

Современная оценка миокардиальной функции ЛЖ в клинической практике

Доц. С.В. Поташев

**Кафедра кардиологии и функциональной
диагностики НМАПО им. П.Л. Шупика**

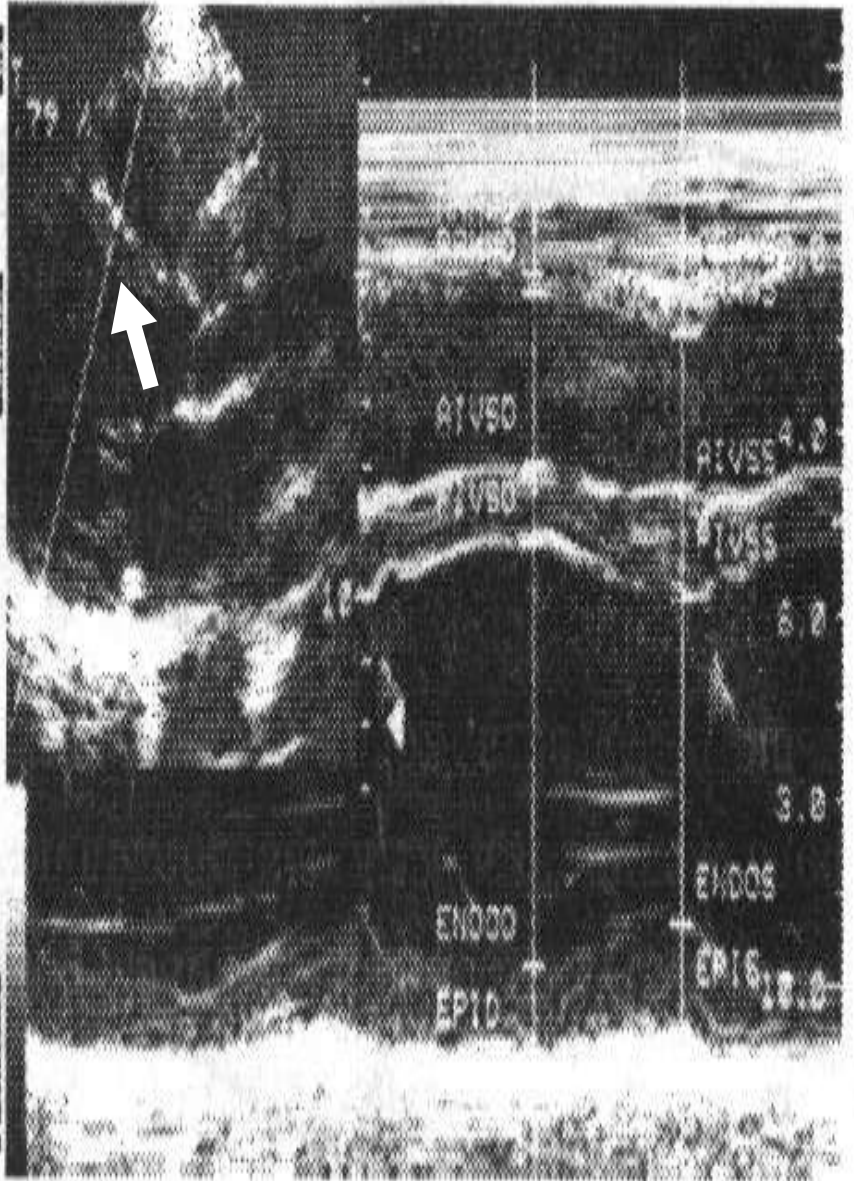
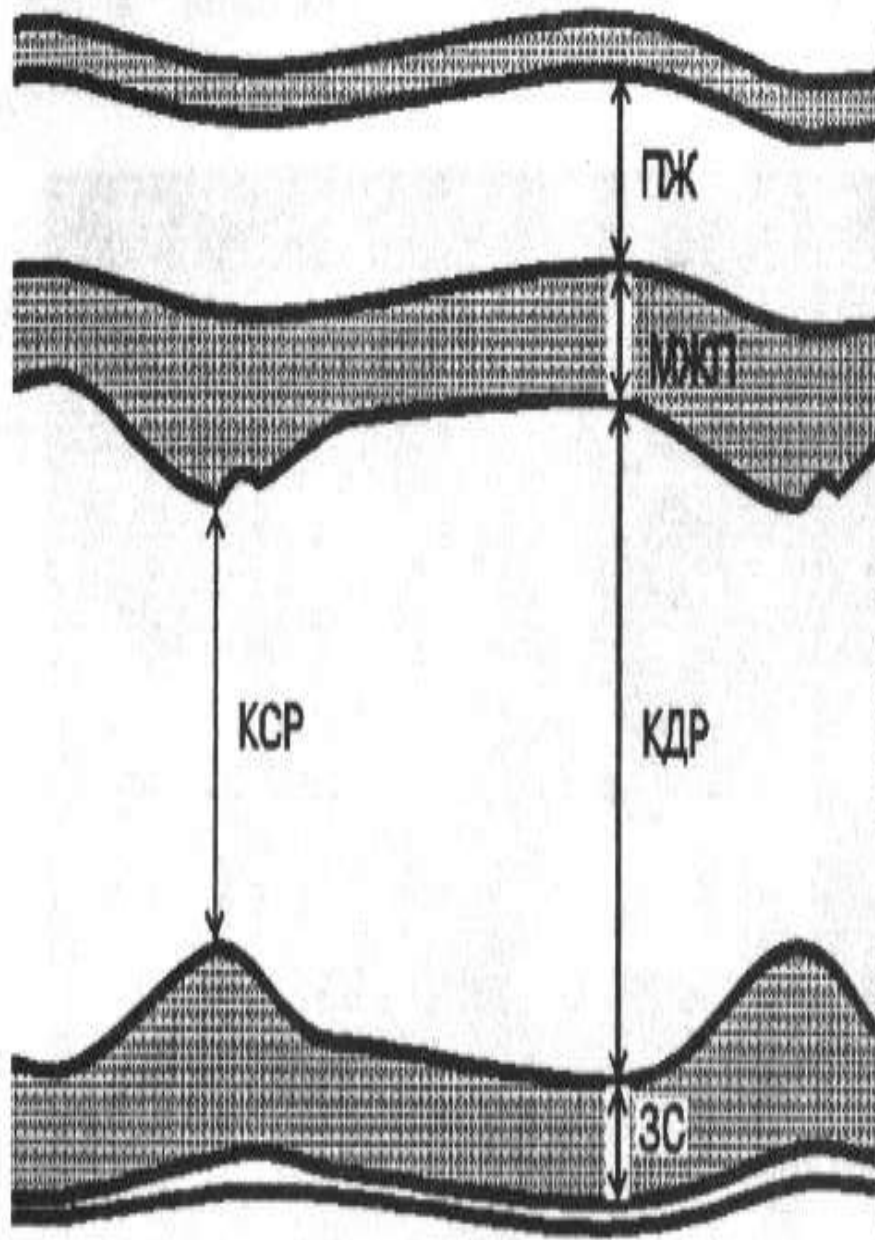
Глобальная сократимость

Какому методу отдать предпочтение?

1. М-режим: КДР, КСР → КДО, КСО;
2. В-режим: КДР, КСР → КДО, КСО;
3. Площадь – длина;
4. Метод дисков Симпсона;
5. Расчет УО по импульсно-волновому доплеру в выносящем тракте ЛЖ;
6. Определение «на глаз» (“eyeball shooting”) – при достаточном опыте исследователя результаты сопоставимы с результатами оценки ФВ ЛЖ по Симпсону

M-режим - недостатки

- Редко удается получить строго перпендикулярное сечение через ЛЖ – завышение измерений стенок и полости, особенно у пациентов с прогрессирующим ремоделированием и дилатацией ЛЖ
- Ошибочное принятие хорд за эндокардиальную поверхность ЗС ЛЖ → завышение эффективной ФВ ЛЖ
- Сегментарная оценка на уровне базальных отделов ЛЖ – не принимается во внимание нарушение региональной сократимости → завышение эффективной ФВ ЛЖ
- Недостоверность определения ФВ ЛЖ при диссинхронии сокращения стенок ЛЖ
- До сих пор наиболее популярный метод оценки ФВ ЛЖ в Украине



