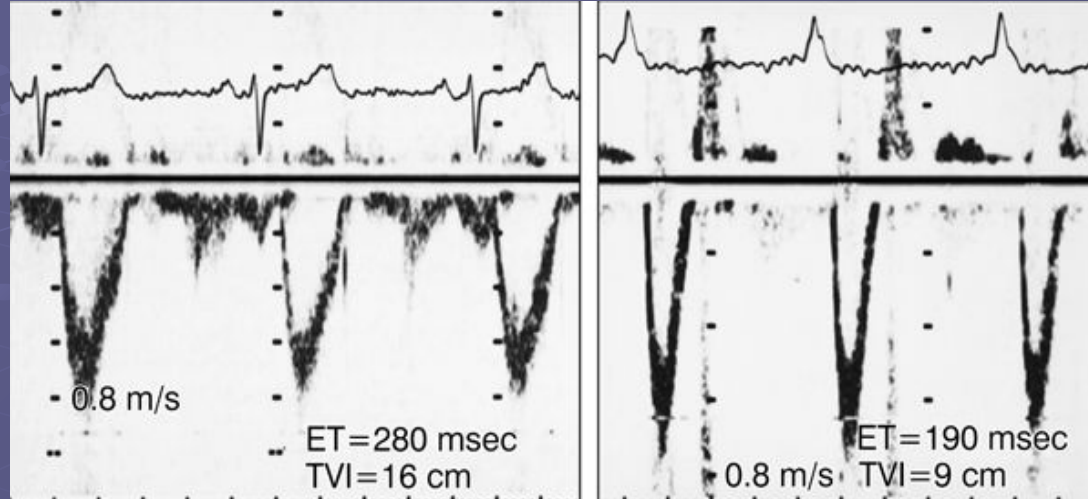
Необходимые параметры:

*корень Ао в систолу и аортальный поток в коротковолновом режиме с контрольным объемом 7-10мм;
диаметр митрального кольца и трансмитральный поток*

Норма: 70-100мл

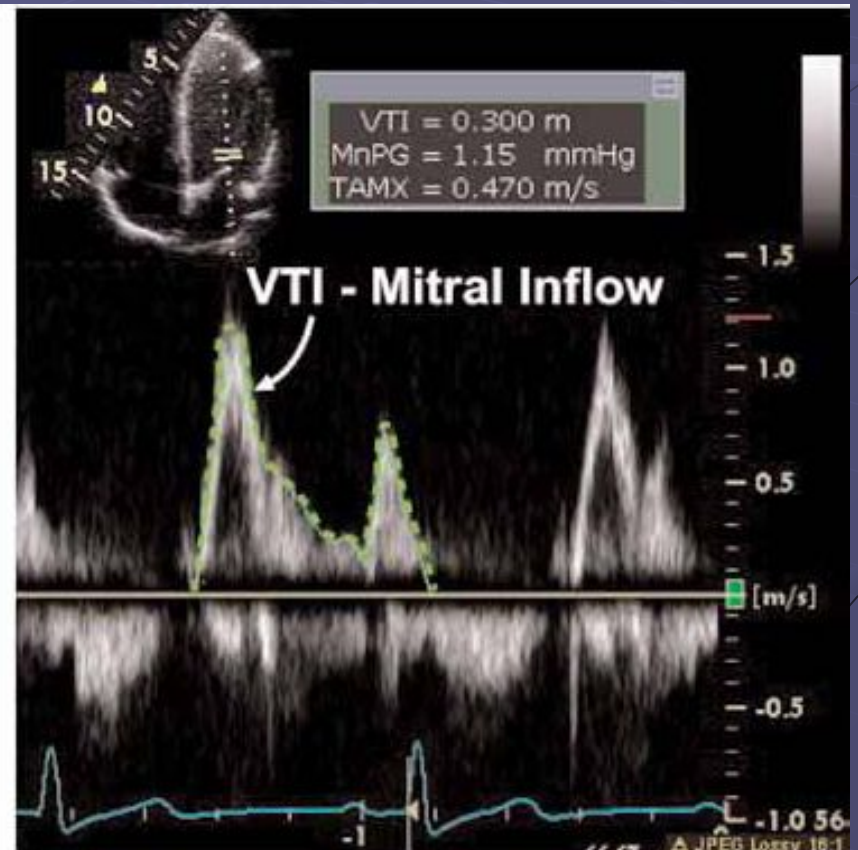
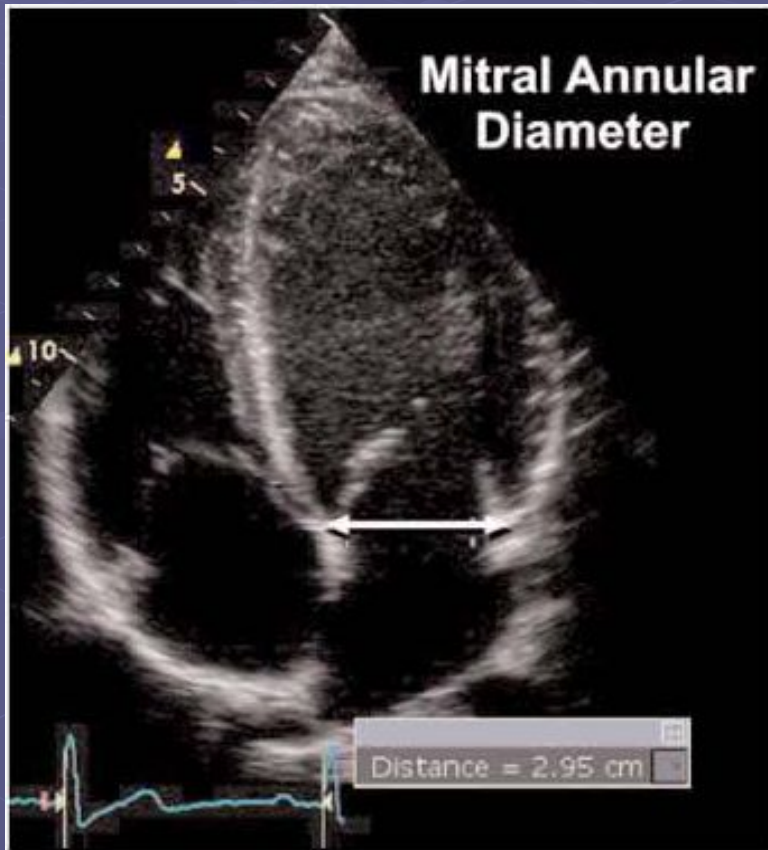
УДАРНЫЙ ОБЪЕМ (УО)

*Корень аорты и
аортальный поток*



УДАРНЫЙ ОБЪЕМ (УО)

*Диаметр митрального кольца и
трансмитральный поток*



УДАРНЫЙ ОБЪЕМ (УО)

- Кардиальный выброс (минутный объем, cardiac output, CO) = УО × ЧСС

Необходимые параметры:

параллельная запись ЭКГ (поправка на неравномерность каждого отдельного выброса)

Норма: 5-7 л/мин

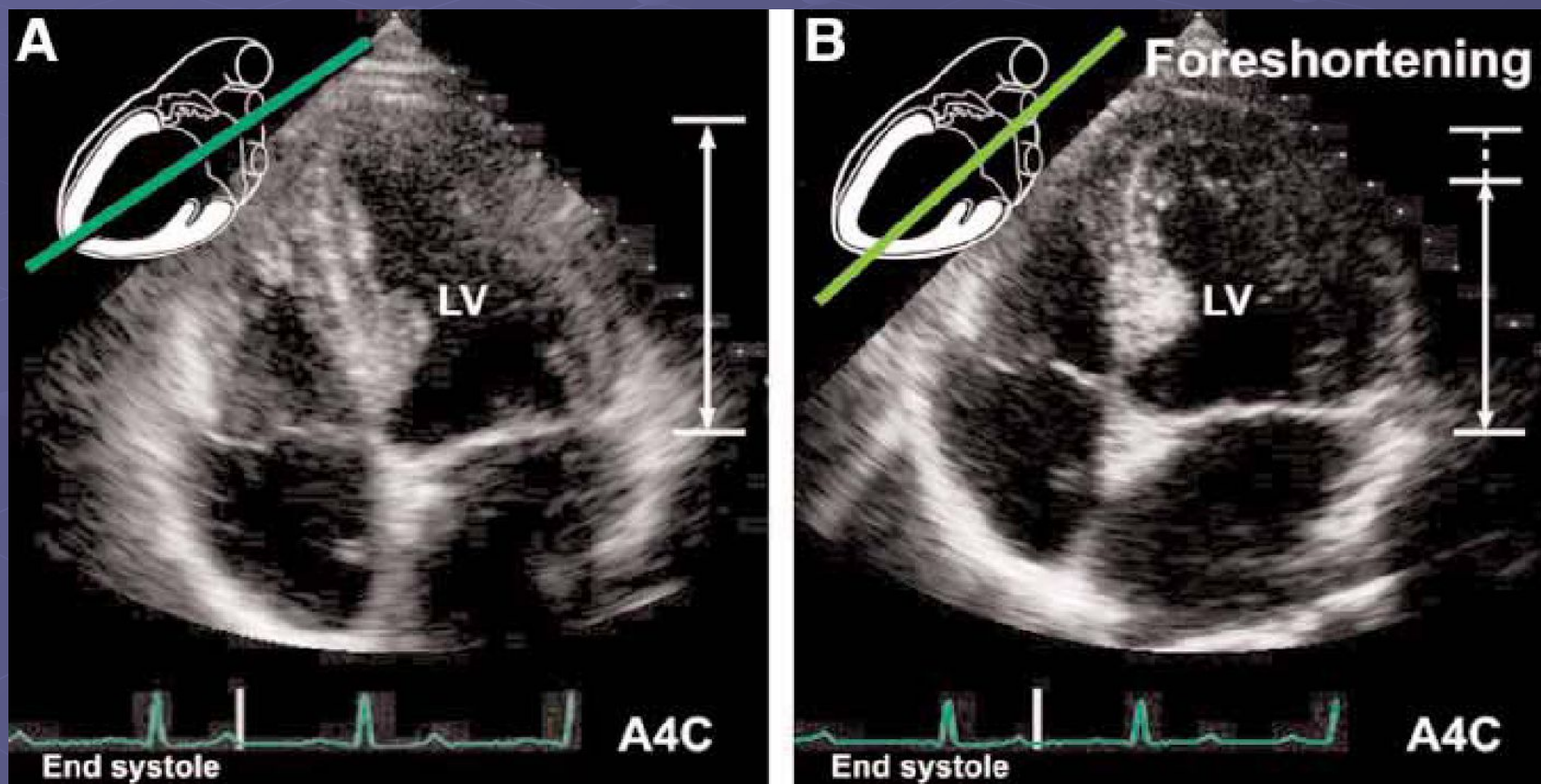
- Кардиальный индекс (cardiac index, CI) =
CO / BSA

Необходимые параметры:

Ввести рост и вес для расчета площади поверхности тела (BSA) – поправка на конституцию

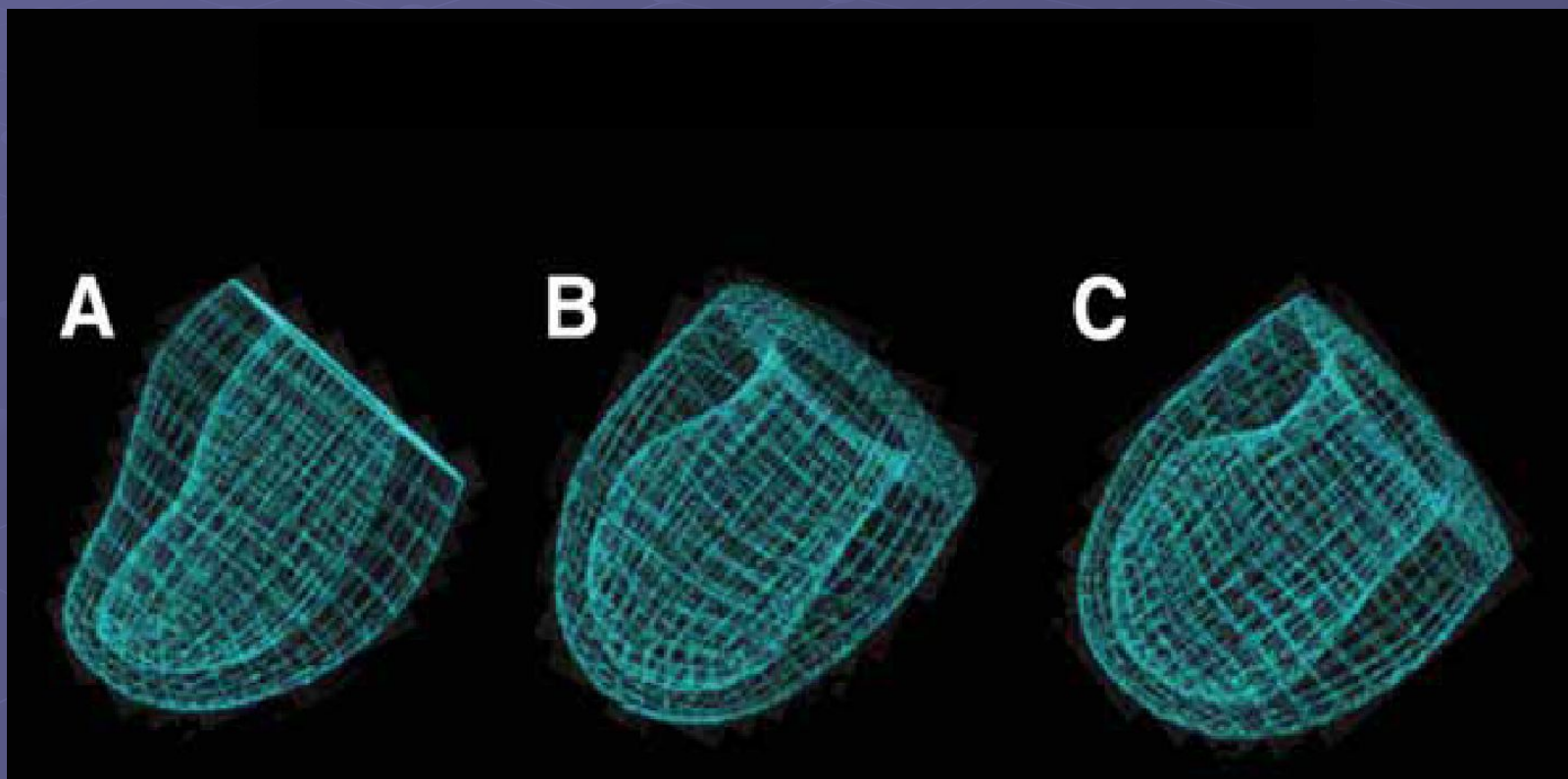
ГЛОБАЛЬНАЯ СИСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ В-режим