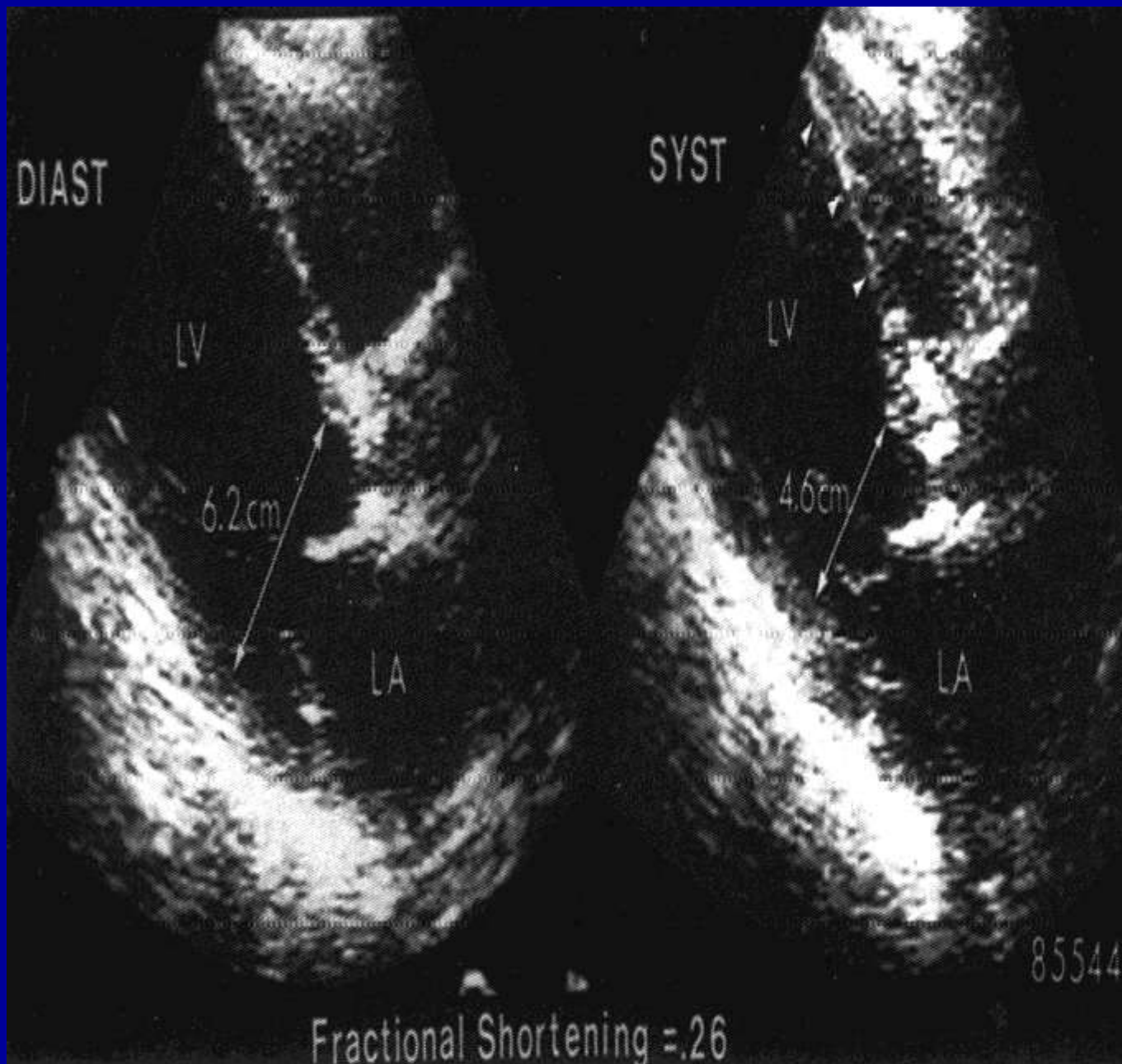
В-режим



Оптимальный и достоверный метод оценки глобальной сократимости у пациентов без выраженных нарушений сегментарной сократимости ЛЖ

В-режим - недостатки

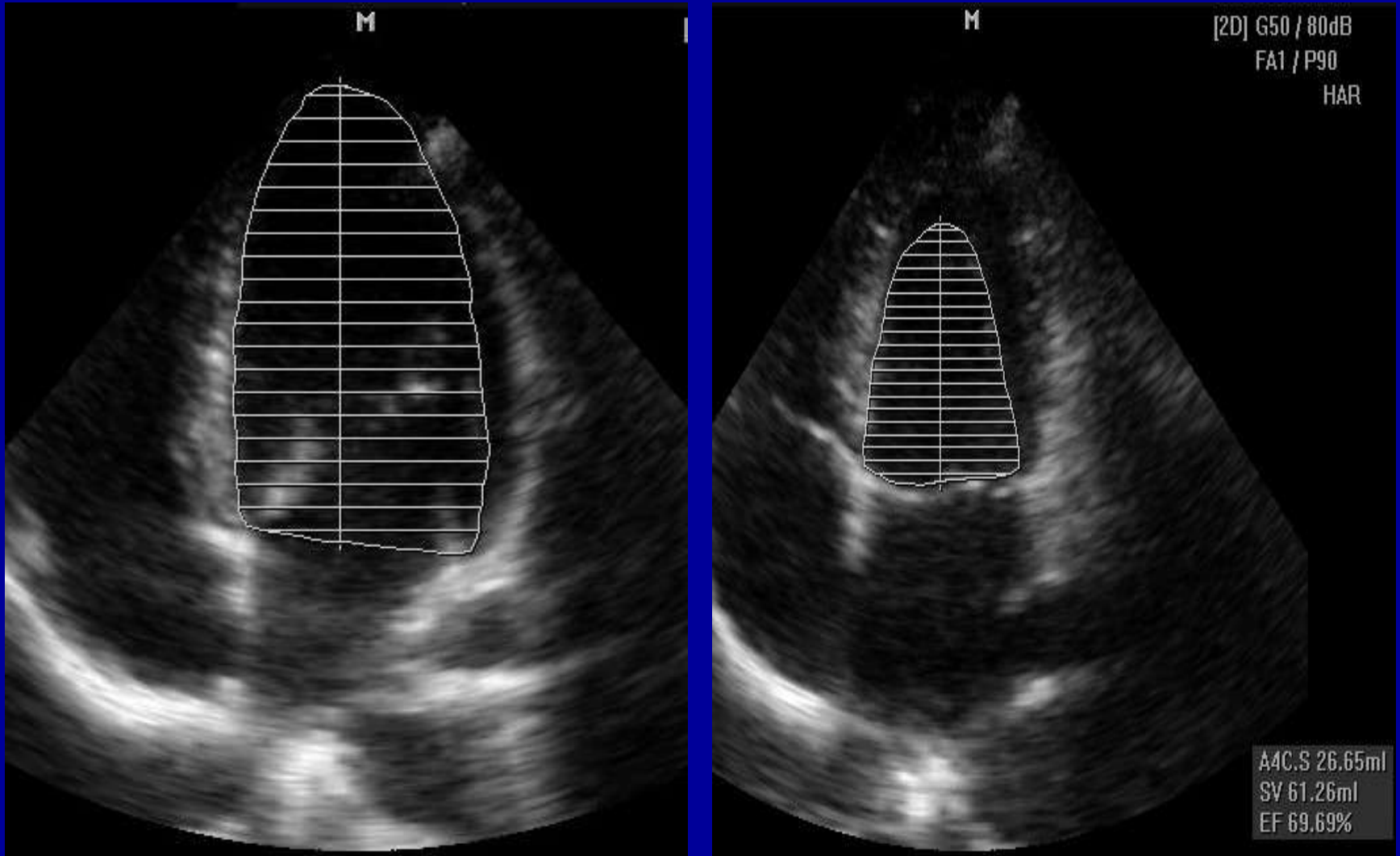
- Сегментарная оценка на уровне базальных отделов ЛЖ – не принимается во внимание нарушение региональной сократимости у пациентов с ИБС → завышение эффективной ФВ ЛЖ
- Большая вариабельность значений измерений при фибрилляции предсердий



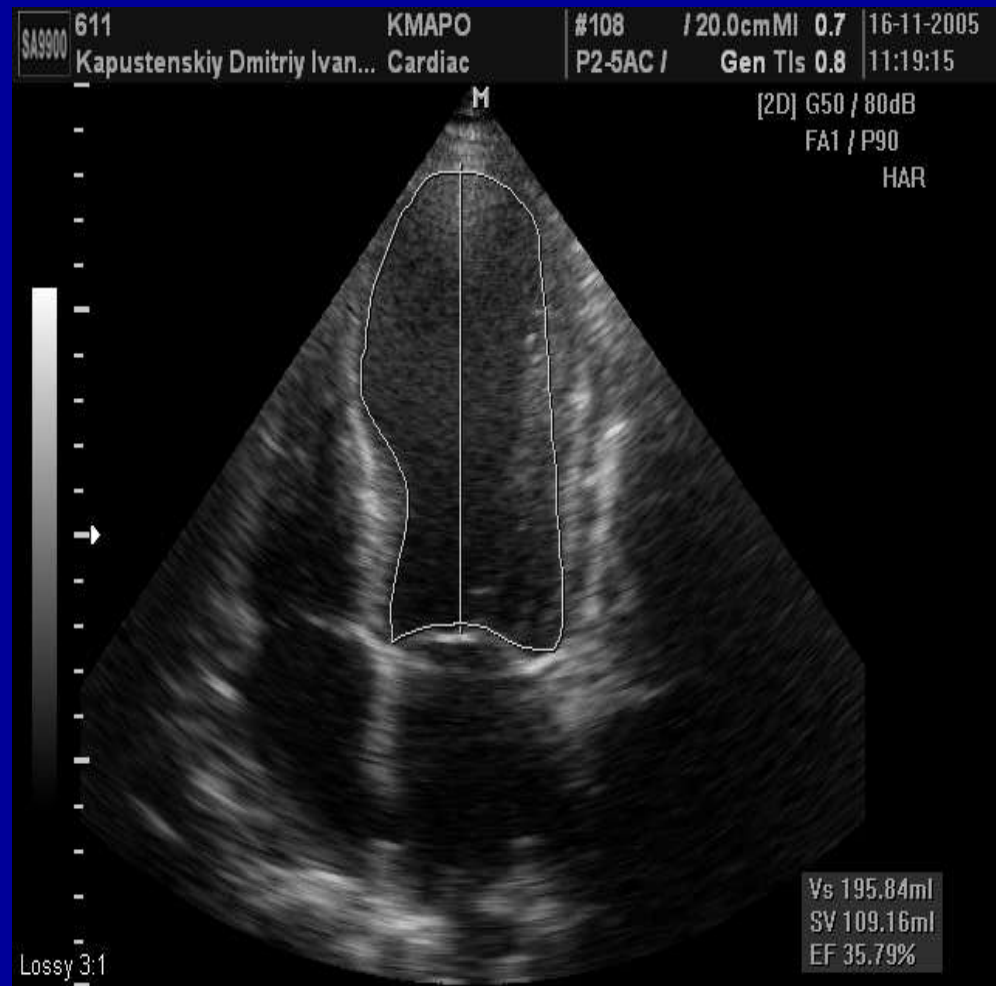
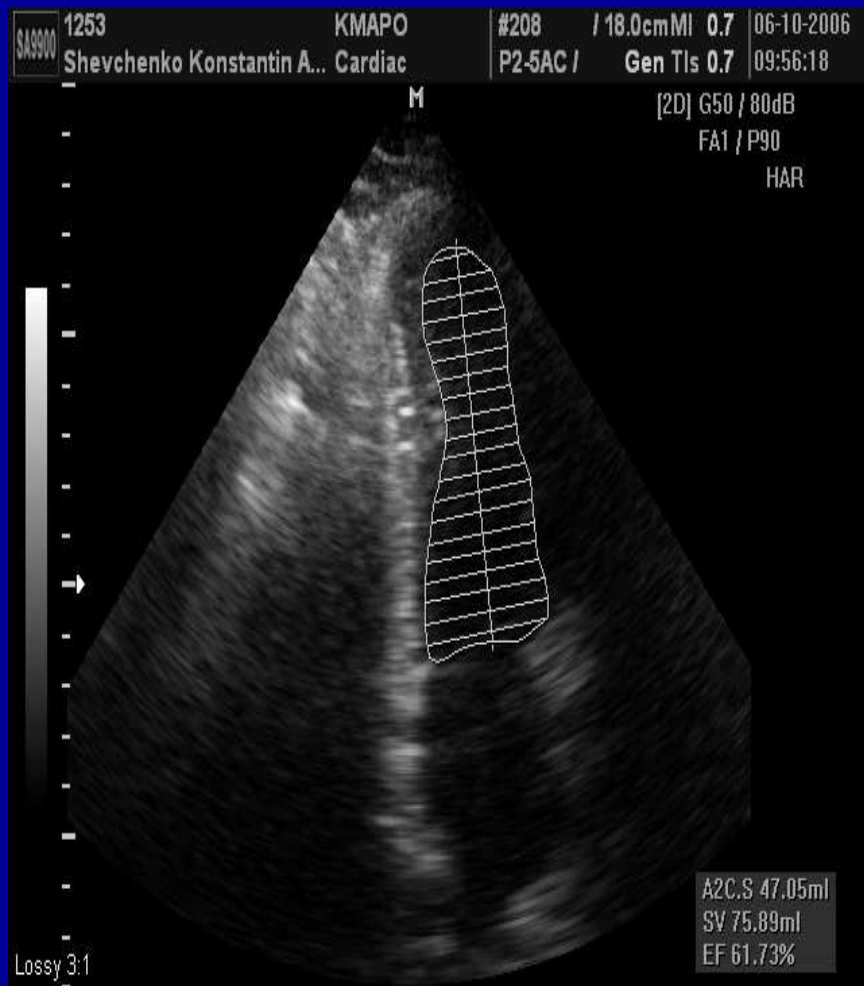
Эхокардиограммы в парастеральной позиции по длинной оси в диастолу (DIAST) и систолу (SYST), демонстрирующие получение фракции укорочения основания левого желудочка. У этого пациента, имеющего выраженный акинез перегородки (головки стрелок), базальные отделы перегородки и задней стенки желудочка продолжают сокращаться так, что фракция укорочения составляет 0,26, что еще в пределах нормы. LV – левый желудочек; LA – левое предсердие; фракция укорочения = 0,26.

Расчетная ФВ = 51%

Метод дисков Симпсона



- Эталонный метод определения объемов ЛЖ во взаимоперпендикулярных проекциях



- Наиболее аккуратная оценка объема с учетом нарушений сегментарной сократимости и «мертвого» пространства при аневризме ЛЖ

Метод дисков Симпсона

- недостатки

- Большая вариабельность значений измерений при фибрилляции предсердий
- Отнимает больше времени при большом потоке пациентов
- Не принимает во внимание регургитирующий объем при аортальной и митральной регургитации → завышение эффективной ФВ ЛЖ
 - Эффективная ФВ ЛЖ =
Расчетная ФВ ЛЖ – Фракция регургитации

SA9900

1209

Galushko Neonil Dmytrov...

KMAPO

Cardiac

#5

P2-5AC /

/ 20.0cm MI 1.0

Gen TIs 1.1

22-09-2006

12:27:17

M

[2D] G50 / 80dB

FA1 / P90

HAR

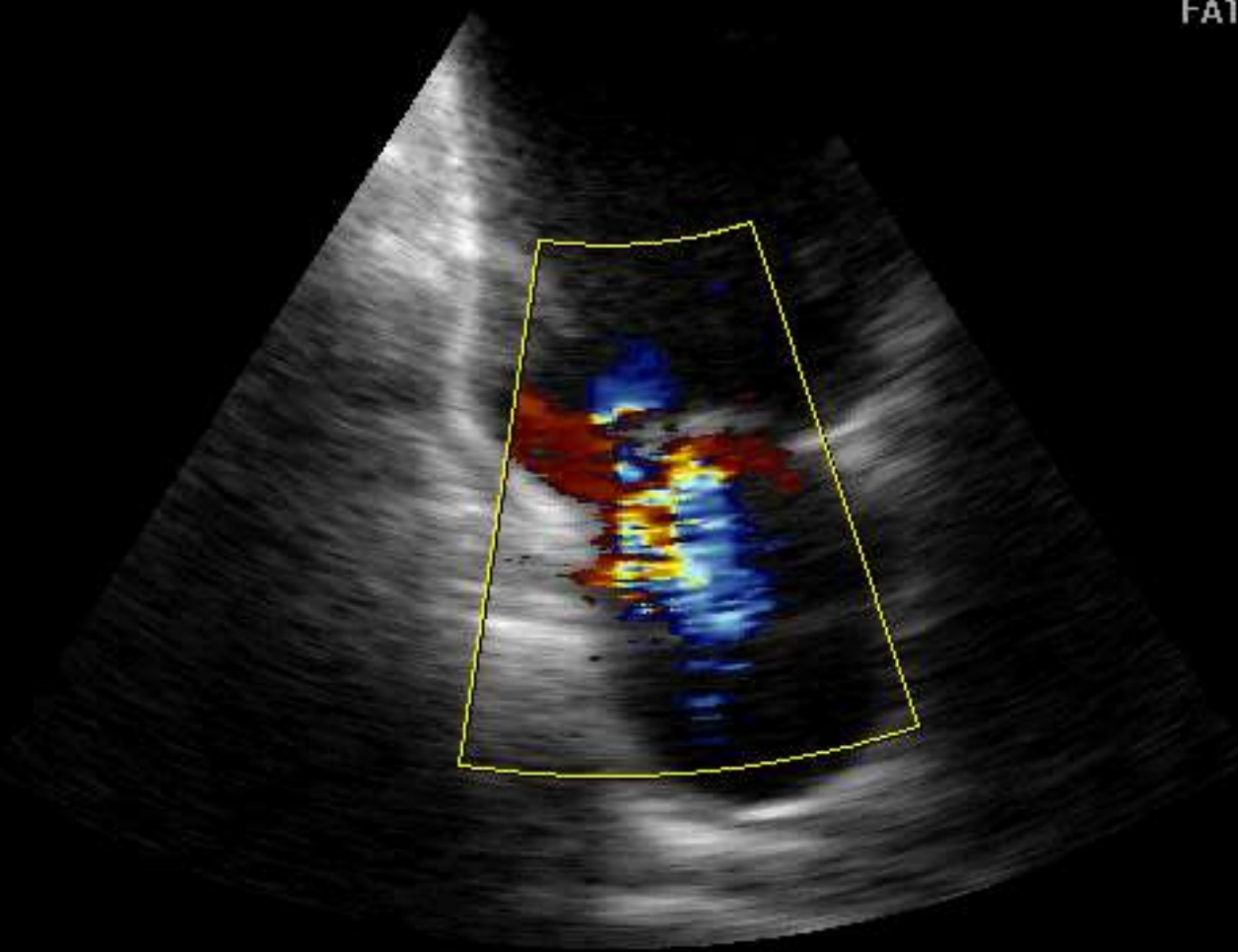
[C] G50 / 3.50 kHz

FA1 / F1 / 11

52.5



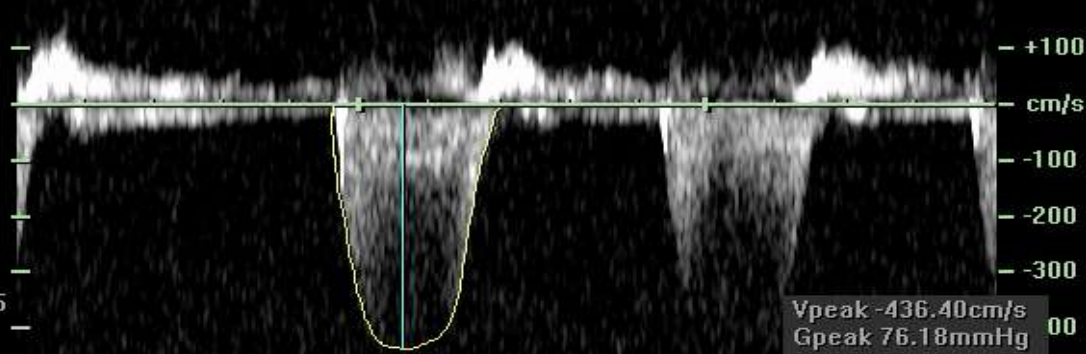
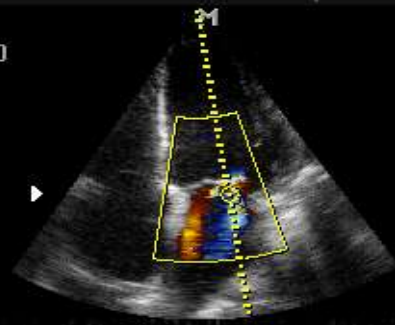
-52.5



[CW] G41
F1 / 31.25 kHz / P100
Depth 121

[2D] G50 / 80dB
FA1 / P90
HAR

[C] G50 / 3.50 kHz
FA1 / F1 / 11
Vel 52.50cm/s
Area 2.34cm²
Rate 122.74ml/s
ERO -0.28cm²
Vol. -42.84ml

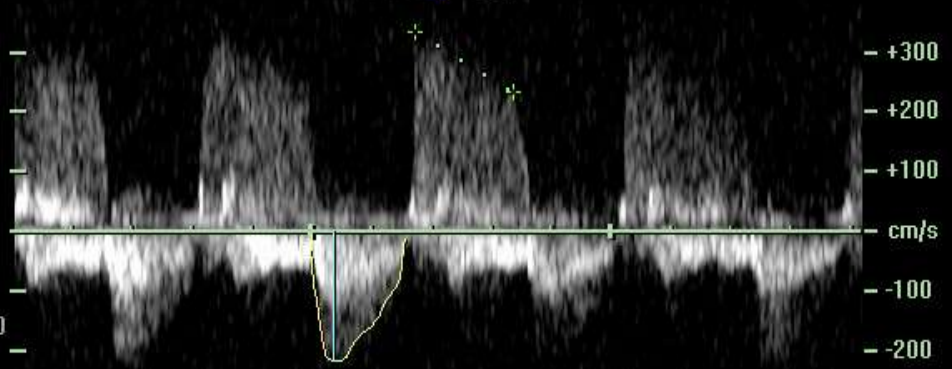
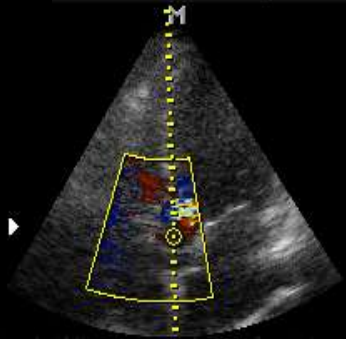