Ограничение



ГЛОБАЛЬНАЯ СИСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ 3D-режим

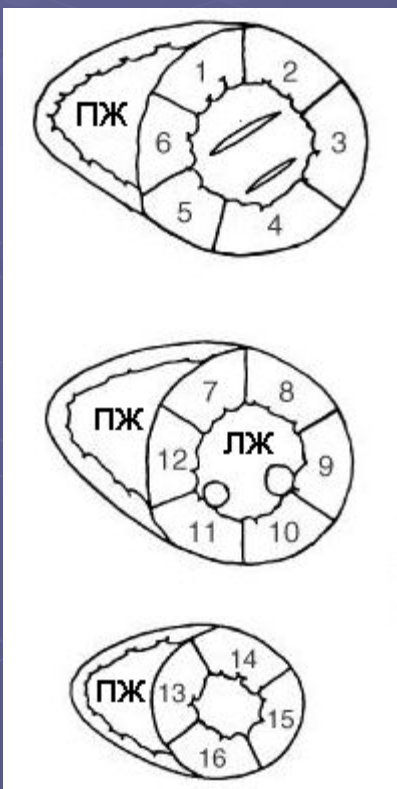
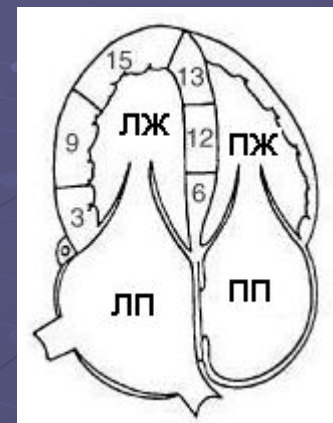
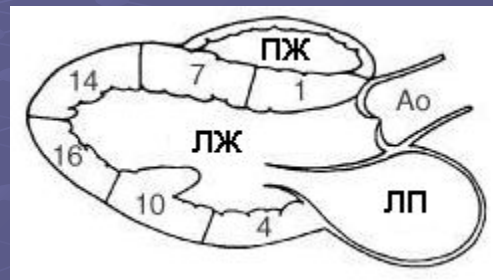
Ремоделирование ЛЖ



СИСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ КОСВЕННЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

- *Гипокинезия аорты*
- *Систолическое прикрытие створок АК*
- *Расстояние между пиком E движения передней створки митрального клапана и межжелудочковой перегородкой > 7мм*
- *Волна β на нисходящем колене движения передней створки митрального клапана*
- *Смещение митрального кольца < 6мм (В-режим)*
- *«на глаз» (В-режим)*

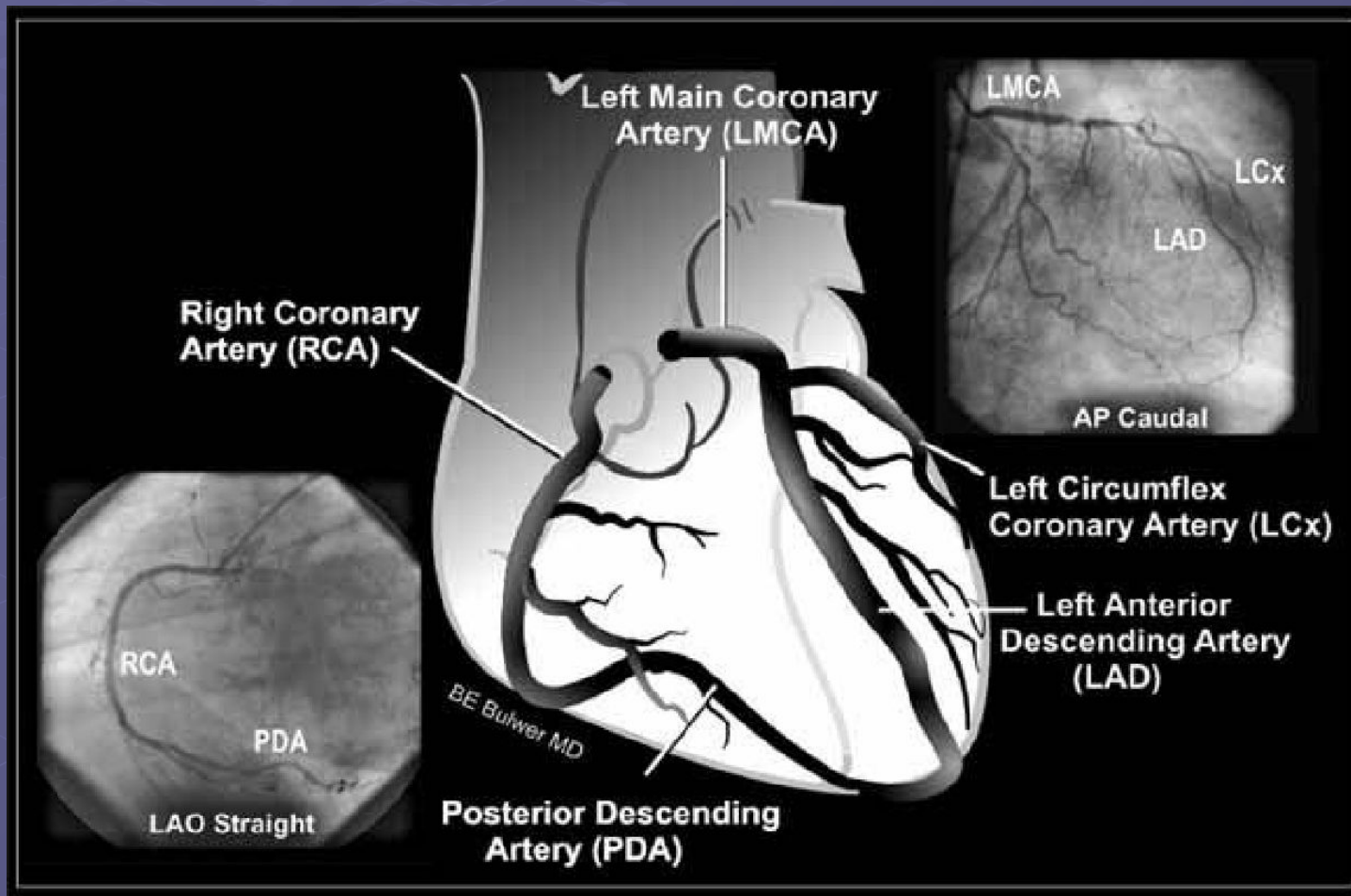
16-сегментарная система оценки региональной сократимости



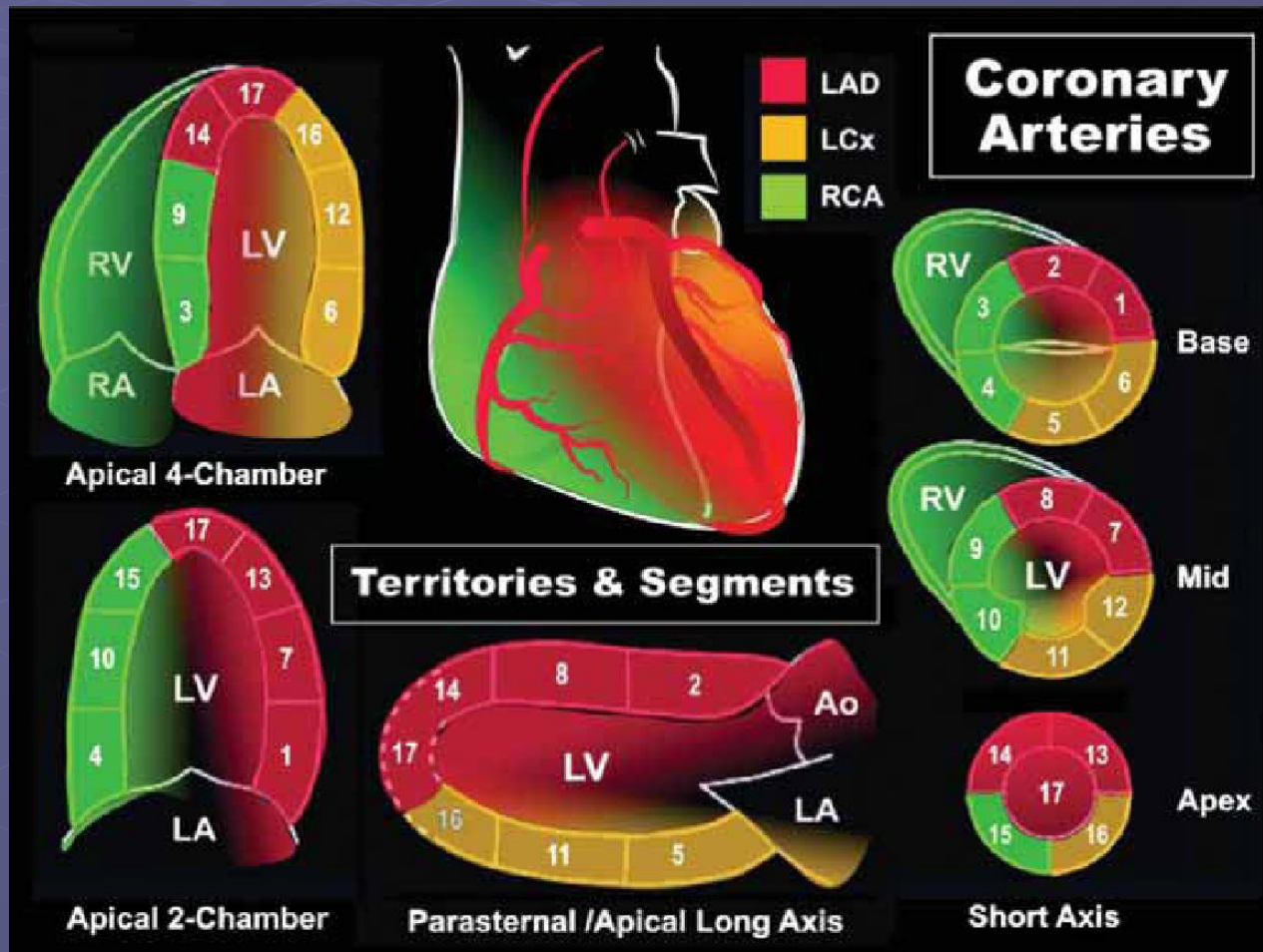
	Перед-перег	Перед	Перед боков	Задне боков	Ниж	Перег
Базал	1	2	3	4	5	6
Сред	7	8	9	10	11	12
Верх	13	14	15	--	16	13



Коронарное русло



16-сегментарная система оценки региональной сократимости



ОЦЕНКА РЕГИОНАЛЬНОЙ СОКРАТИМОСТИ

Сегменты	Коронарная артерия
БАЗАЛЬНЫЕ	
Передне-перегородочный	LAD (проксимально)
задний	ОА
перегородочный	RCA
нижний	RCA
боковой	ОА
передний	LAD (проксимально)

LAD – left artery discendence – левая передняя нисходящая артерия

RCA – right coronary artery – правая коронарная (задняя нисходящая) артерия

ОА – огибающая артерия

ОЦЕНКА РЕГИОНАЛЬНОЙ СОКРАТИМОСТИ

Сегменты	Коронарная артерия
СРЕДИННЫЕ	
Передне-перегородочный	LAD
задний	OA
перегородочный	LAD
нижний	RCA
боковой	OA
передний	LAD

LAD – left artery discendence – левая передняя нисходящая артерия

RCA – right coronary artery – правая коронарная (задняя нисходящая) артерия

OA – огибающая артерия

ОЦЕНКА РЕГИОНАЛЬНОЙ СОКРАТИМОСТИ

Сегменты	Коронарная артерия
ВЕРХУШЕЧНЫЕ	
перегородочный	LAD
нижний	LAD, RCA
боковой	LAD, OA
передний	LAD

LAD – left artery discendence – левая передняя нисходящая артерия

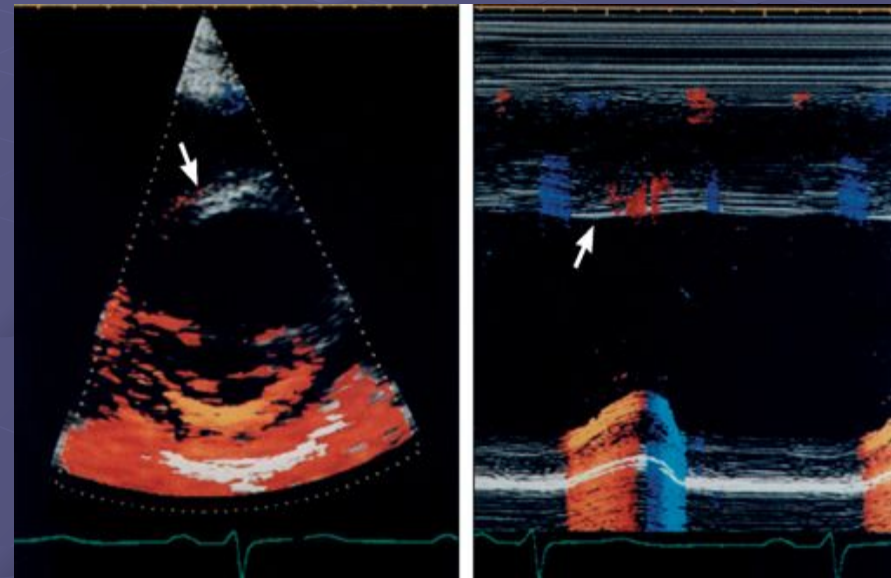
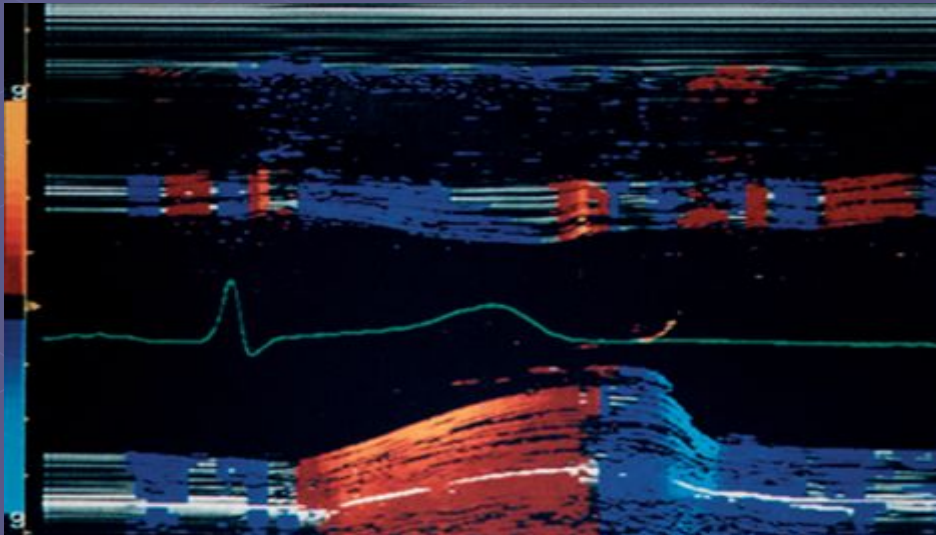
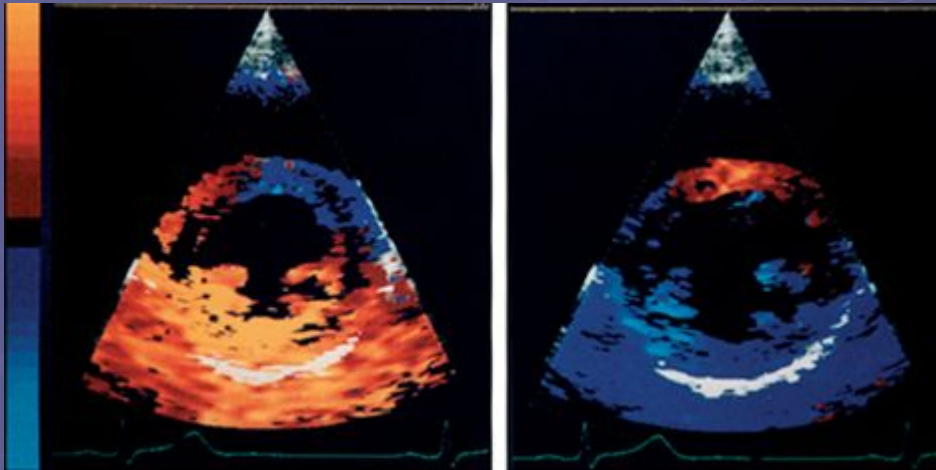
RCA – right coronary artery – правая коронарная (задняя нисходящая) артерия