Vpeak -436.40cm/s
Gpeak 76.18mmHg
Vmean -311.49cm/s
Gmean 46.64mmHg
VTI 152.28cm

Lossy 6:1

[2D] G50 / 80dB
FA1 / P90
HAR

[C] G50 / 4.00 kHz
FA1 / F1 / 11

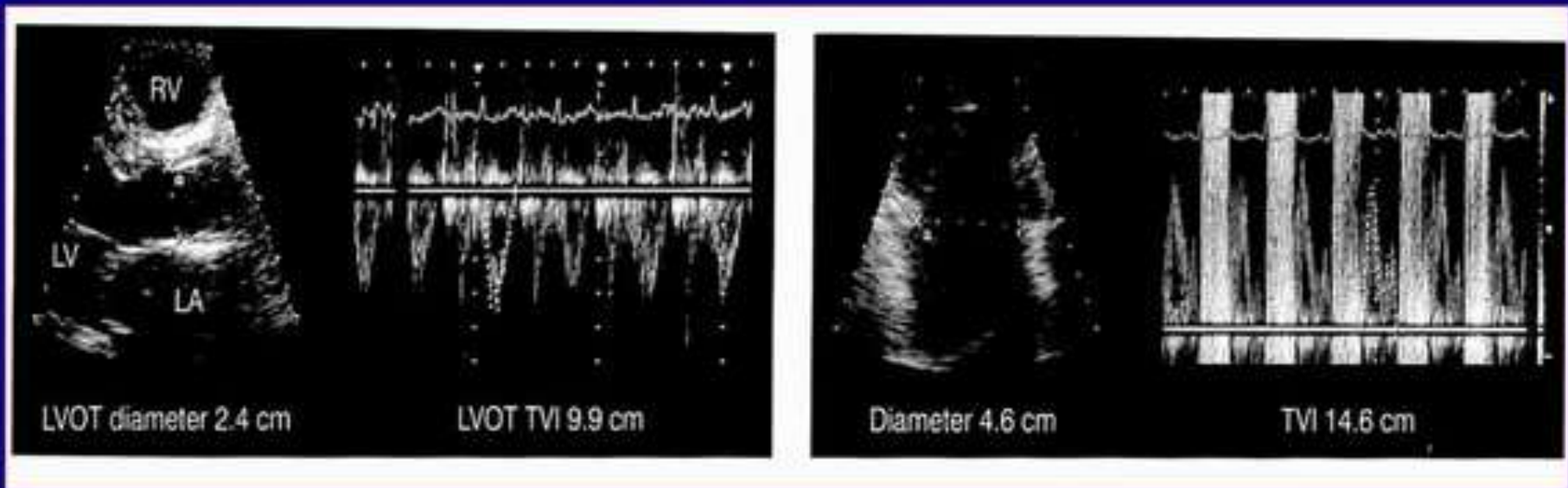


Lossy 7:1

PHT 320ms

ОБЪЕМ РЕГУРГИТАЦИИ

- Для расчета объема митральной регургитации
 - рассчитать митральный УО, используя площадь МО и VTI на МК
 - рассчитать аортальный УО, используя площадь АК и VTI на АК
 - разница соответствует регургитирующему объему



ФРАКЦИЯ РЕГУРГИТАЦИИ

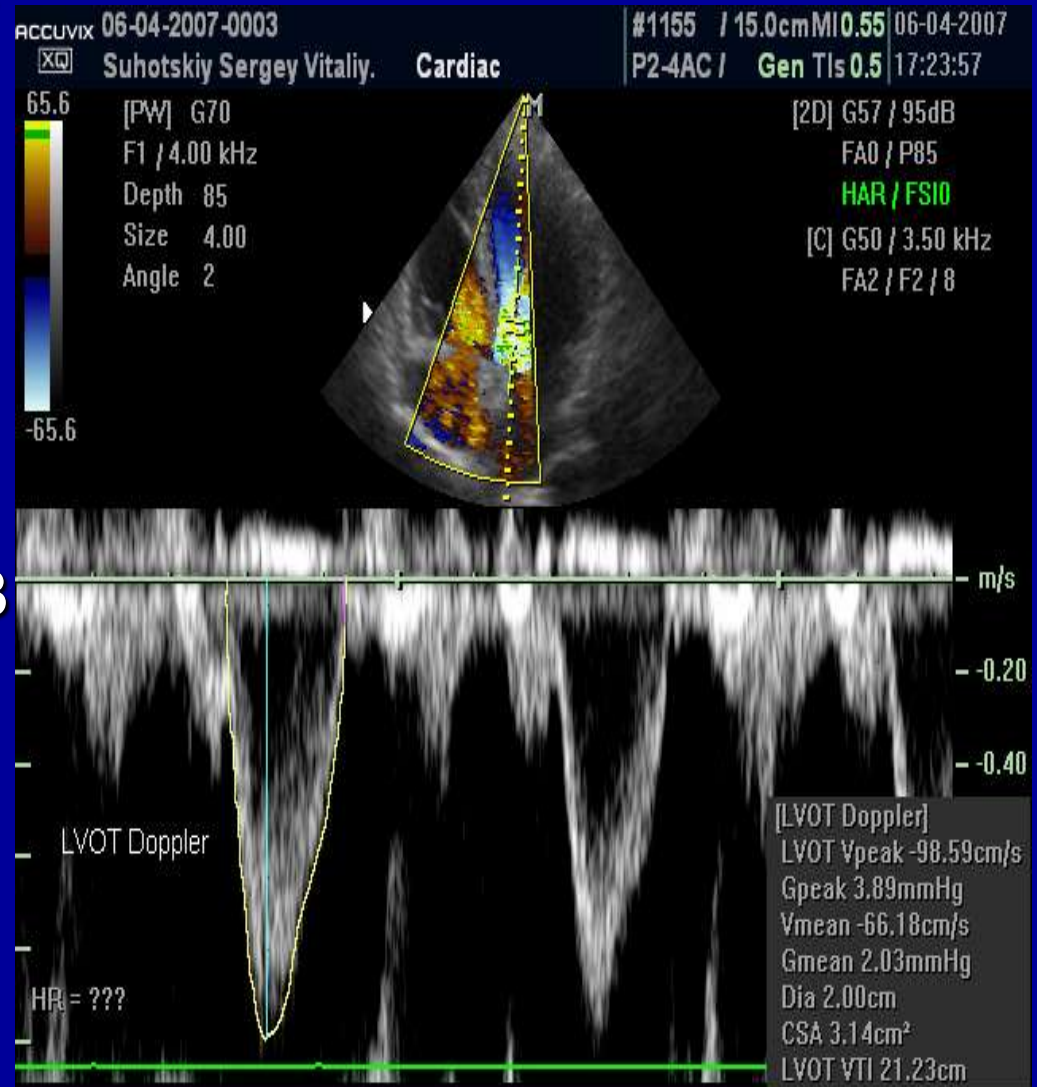
- Фракция регургитации = % регургитирующего объема, сравненного с общим антеградным потоком через несостоятельный клапан

$$RF = (V_r/SV_t) \times 100\%$$

Фракция митральной регургитации =
объем митральной регургитации x 100%
объем трансмитрального притока

Расчет УО по ИВД в ВТЛЖ

- Площадь ВТЛЖ = $\pi D^2/4$
= 0,785 D² (ошибка возводится в квадрат!)
- УО = VTI x Площадь ВТЛЖ (см³)
- ФВ = УО / расчетный КДО по любому из методов (В-режим, Симпсон)
- Расчет эффективной ФВ ЛЖ у пациентов с тяжелой МР → позволяет избежать завышения эффективной ФВ ЛЖ, т.о. метод лишен недостатков предыдущих
- Оптимальная оценка УО при ФП
- **Времяемкость**



Клинический случай: тяжелая дилатация ЛЖ у пациента с ИБС и постоянной формой ФП.



SA9900

561

KMAPO

#1

/ 18.0cm MI 1.0

20-10-2005

Loschihin Nikolay Ivanovich Cardiac

P2-5AC /

Gen TIs 1.2

10:10:21

M

[2D] G50 / 80dB

FA1 / P90

HAR

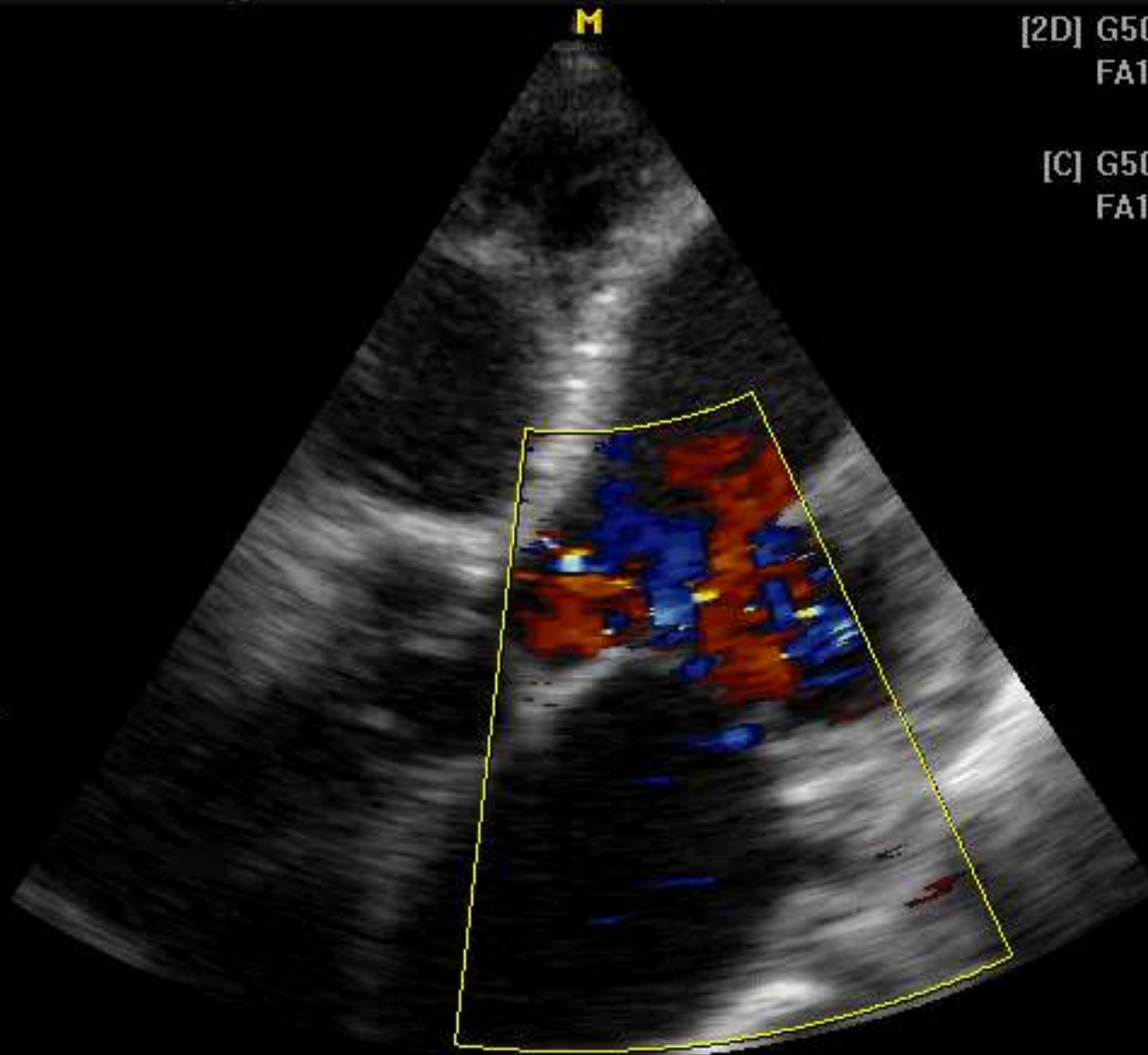
[C] G50 / 3.50 kHz

FA1 / F1 / 11

52.5



-52.5



SA9900

561

KMAPO

#123

/ 18.0cmMI 0.7

17-11-2005

Loschihin Nikolay Ivanovich Cardiac

P2-5AC /

Gen TIs 0.7

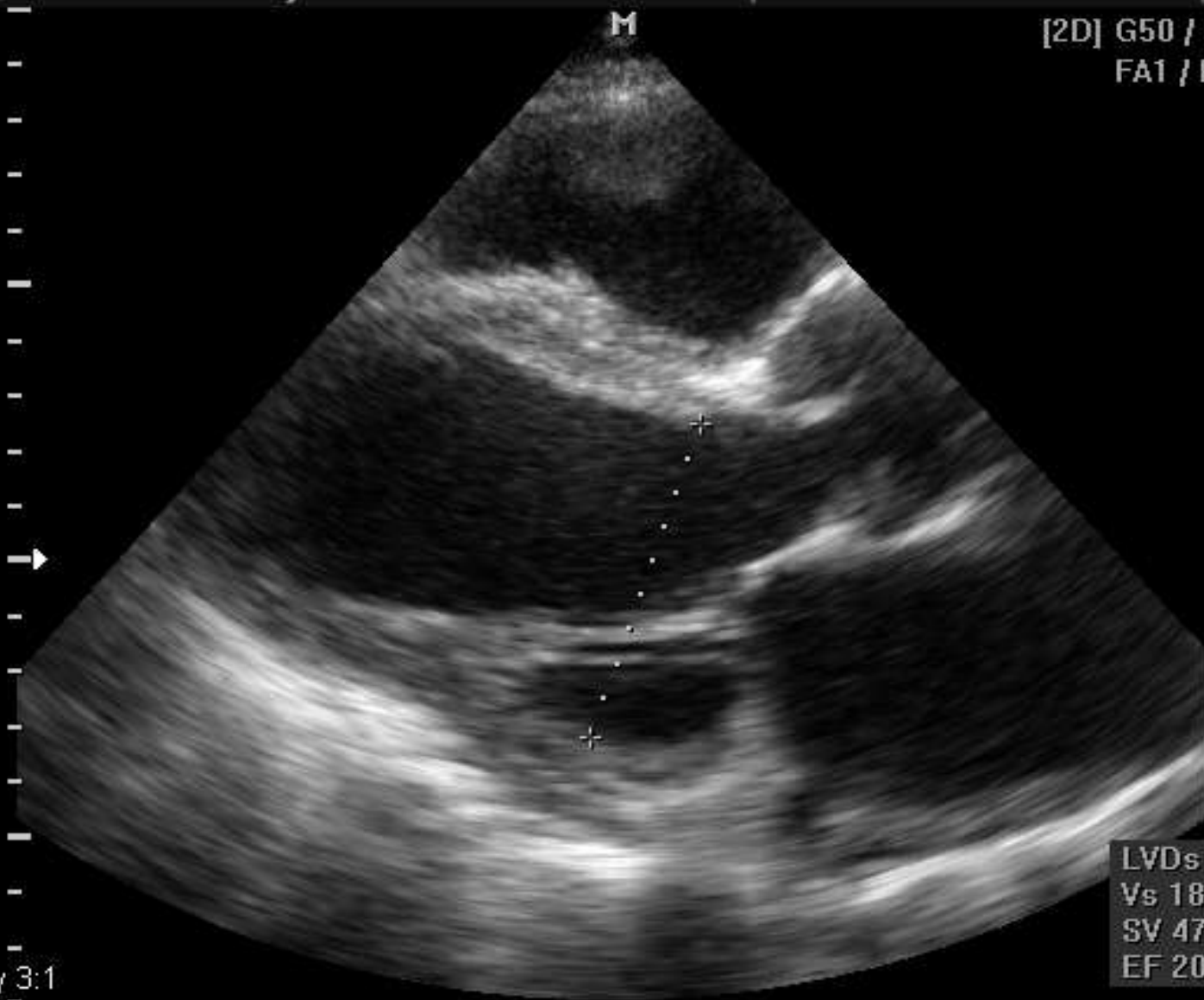
11:20:13

M

[2D] G50 / 80dB

FA1 / P90

HAR



LVDs 6.00cm
Vs 180.00ml
SV 47.46ml
EF 20.87%

Lossy 3:1

SA9900

561

Loschihin Nikolay Ivanovich Cardiac

KMAPO

#255

/ 18.0cm MI 1.0

17-11-2005

P2-5AC /

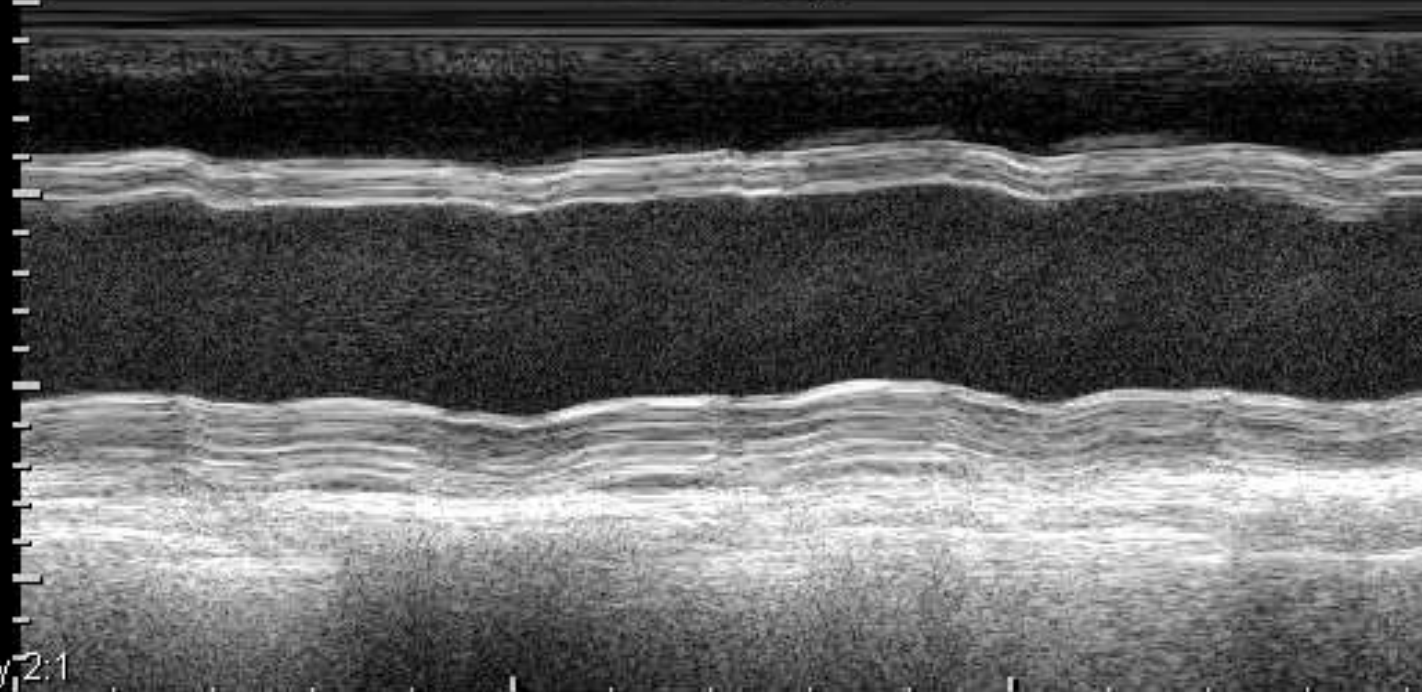
Gen TIs 0.9

11:41:26

[2D/M] G40 / 80dB

FA1 / P90

HAR



Lossy 2:1

SA9900

561

KMAPO

#255

/ 18.0cmMI 1.0

20-10-2005

Loschihin Nikolay Ivanovich Cardiac

P2-5AC /

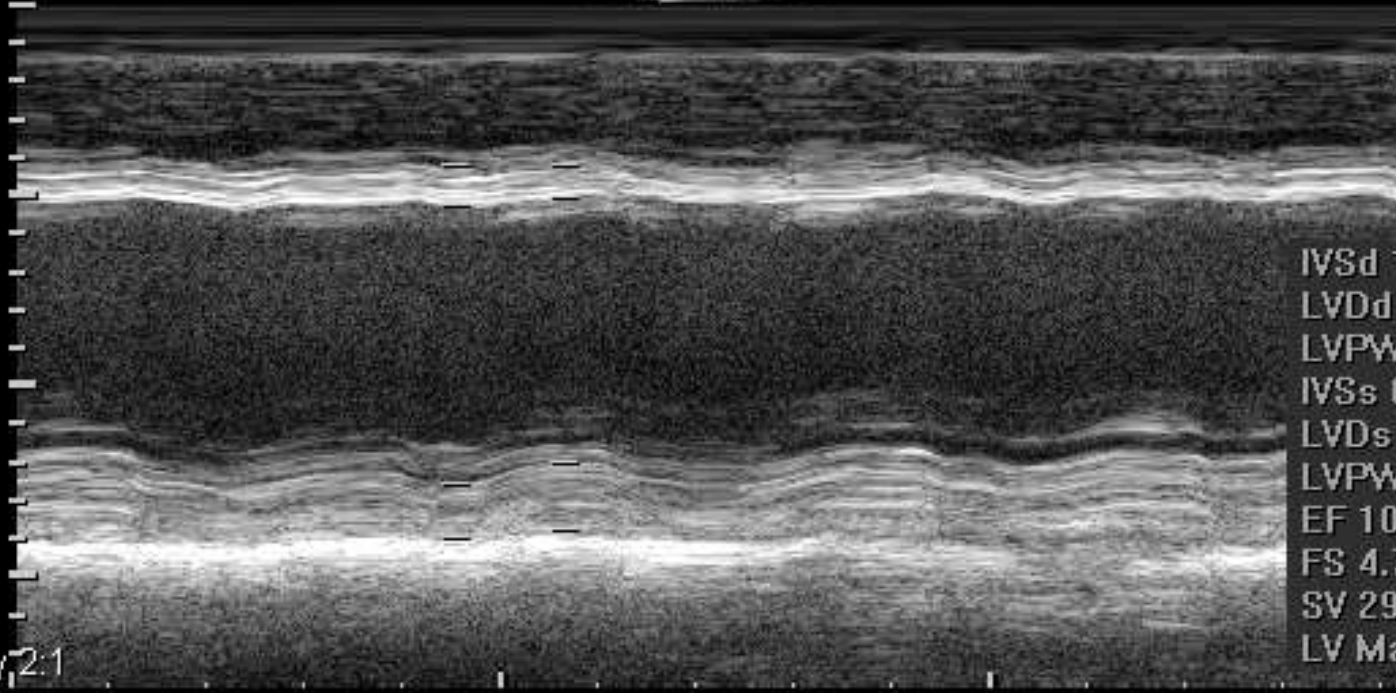
Gen TIs 0.9

09:55:28

[2D/M] G40 / 80dB

FA1 / P90

HAR



IVSd 1.05cm
LVDd 7.31cm
LVPWd 1.41cm
IVSs 0.84cm
LVDs 6.96cm
LVPWs 1.76cm
EF 10.46%
FS 4.79%
SV 29.45ml
LV Mass 451.51g

Lossy 2:1



ФВ ЛЖ по данным разных методов у одного и того же пациента

- М-режим – 11% (диссинхрония, ФП);
- В-режим – 9-11% (ФП);
- Симпсон – 23% (не учитывался объем МР+АР; для измерения брались наиболее эффективные по сократимости циклы);
- УО по ИВД в ВТЛЖ/КДО – 15% (не учитывался объем АР)

Выводы

- «Самоконтроль» с помощью различных методов оценки глобальной сократимости