OA – огибающая артерия

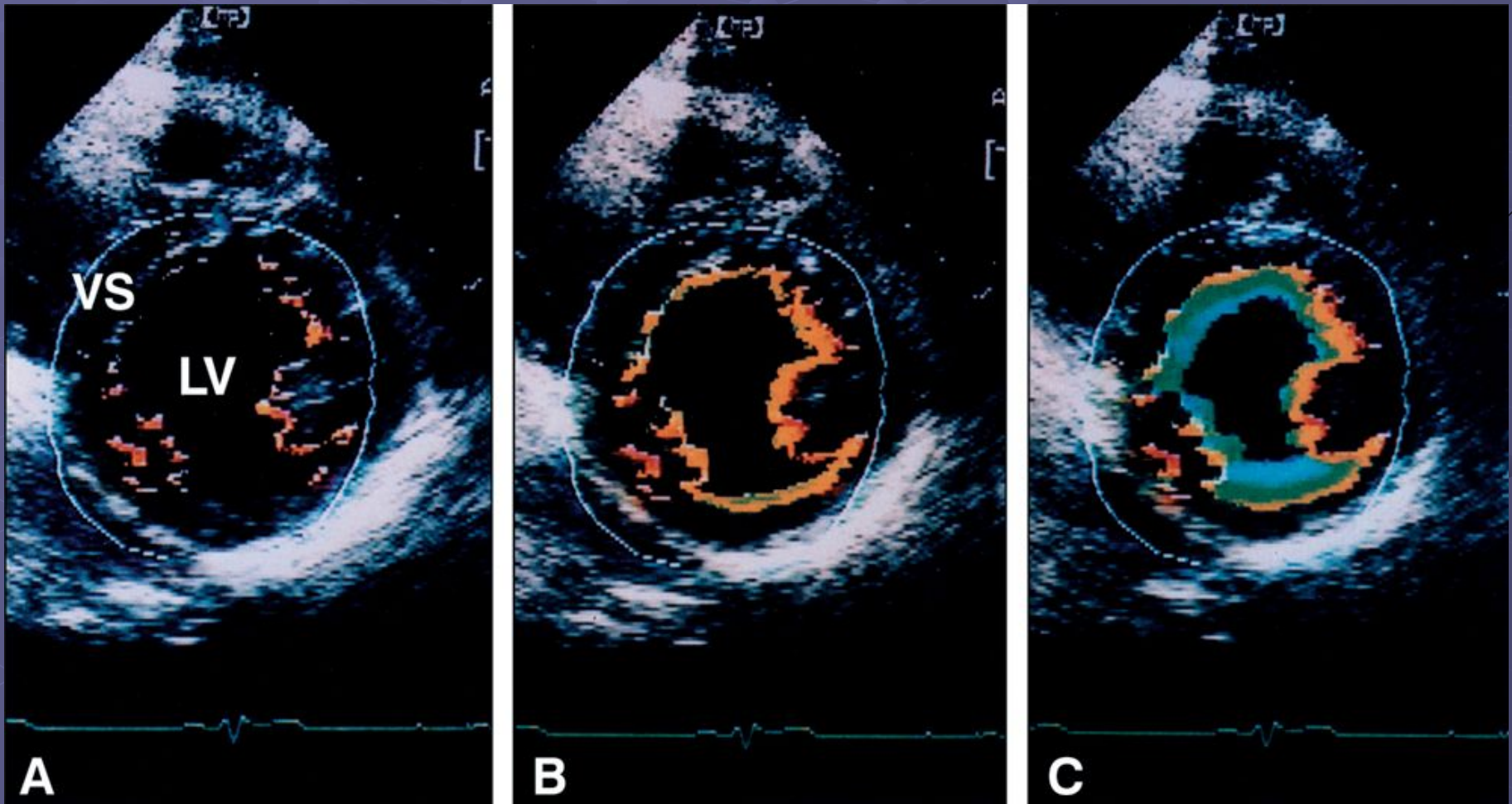
СИСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ ТКАНЕВОЙ ДОППЛЕР (TISSUE DOPPLER IMAGING - TDI)

НОРМА

ПЕРЕДНИЙ ИНФАРКТ МИОКАРДА



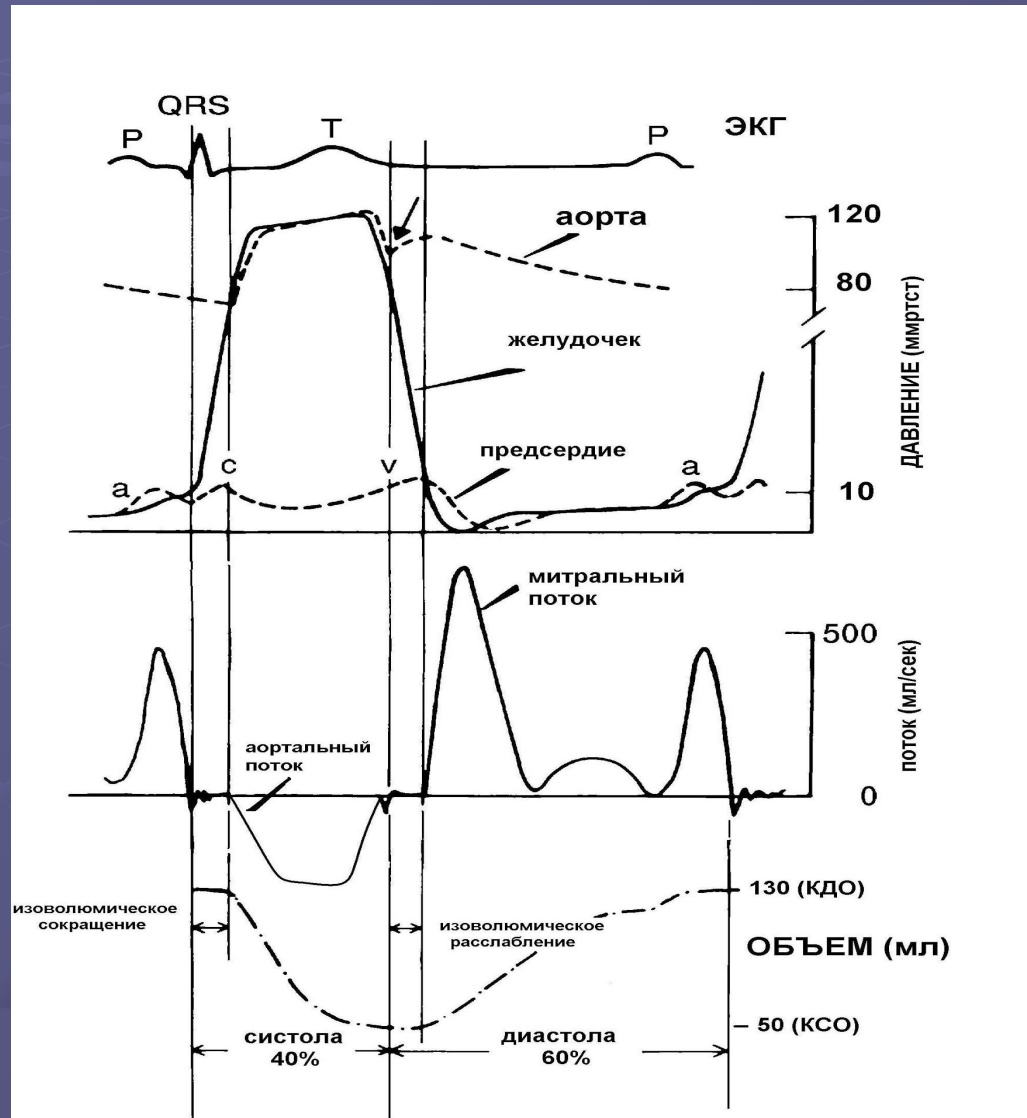
СИСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ ТКАНЕВОЙ ДОППЛЕР (COLOR KINESIS)



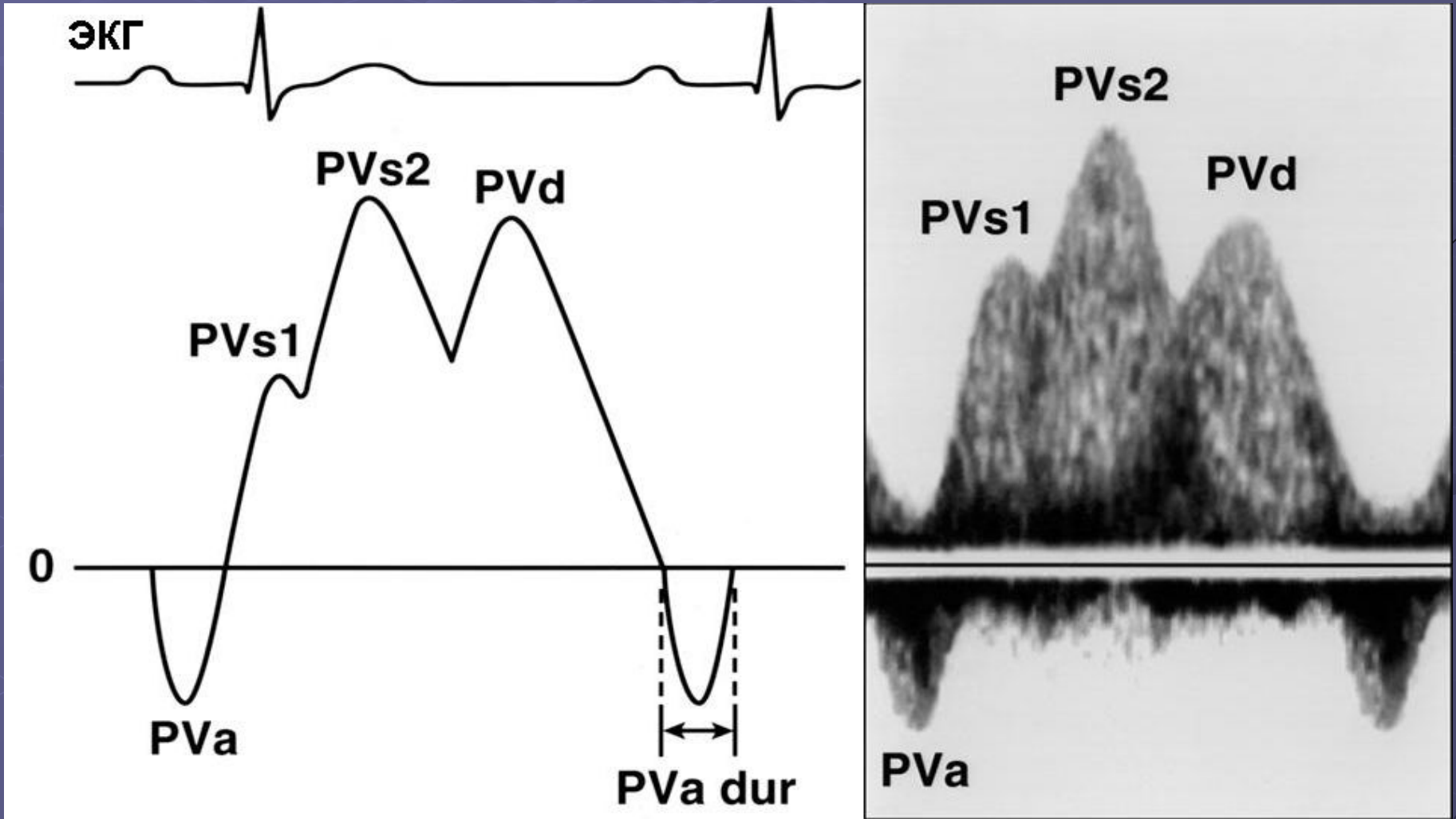
ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ

Основной метод неинвазивной оценки состояния диастолической функции левого желудочка – запись коротковолновых доплеровских трансмитрального и легочного венозного потоков

Процесс наполнения ЛЖ ТРАНСМИТРАЛЬНЫЙ ПОТОК



ВЕНОЗНЫЙ ЛЕГОЧНЫЙ ПОТОК (pulmonary velocity - PV)



ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ ОЦЕНОЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