- Обязательное использование метода Симпсона у пациентов с нарушением региональной сократимости
- Предпочтительная оценка абсолютного значения УО ЛЖ по данным ИВД для расчета эффективной ФВ ЛЖ у пациентов с выраженной дилатацией, диссинхронией ЛЖ, аритмиями высоких градаций и выраженной степенью митральной регургитации
- Оценка регургитирующего объема при выраженной степени аортальной регургитации

Диастолическая функция ЛЖ

Нормальная диастолическая функция обеспечивает должное наполнение желудочков как в состоянии покоя, так и нагрузки без ненормального повышения диастолического давления

ФАЗЫ ДИАСТОЛЫ

- Изоволюмическое расслабление
- Раннее диастолическое наполнение (пик E)
- диастаза
- Позднее наполнение в результате систолы предсердий

Наполнение ЛЖ в различные фазы диастолы зависит от:

- Эластической отдачи (всасывание)
- Степени миокардиальной релаксации
- Податливости (compliance) камеры
- Давления в ЛП (преднагрузки)

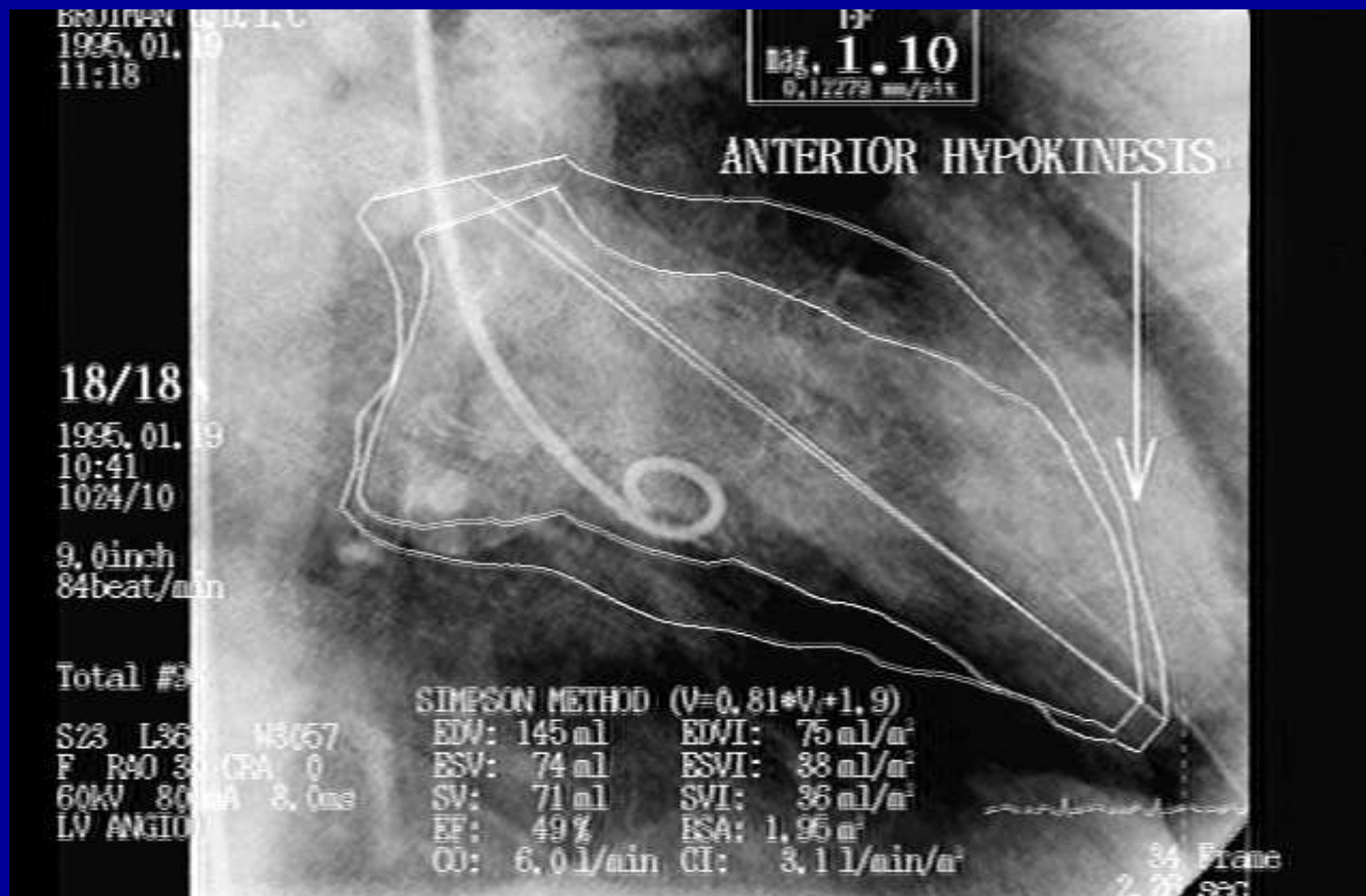
Показатели диастолической функции

- Давление в разные фазы диастолы
- Степень миокардиального расслабления
- Доля объема наполнения ЛЖ в разные фазы диастолы
- Податливость желудочка

ИНВАЗИВНЫЕ МЕТОДЫ

- Давление в левом предсердии (=давление наполнения ЛЖ)
- Конечно-диастолическое давление в ЛЖ
- Временная константа расслабления dp/dt
- Взаимосвязь (петля) объема и давления
- Графика кривой диастолического давления