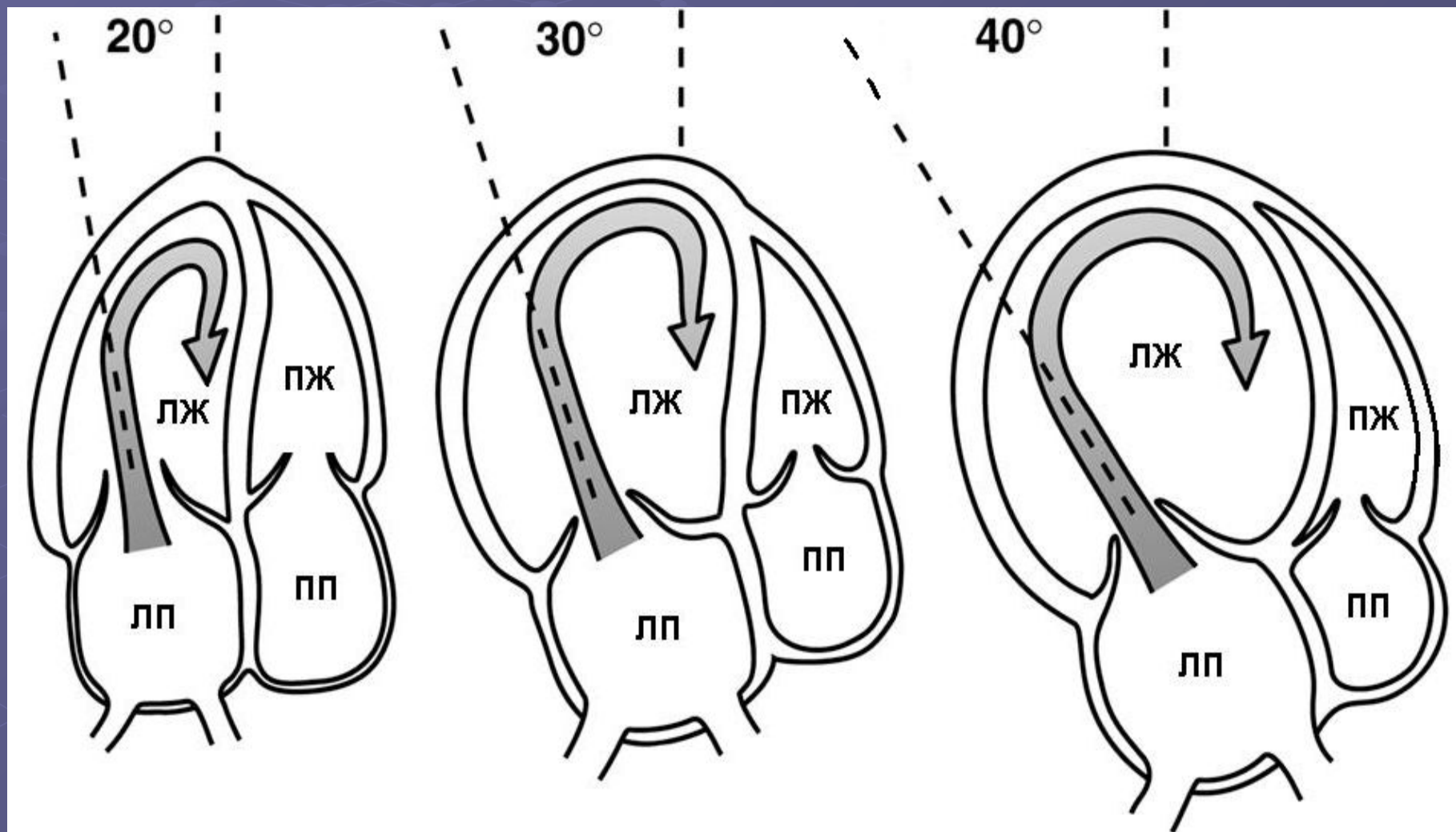
Трансмитральный поток

- IVRT
- Пик E (DT)
- Пик A (A_{dur})

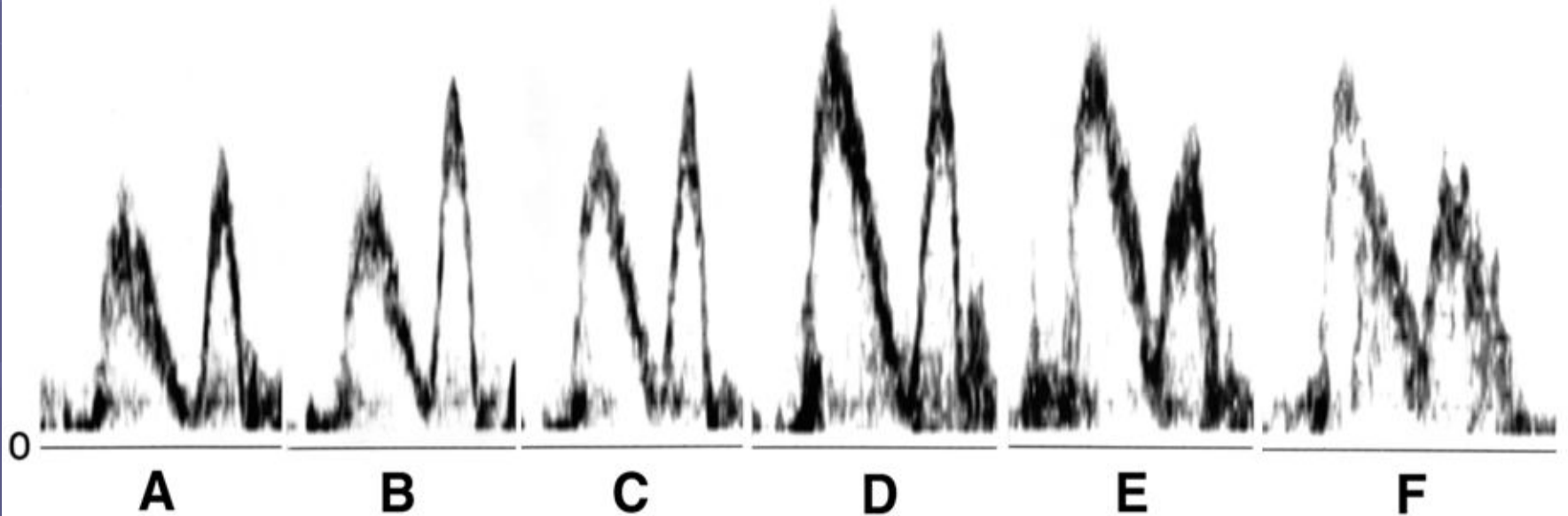
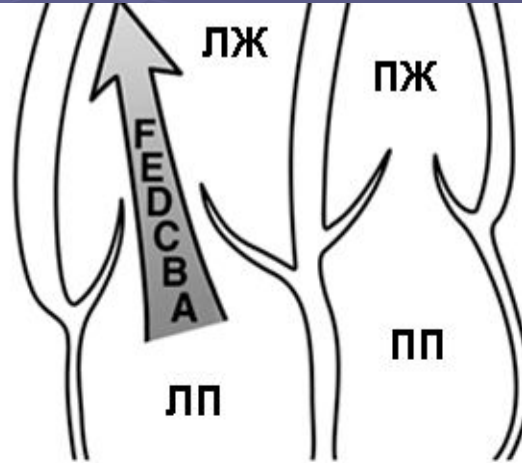
Легочный венозный поток

- PVs1
- PVs2
- PVd
- PVa (PVa_{dur})

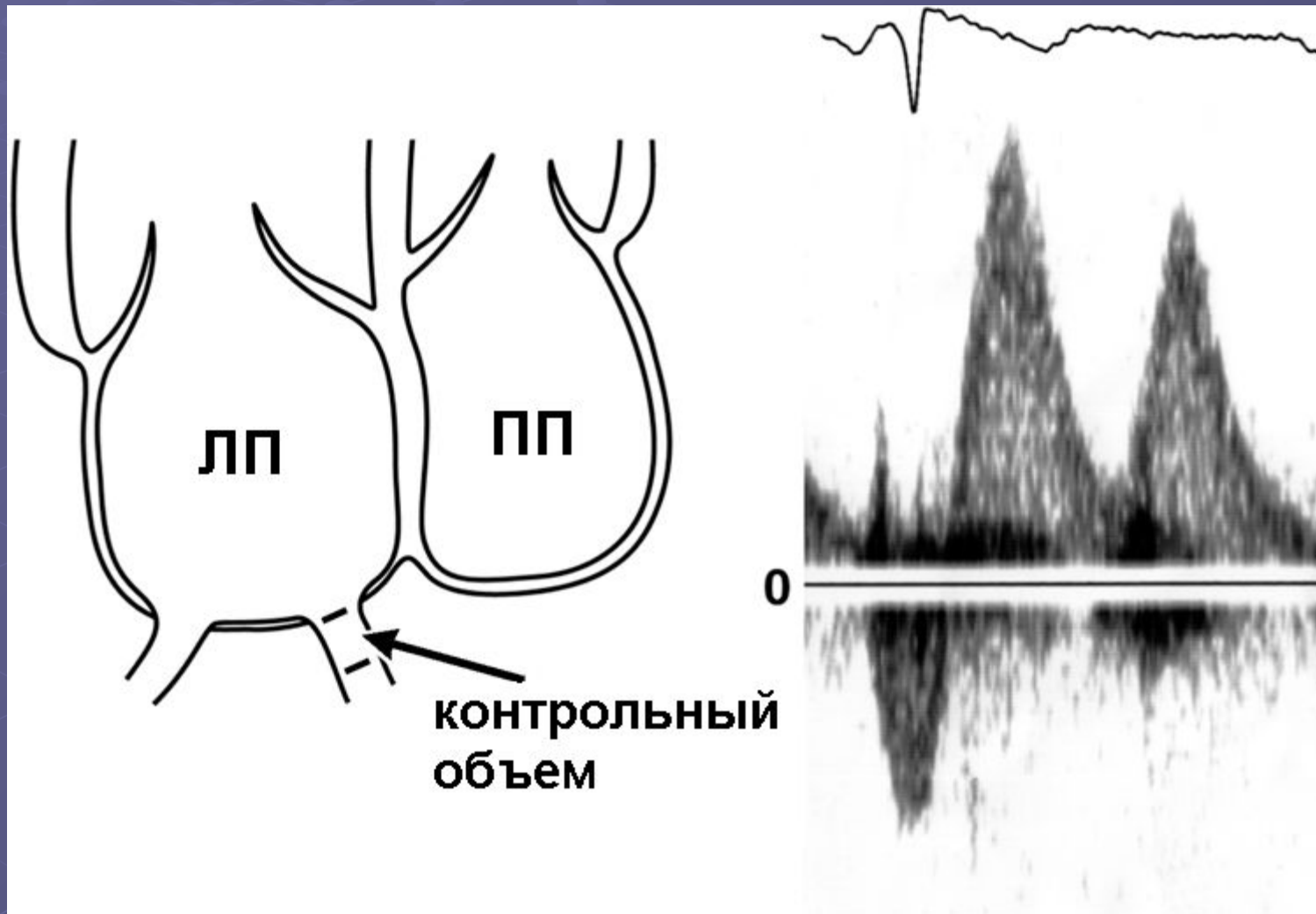
ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ ТРАНСМИТРАЛЬНЫЙ ПОТОК



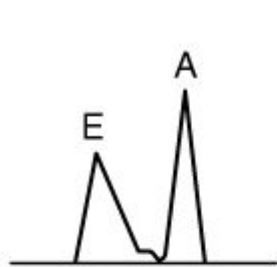
ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ ТРАНСМИТРАЛЬНЫЙ ПОТОК



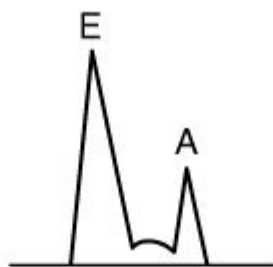
ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ ЛЕГОЧНЫЙ ВЕНОЗНЫЙ ПОТОК



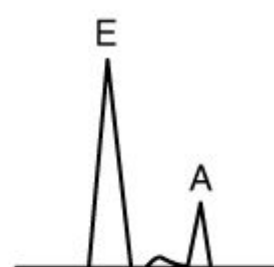
ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ



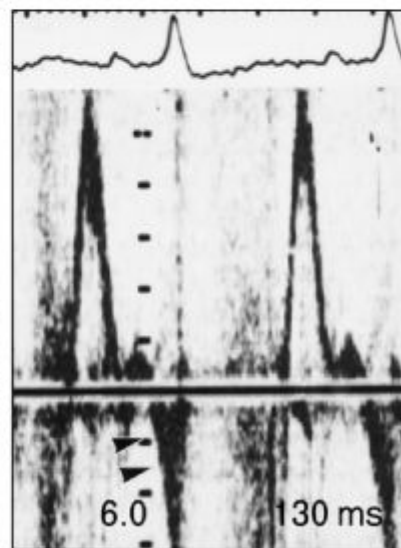
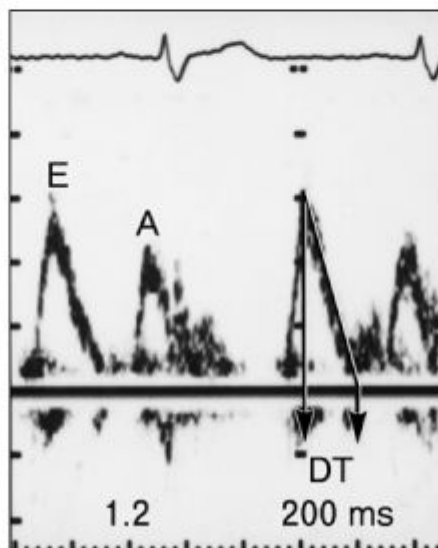
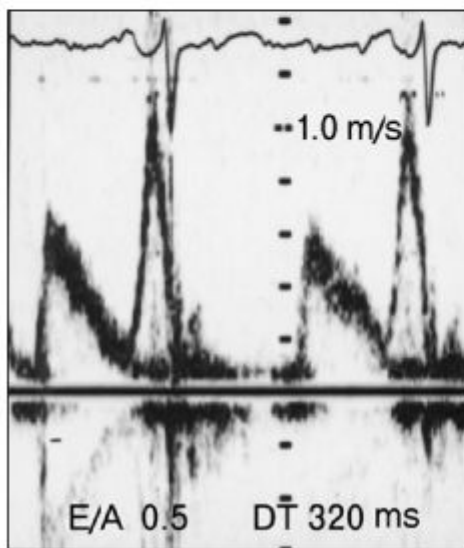
нарушение
расслабления



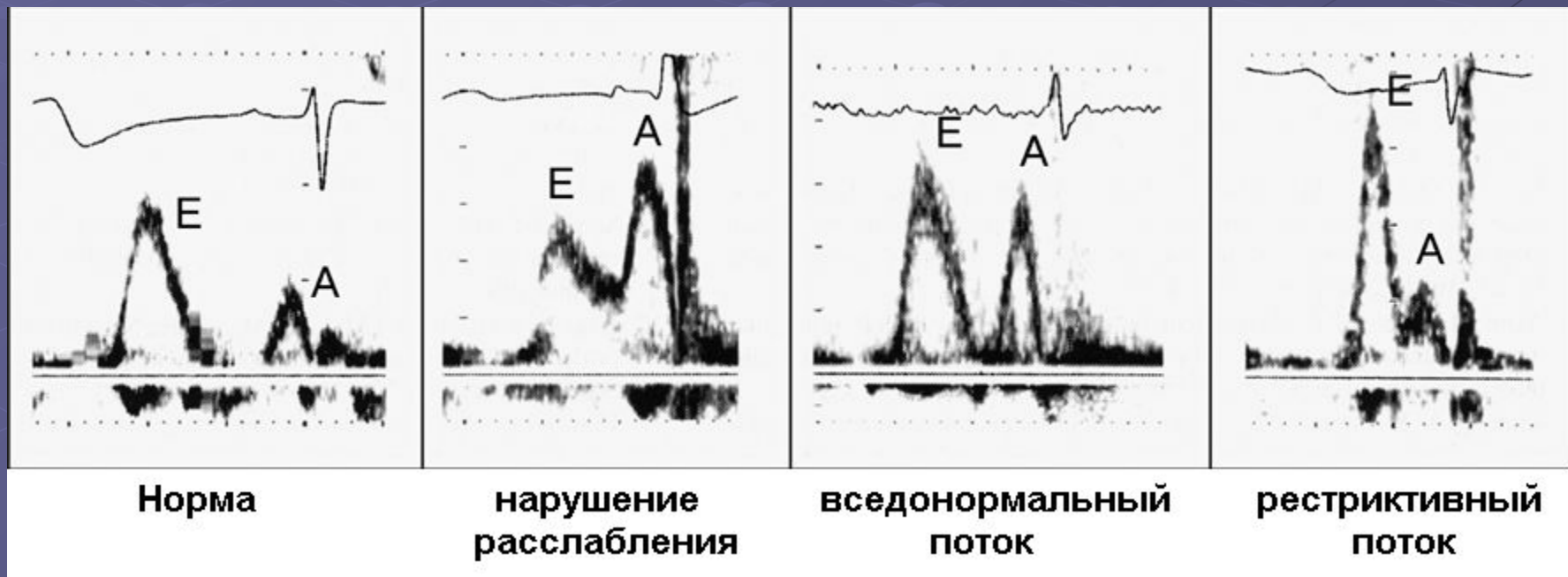
норма



рестрикция



ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ



ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ДИСФУНКЦИЯ СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ

- *1-я степень - гипертрофический тип ТМП*
- *2-я степень - псевдонормальный тип ТМП*
- *3-я степень - обратимый рестриктивный тип ТМП*
- *4-я степень - необратимый рестриктивный тип ТМП*

ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ

снижение эластичности (податливости)

Нарушение
расслабления

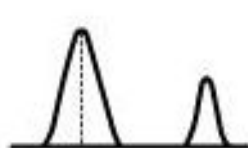
среднее

выраженное

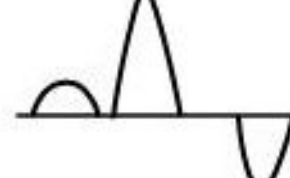
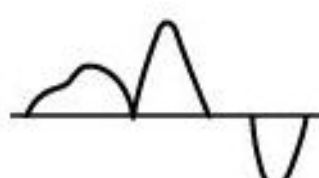
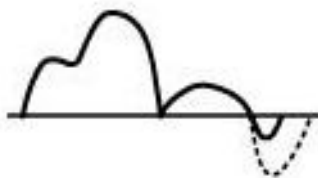
Давление в
ЛЖ



ТМП



легочная
вена



1 степень

2 степень

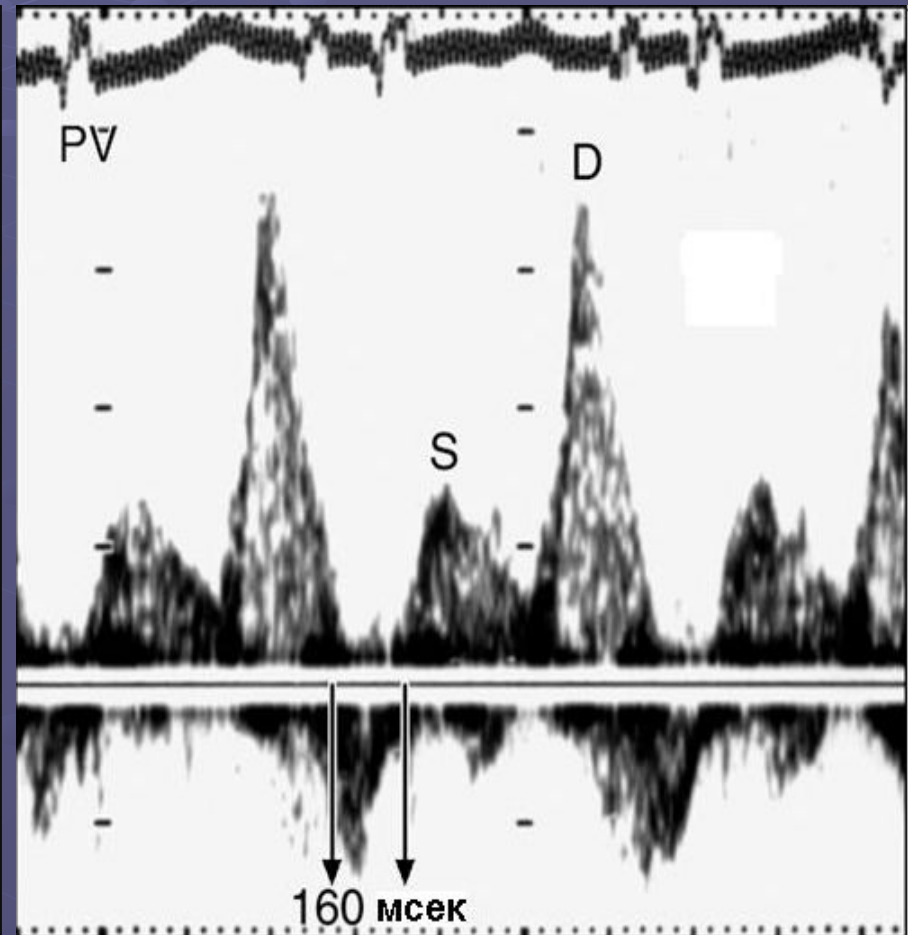
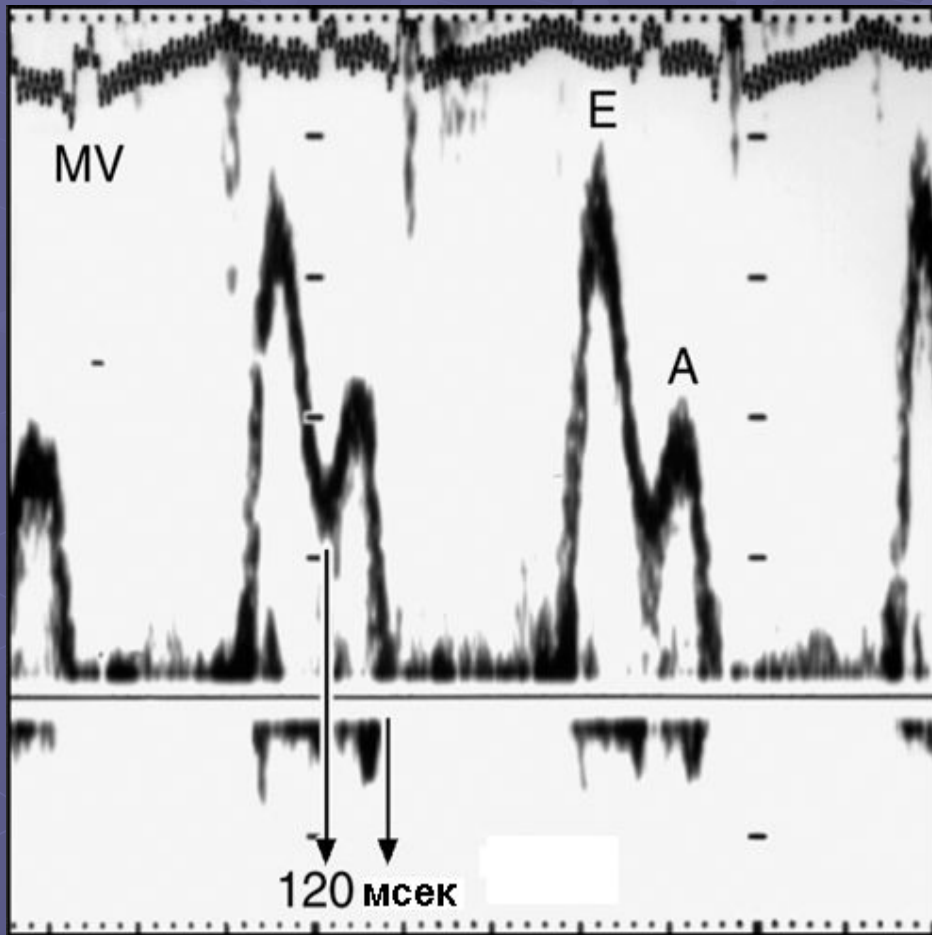
3 степень

4 степень

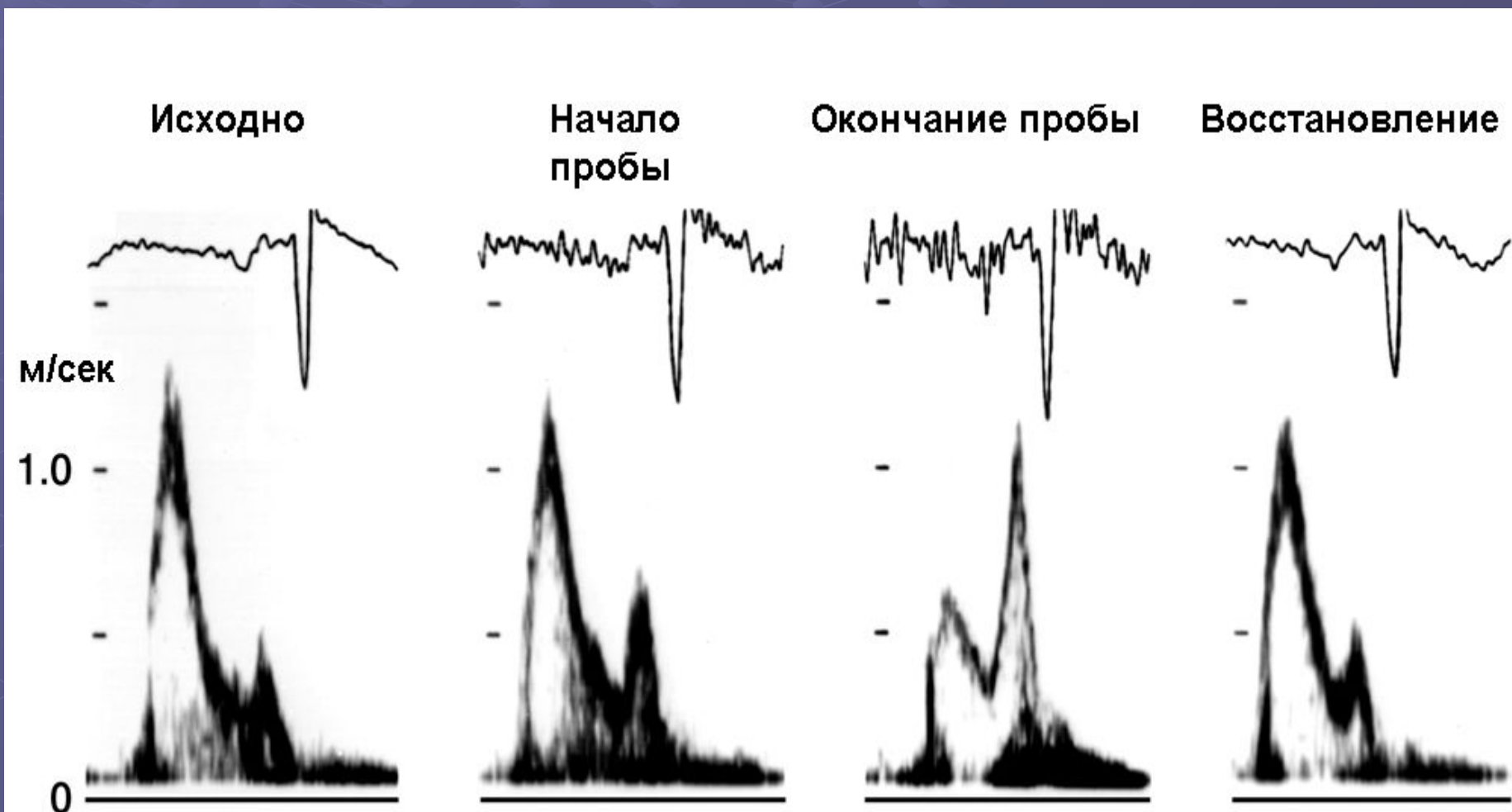
псевдонорма

PV: доминирование PVd (похож на гипертрофический ТМП)

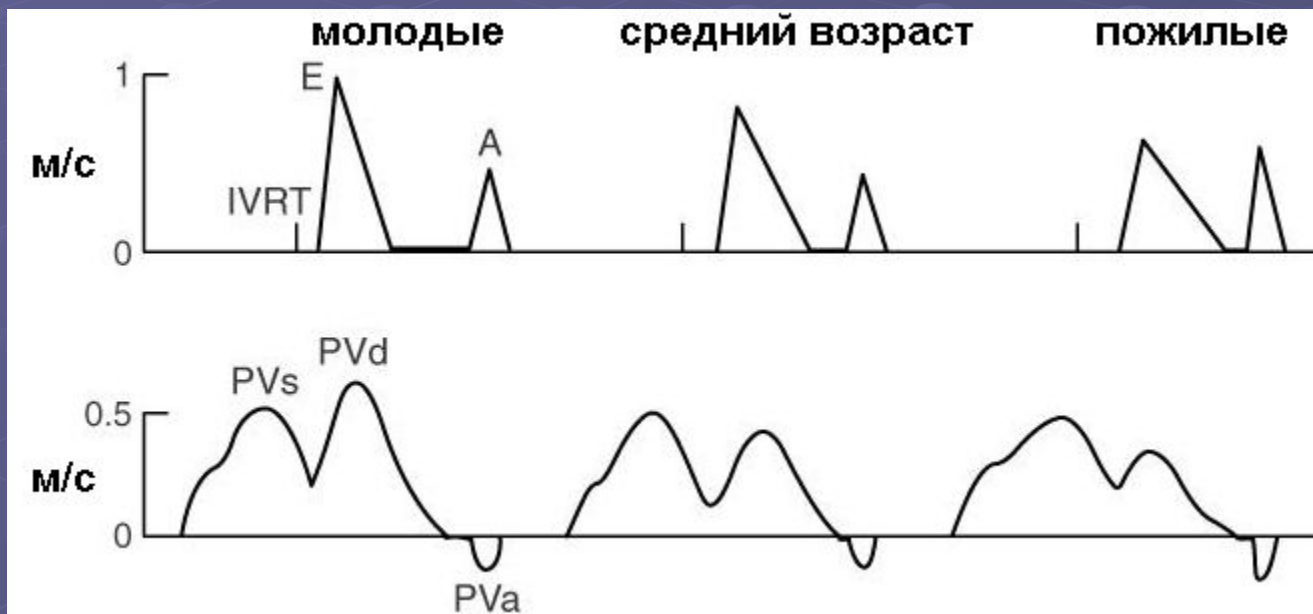
Длительность волны А в легочном больше, чем в ТМП