Петля давления и объема



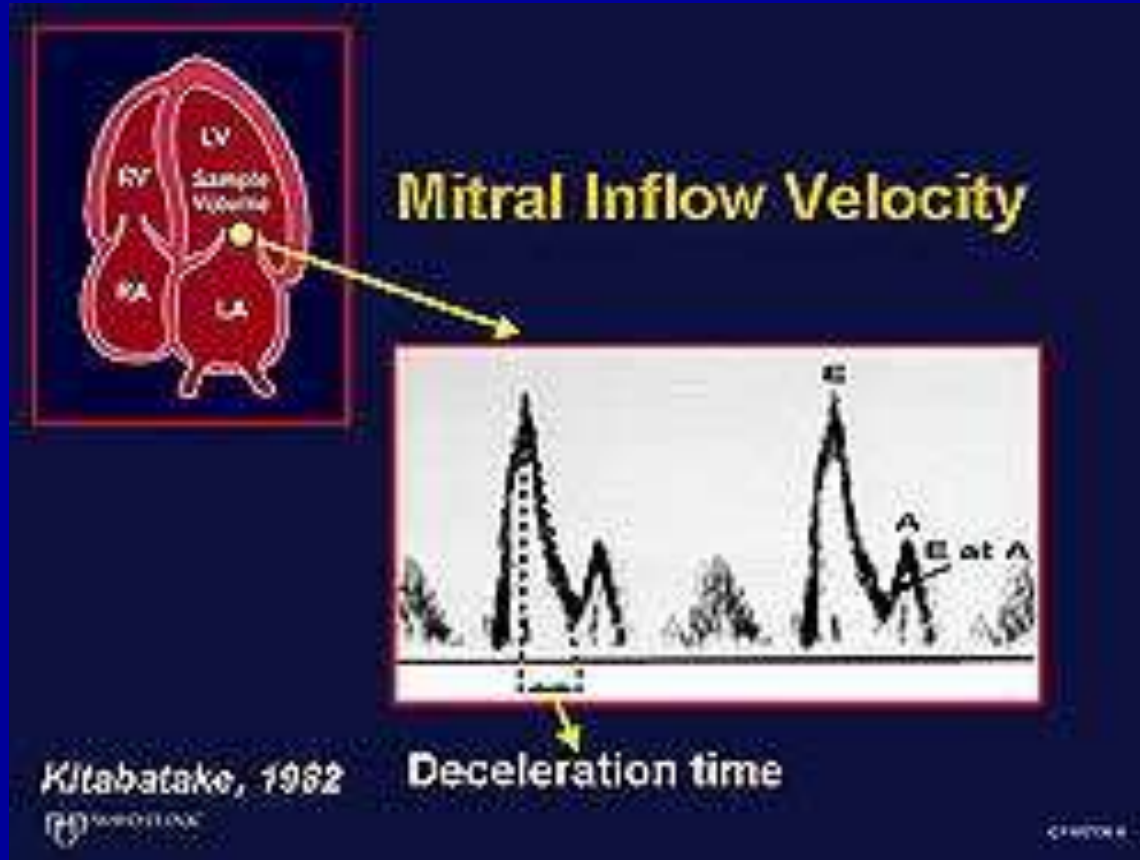
ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

- Трансмитральный кровоток
- Характер кровотока в легочных венах
- Распространение потока в ЛЖ
- Тканевая доплерография
- Пробы с изменением давления наполнения ЛЖ

Камень Розетты



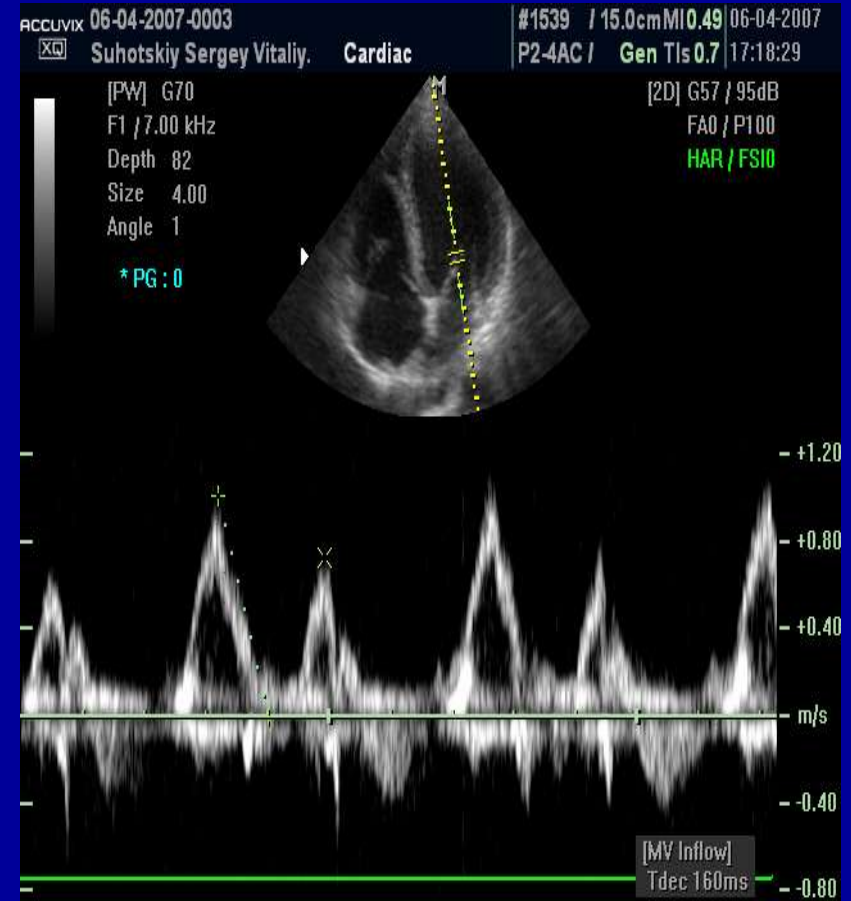
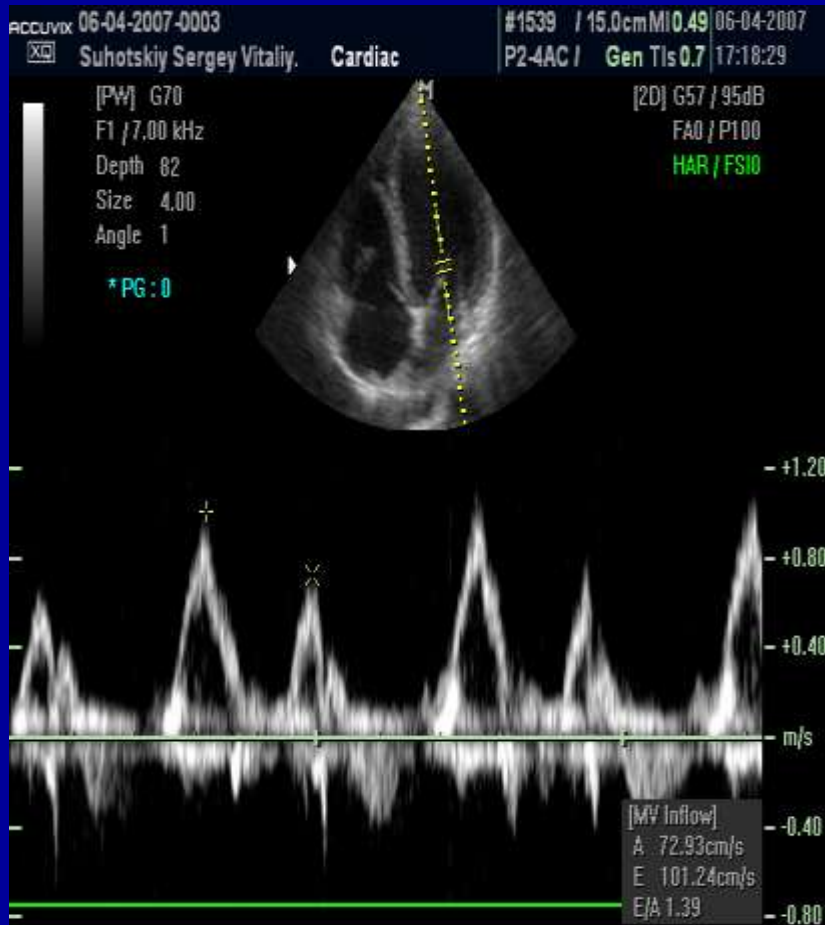
Трансмитральный кровоток



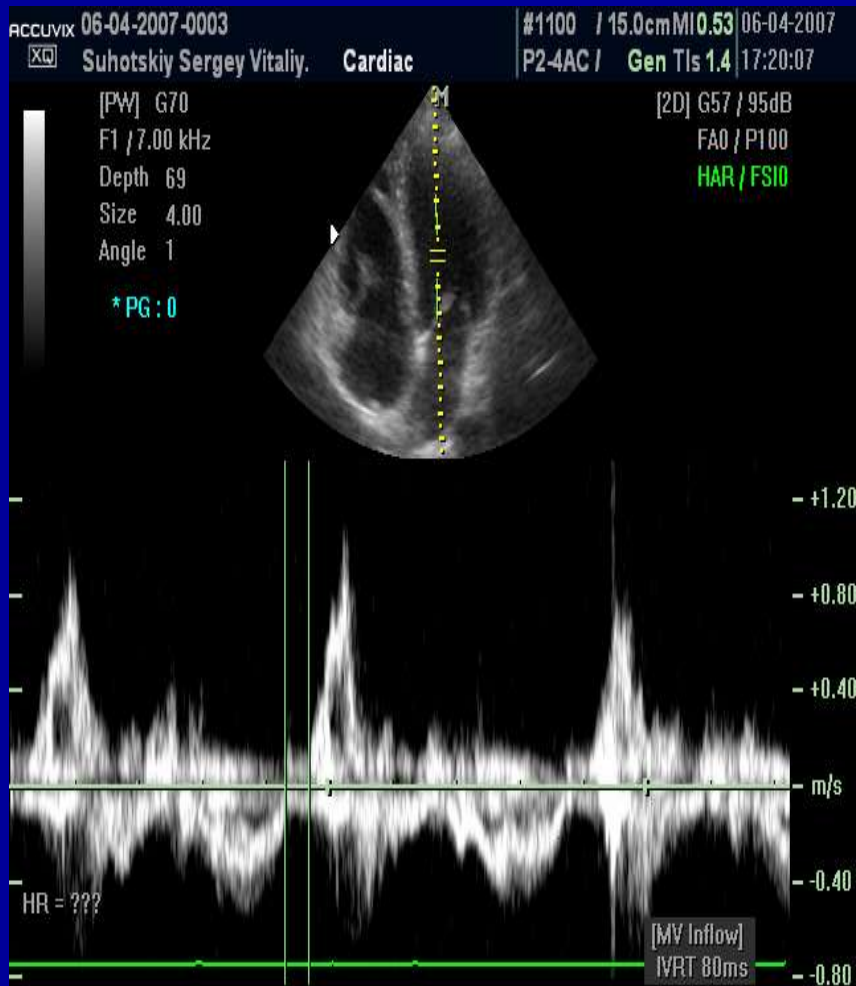
Трансмитральный кровоток

- Время изоволюмической релаксации (IVRT)
- Время замедления ранне-диастолического потока (DTE)
- Скорость раннего (E) и позднего (A) диастолического потоков
- Соотношение скоростей (E/A)