Проба Вальсальва



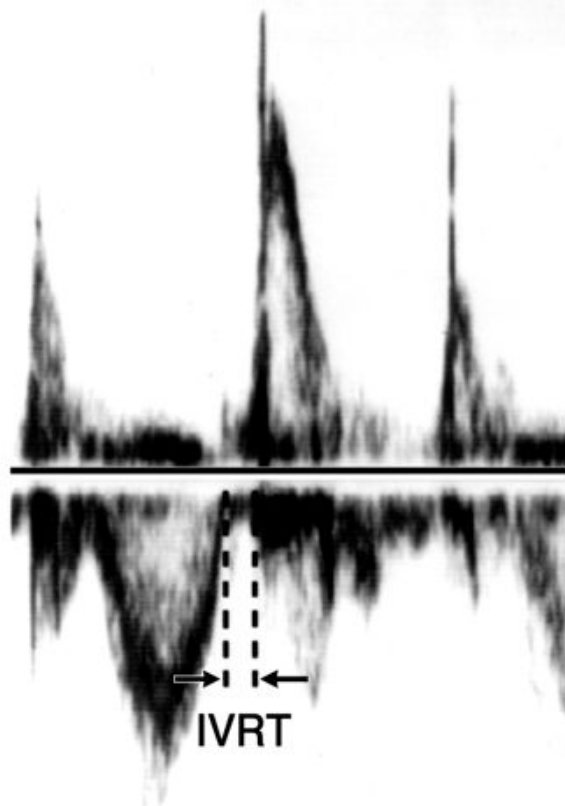
ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ ВОЗРАСТ



НОРМА ДИАСТОЛИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУППАХ

Параметры	Возрастные группы (годы)			
	2 - 20	21 - 40	41 - 60	> 60
IVRT, мсек	50±9	67 ±8	74 ±7	87 ±7
E, см/сек	88 ±14	75 ±13	71±13	71 ±11
A, см/сек	49 ±12	51 ±11	57 ±13	75 ±12
E/A	1,88 ±0,45	1,53 ±0,40	1,28 ±0,25	0,96 ±0,18
DT, мсек	142 ±19	166 ±14	181 ±19	200 ±29
Adur, мсек	113 ±17	127 ±13	133 ±13	138 ±19
PVs, см/сек	48 ±10	44 ±10	49 ±8	52 ±11
PVd, см/сек	60 ±10	47 ±11	41 ±8	39 ±11
PVa, см/сек	16 ±10	21±8	23 ±3	25 ±9
PVa dur, мсек	66 ±39	96 ±33	112 ±15	113 ±30
PVs/PVd	0,82 ±0,18	0,98 ±0,32	1,21 ±0,20	1,39 ±0,47

ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ

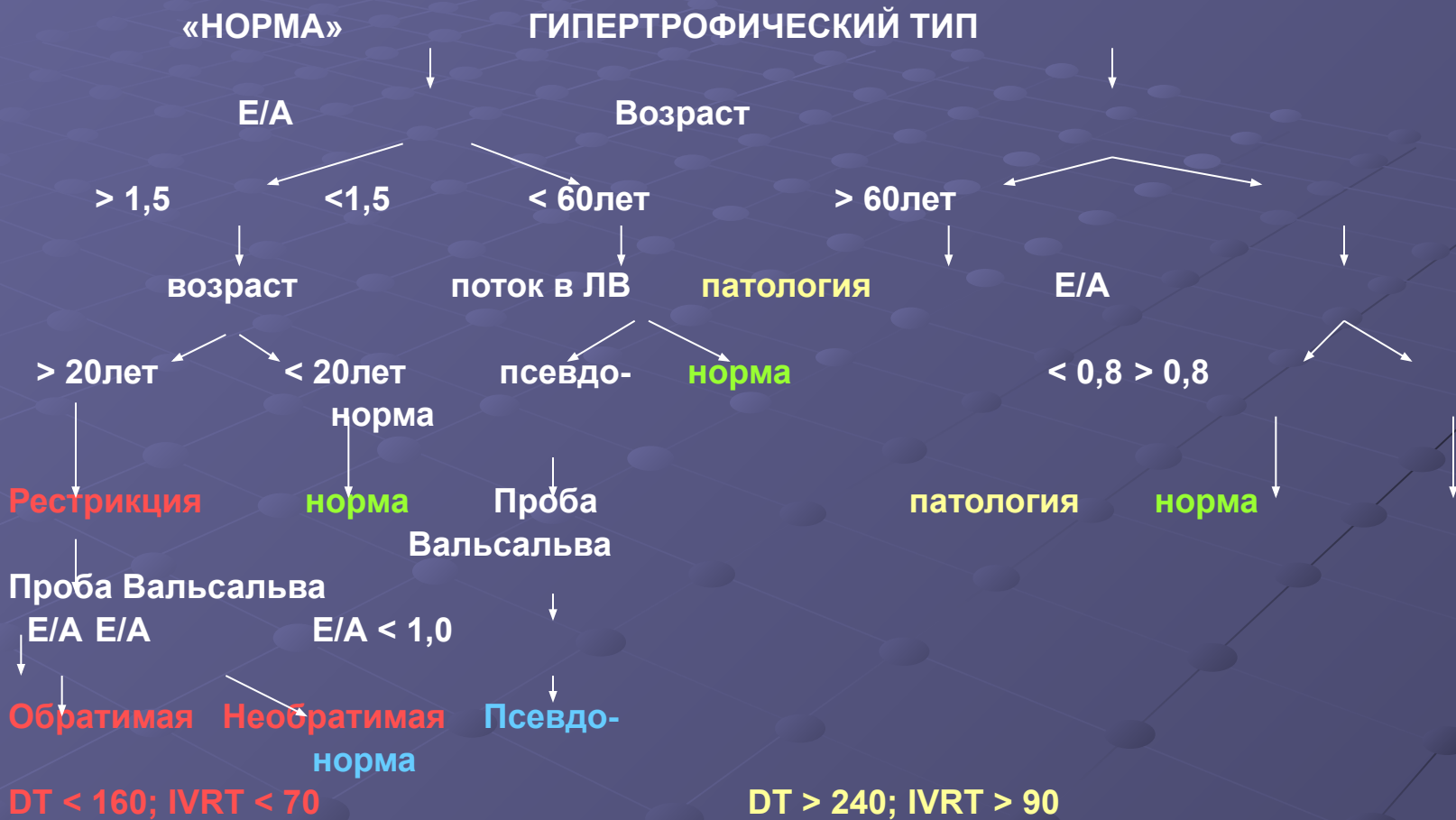


IVRT - isovolumic relaxation time
Время изовольмического расслабления

Классификация типов диастолического наполнения ЛЖ

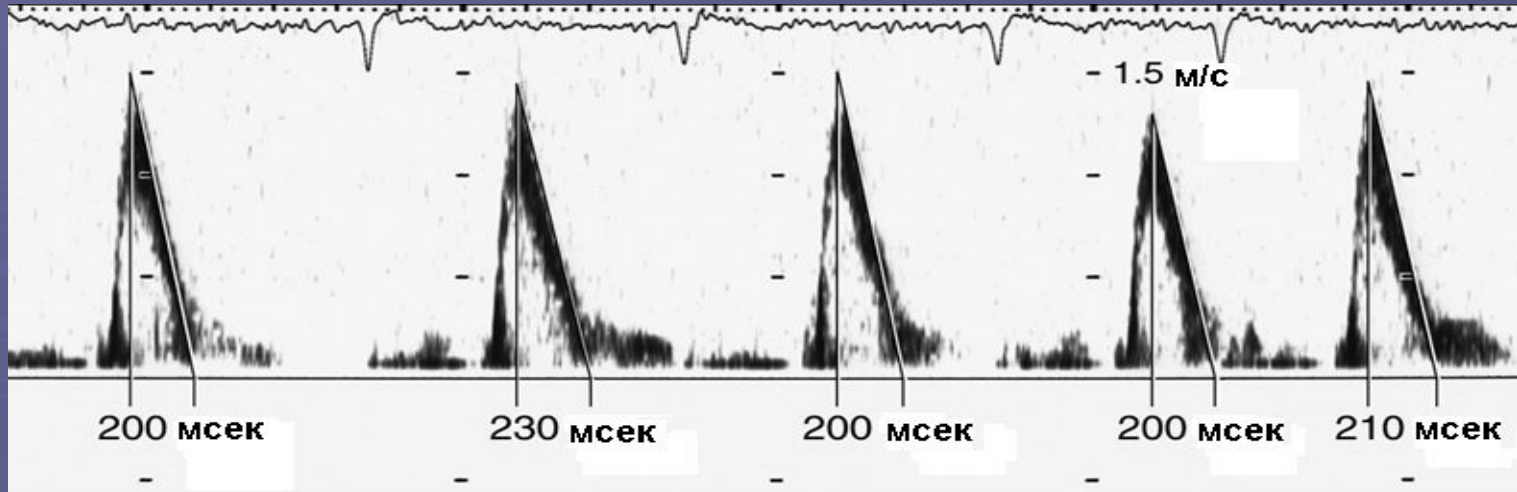
	НОРМА	Нарушение расслабления	Псевдо-норма	Рестрикция
DT	160-240	> 240	160-200	< 160
IVRT	70-90	> 90	< 90	< 70
E/A Проба Вальсальва	1-2	< 1	1-1,5 < 1	> 1,5 ↓ E/A
Adur/PVdur	≥	≥	<	<
PVs/PVd	≥	>>	<	<<
Изменение структур сердца	нет	нет/есть	есть	есть
PVa			> 35	≥ 35

ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ АЛГОРИТМ ДЕЙСТВИЙ

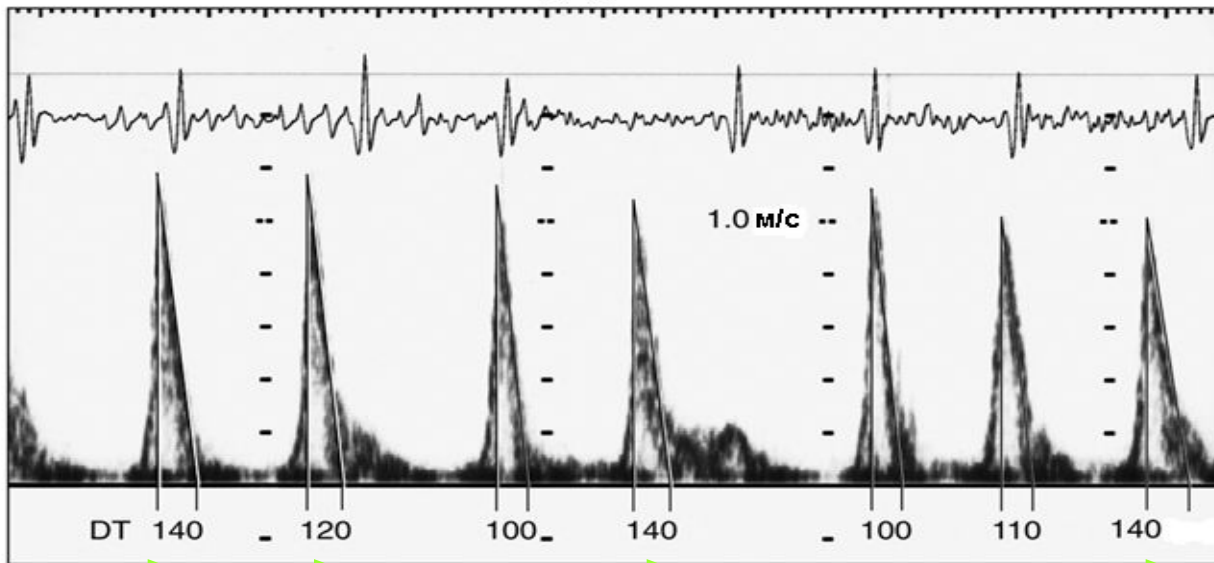


ОЦЕНКА ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ МИОКАРДА при мерцательной аритмии

N



(A)



(B)

ЛЕГОЧНАЯ ГИПЕРТЕНЗИЯ

- *Систолическое давление в ЛА > 35ммртст*
- *Диастолическое давление в ЛА > 15ммртст*
- *Среднесистолическое давление в ЛА > 25ммртст*

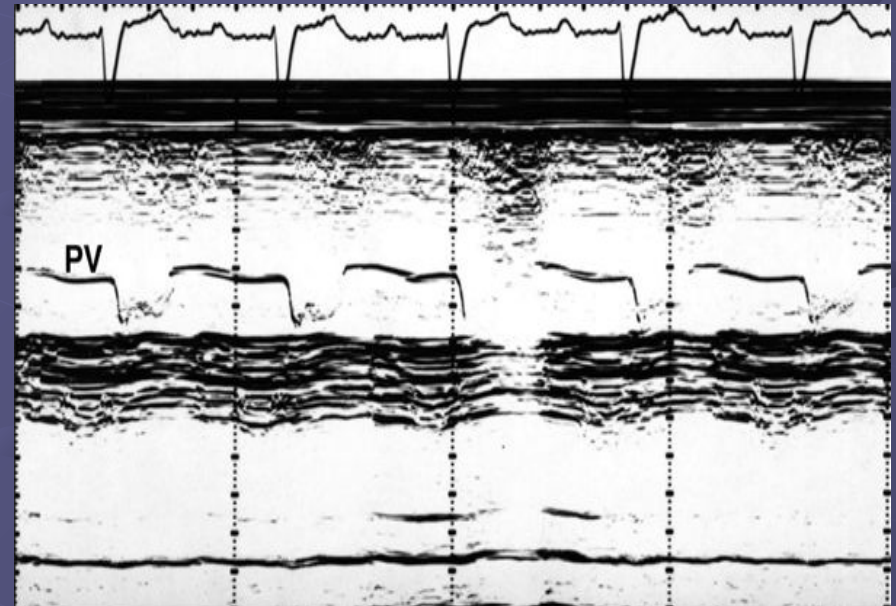
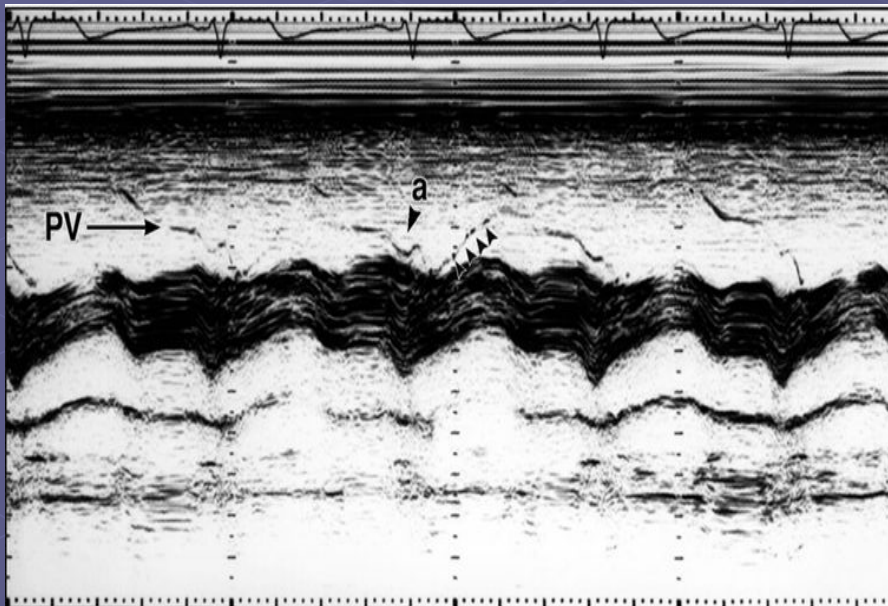
ЛЕГОЧНАЯ ГИПЕРТЕНЗИЯ

M-режим

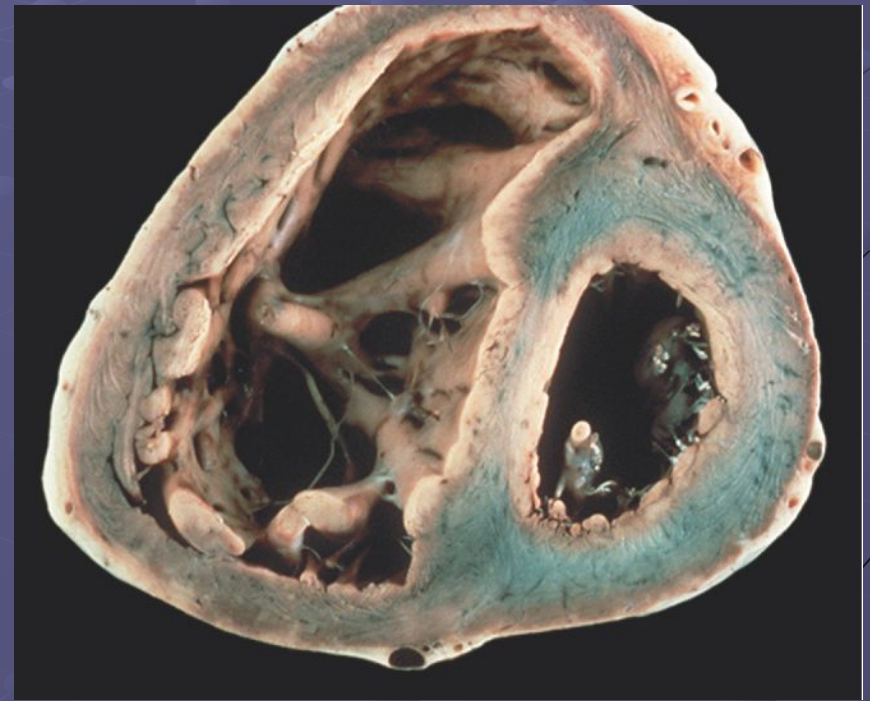
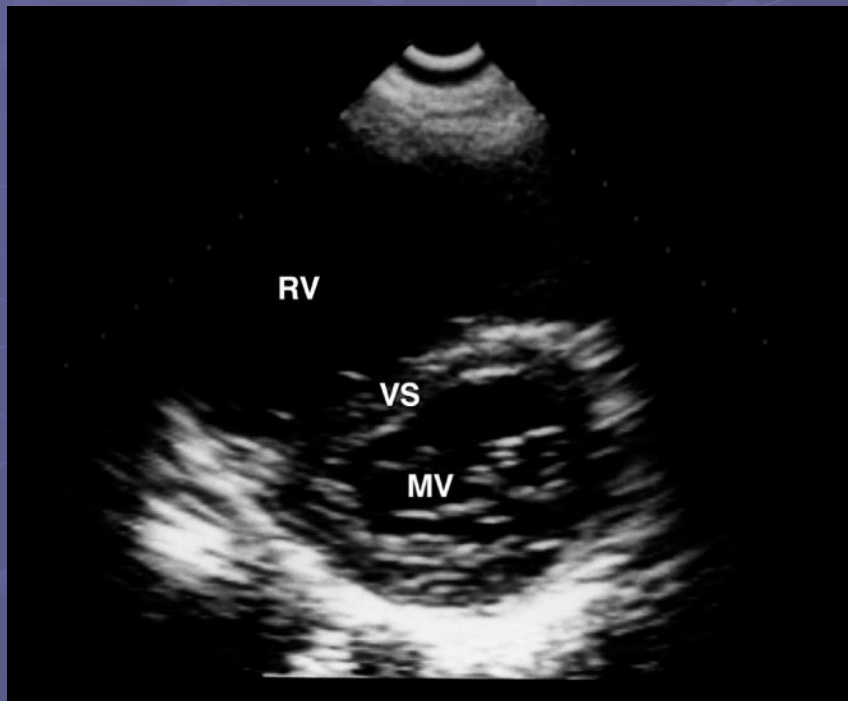
НОРМА

ПАТОЛОГИЯ

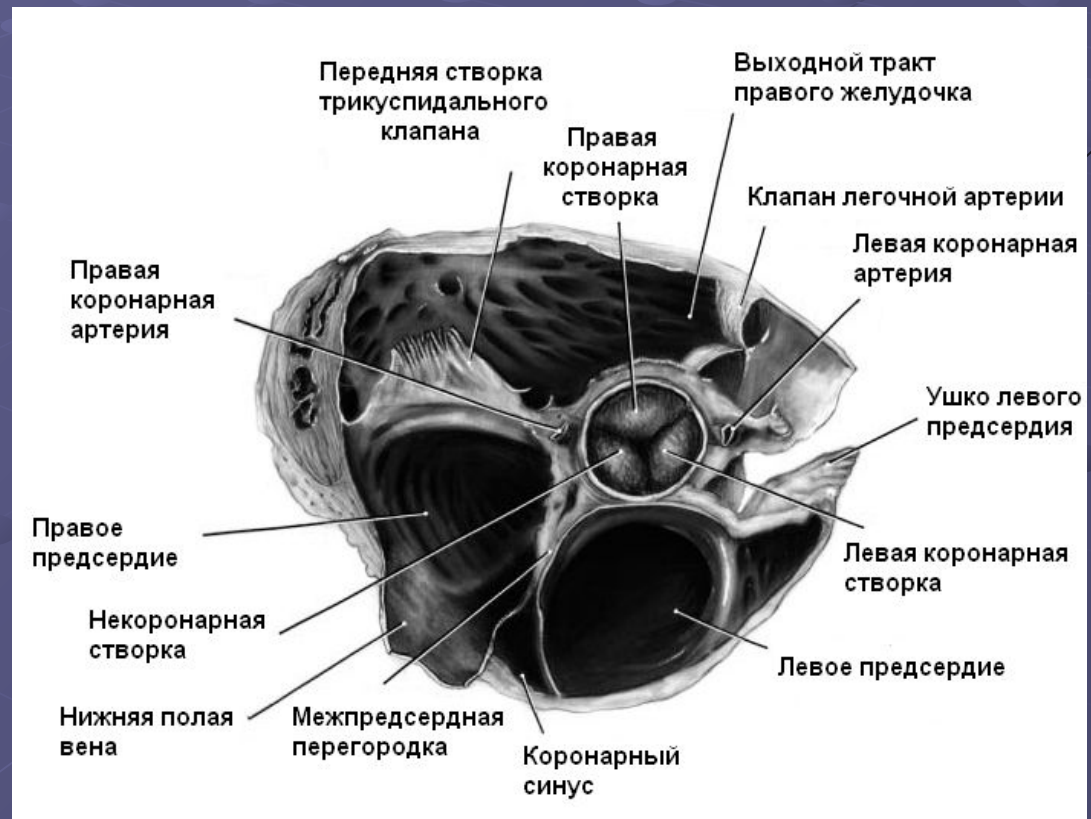
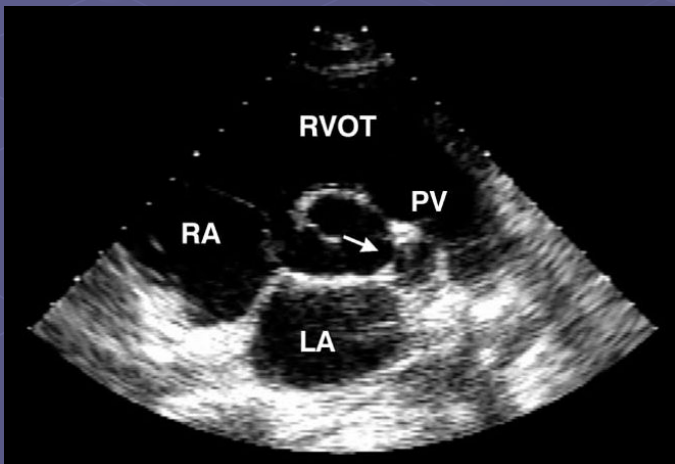
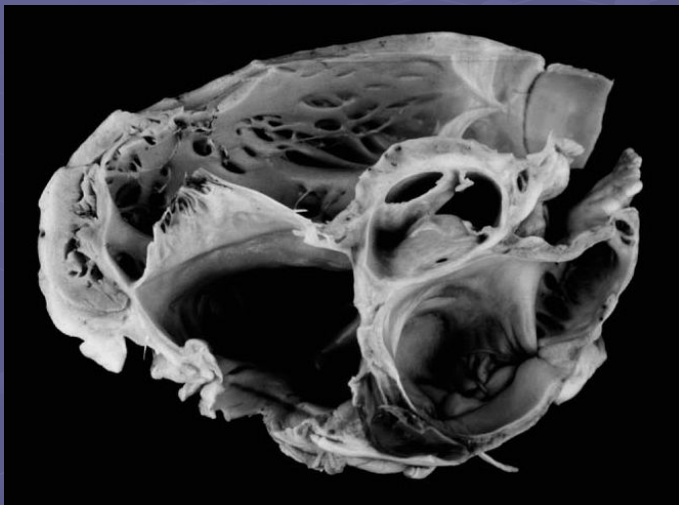
- ✓ отсутствие предсердной волны a
- ✓ W-образное среднесистолическое движение створок клапана ЛА



ЛЕГОЧНАЯ ГИПЕРТЕНЗИЯ



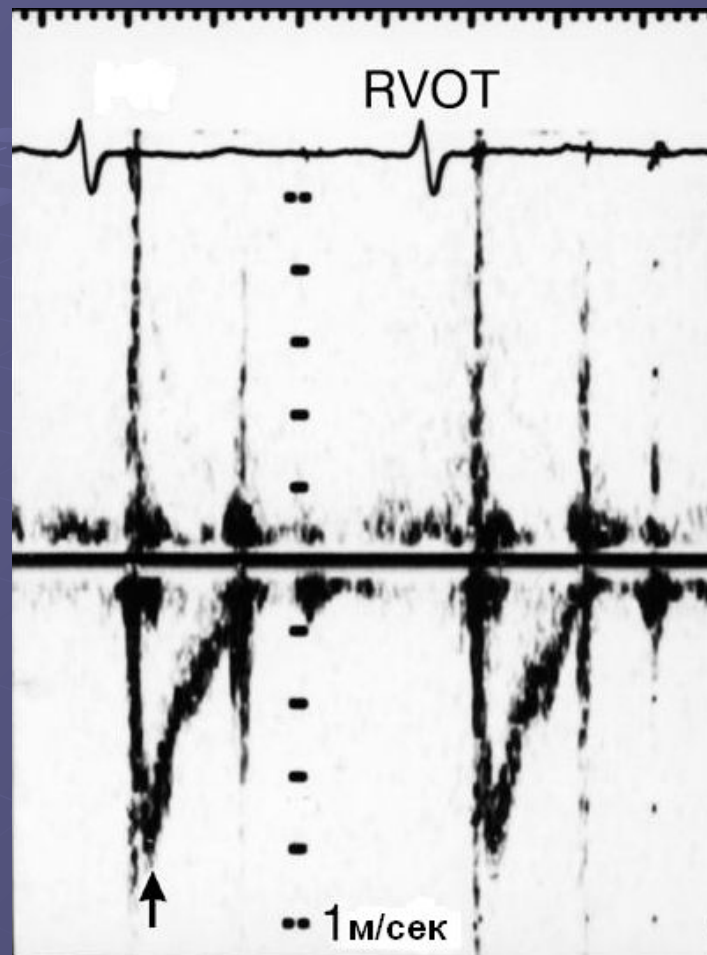
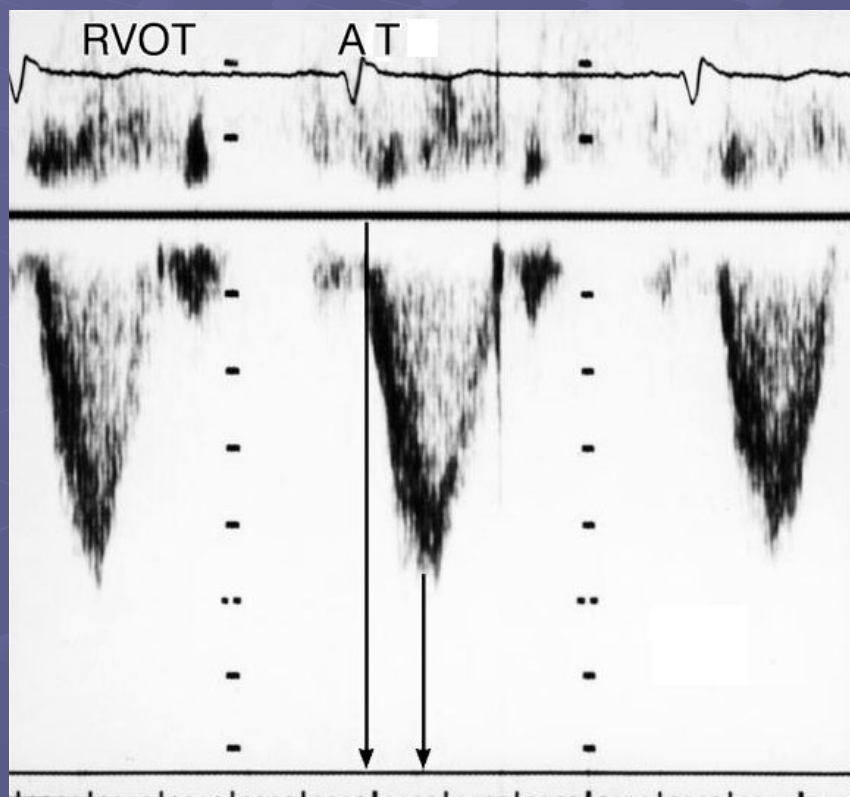
ЛЕГОЧНАЯ ГИПЕРТЕНЗИЯ



ЛЕГОЧНАЯ ГИПЕРТЕНЗИЯ

АТ в норме > 120 мсек

Среднее Рла = 79 – (0,45 × АТ)



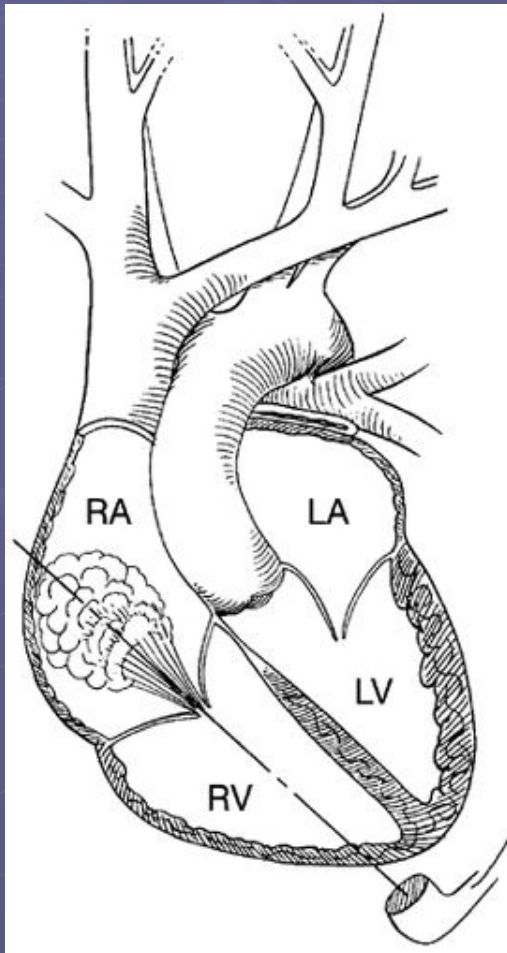
Запомнить: АТ зависит от ЧСС (<60 и >100/мин) и объема крови в правых отделах сердца (дефект МПП)

ЛЕГОЧНАЯ ГИПЕРТЕНЗИЯ

ТРИКУСПИДАЛЬНАЯ РЕГУРГИТАЦИЯ (TR)

TR определяется у 75% здоровых людей

В норме скорость TR = 2 - 2,5 м/сек



Увеличение скорости TR



- ✓ Легочная гипертензия
- ✓ Обструкция выходного тракта ПЖ
- ✓ Стеноз легочной артерии

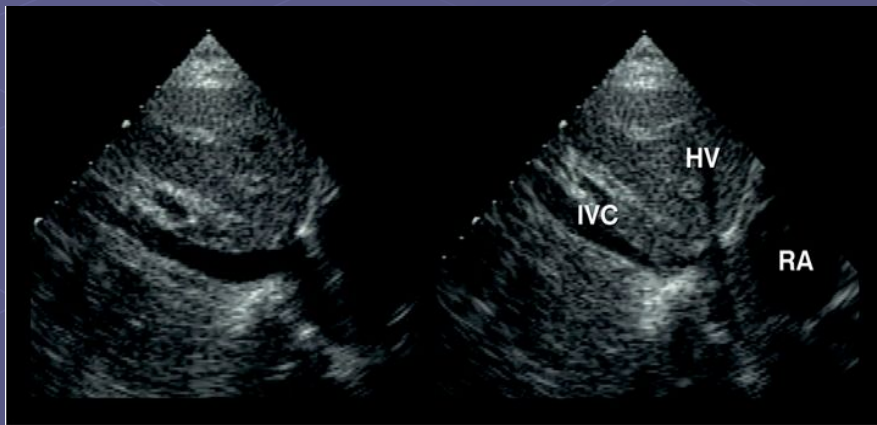
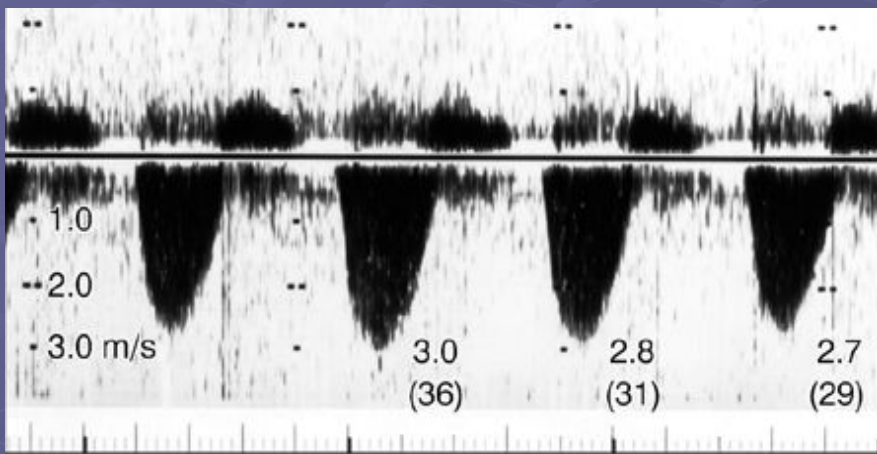
Легочная гипертензия + ↓ скорости TR



- ✓ ↓ сократимости ПЖ (инфаркт ПЖ, ПЖ- недостаточность)
- ✓ тяжелая TR

ЛЕГОЧНАЯ ГИПЕРТЕНЗИЯ

ТРИКУСПИДАЛЬНАЯ РЕГУРГИТАЦИЯ (TR)



$$\text{Сист } P_{\text{ла}} = \text{Сист } P_{\text{пж}}$$

$$\text{Сист } P_{\text{пж}} = P_{\text{пп}} + \text{Градиент } P_{\text{тк}}$$

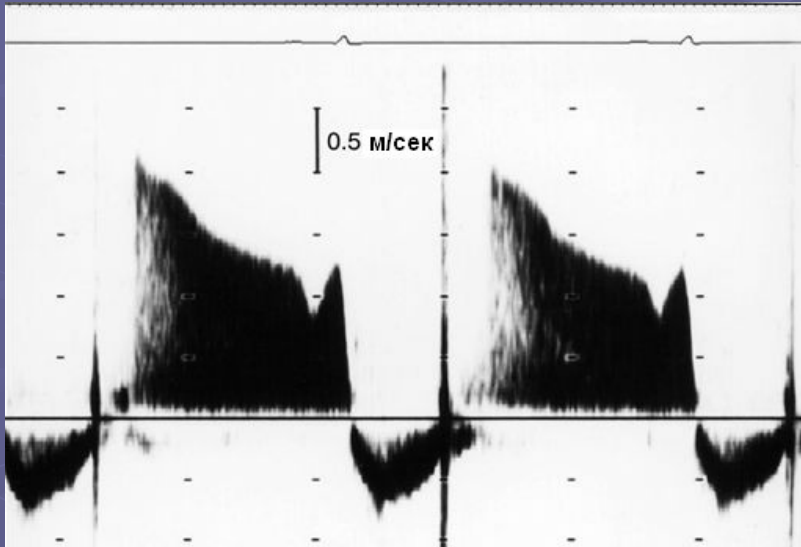
НПВ > 50%
 $P_{\text{пп}} < 10 \text{ мм ртст}$

НПВ < 50%
 $P_{\text{пп}} > 10 \text{ мм ртст}$

4 x скорость TR

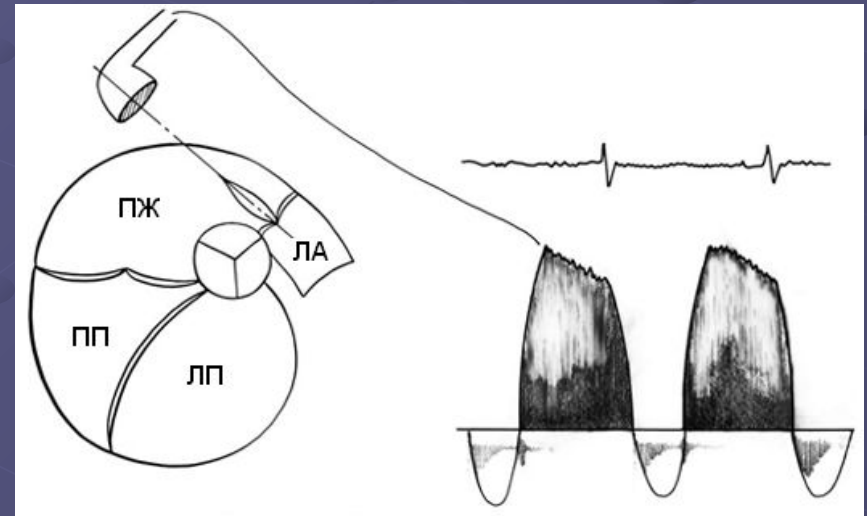
ЛЕГОЧНАЯ ГИПЕРТЕНЗИЯ

РЕГУРГИТАЦИЯ НА КЛАПАНЕ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ (PR)



$$\text{Среднее } P_{\text{ла}} = 4 \times (\text{скорость PR})^2$$

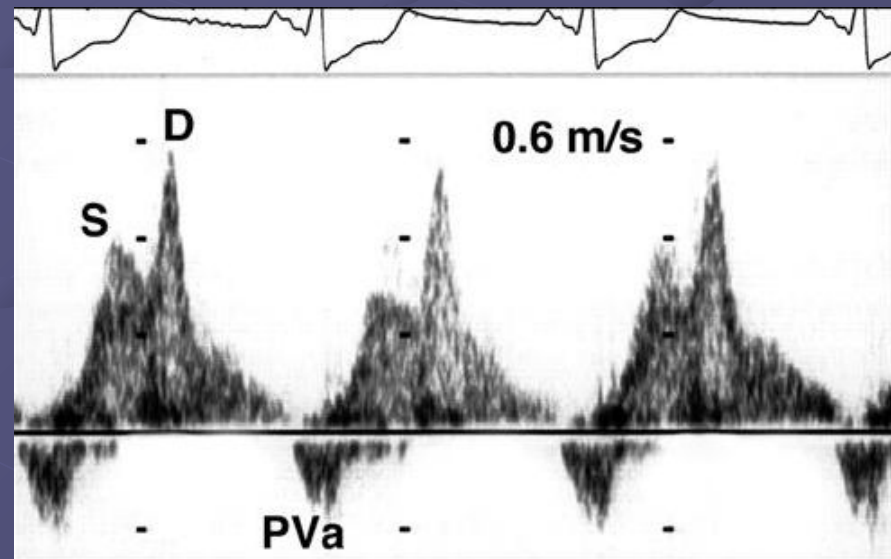
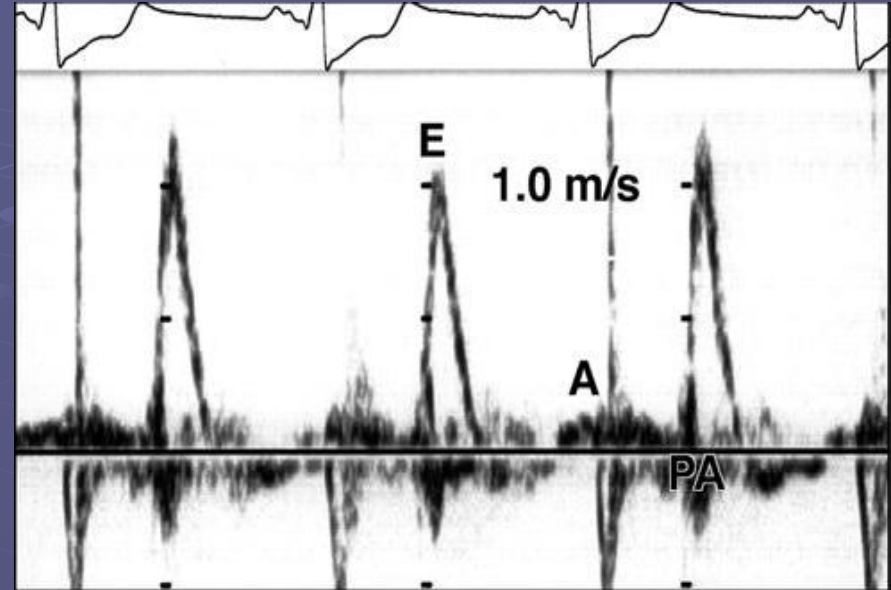
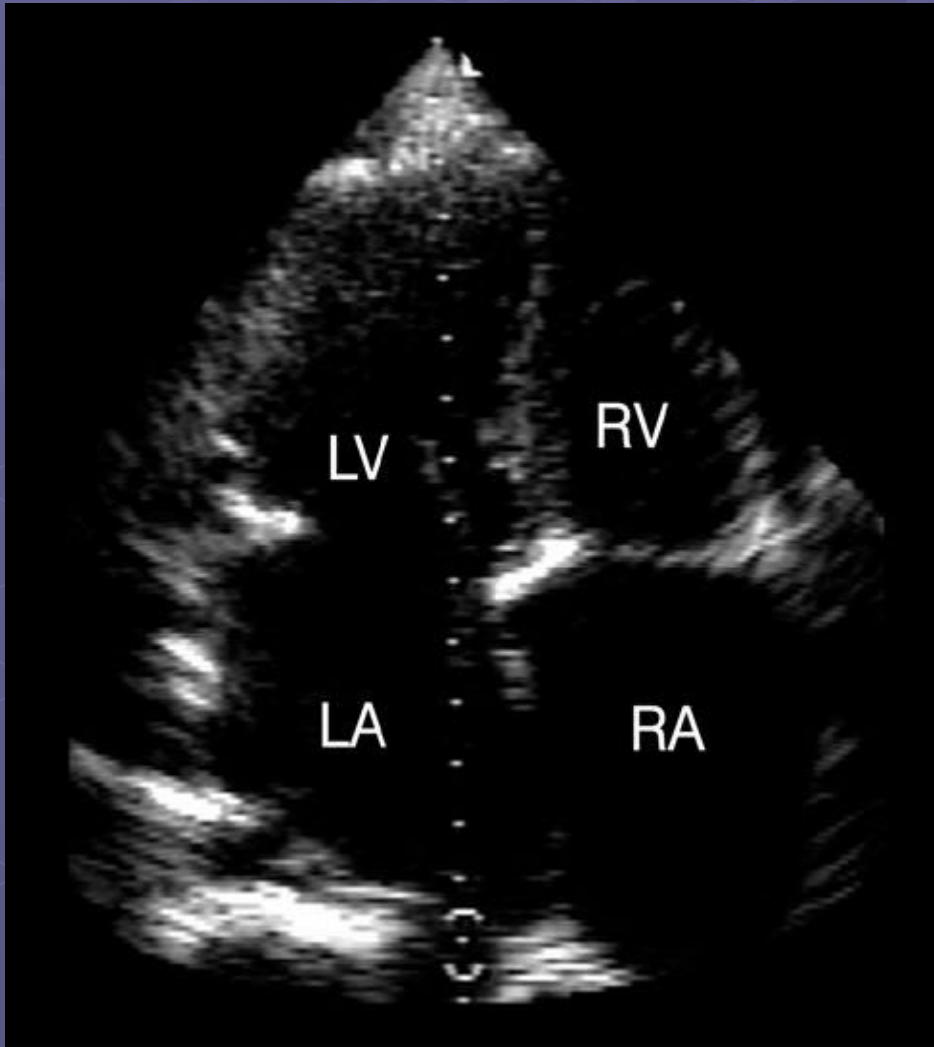
$$\text{Диастолическое } P_{\text{ла}} = 4 \times (\text{скорость PR})^2 + P_{\text{пп}}$$



ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

- *Делайте обобщенные выводы*
- *НЕ ставьте клинические диагнозы*

ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ ЛЖ



ОЦЕНКА ДИАСТОЛИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ МИОКАРДА