Измерение показателей ТМК



Определение интервала IVRT

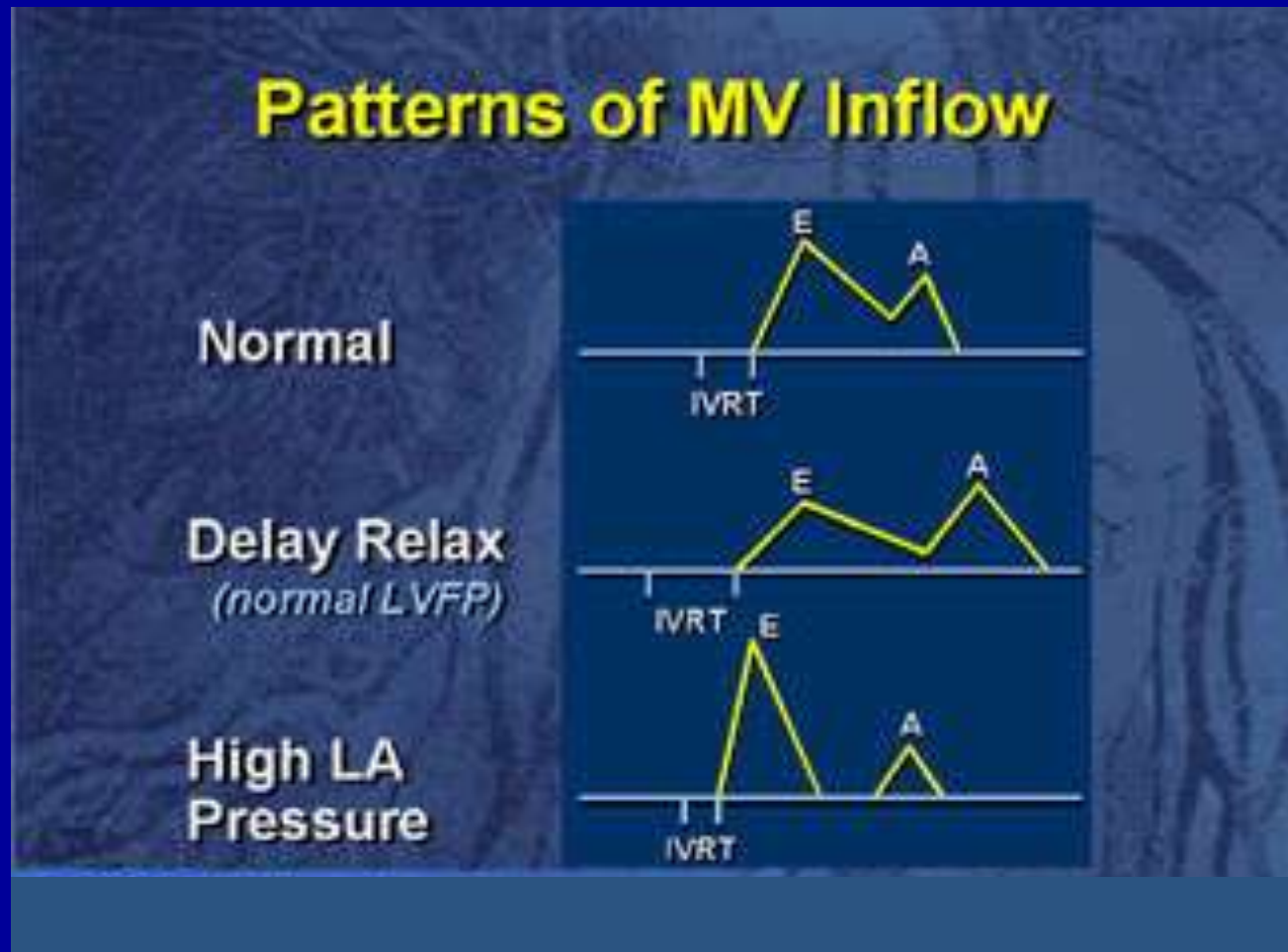


- Измерение IVRT проводится от момента закрытия АК (прекращение систолического потока) до открытия МК (начало диастолического потока)

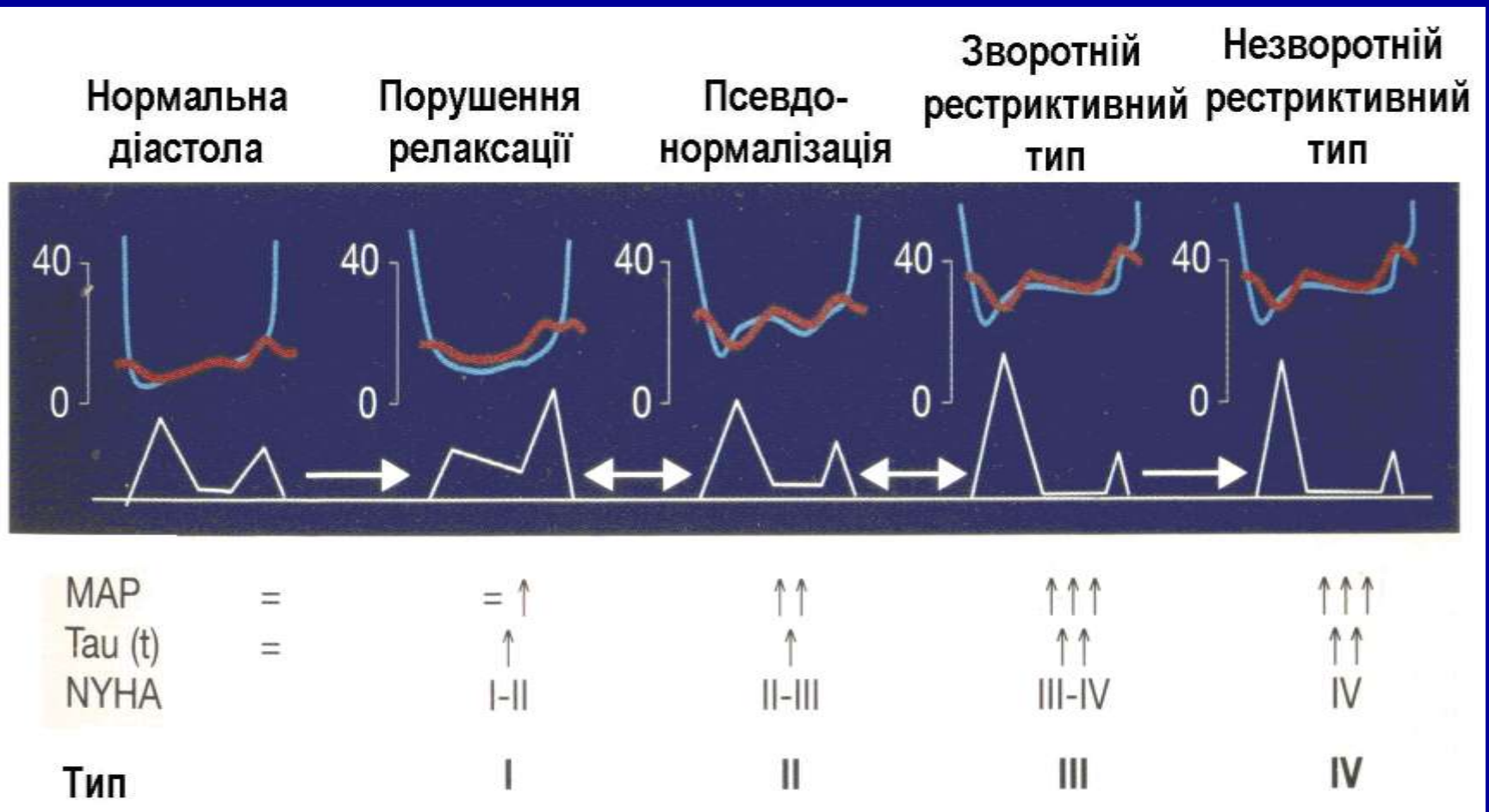
Основные типы трансмитрального кровотока

- Нормальный
- Нарушение расслабления
- Псевдонормализация
- Препятствие наполнению (рестрикция)

Типы трансмитрального кровотока



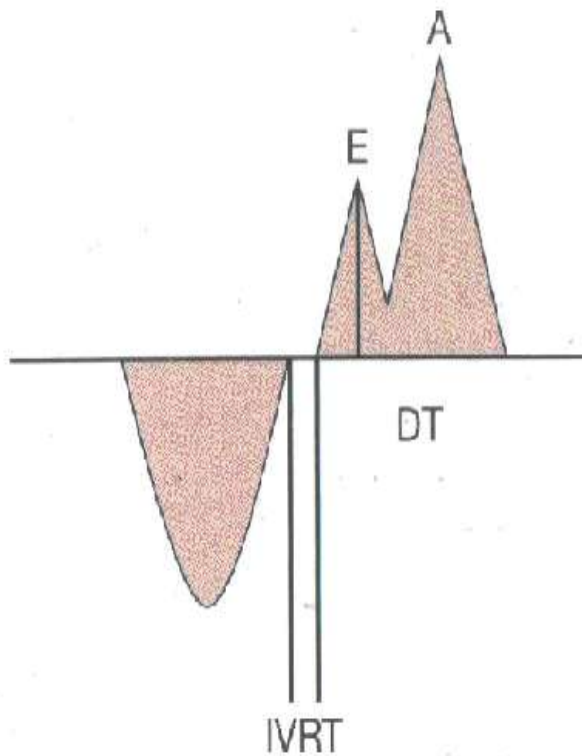
Динамика трансмитрального кровотока при прогресивуванні диастолическої дисфункції



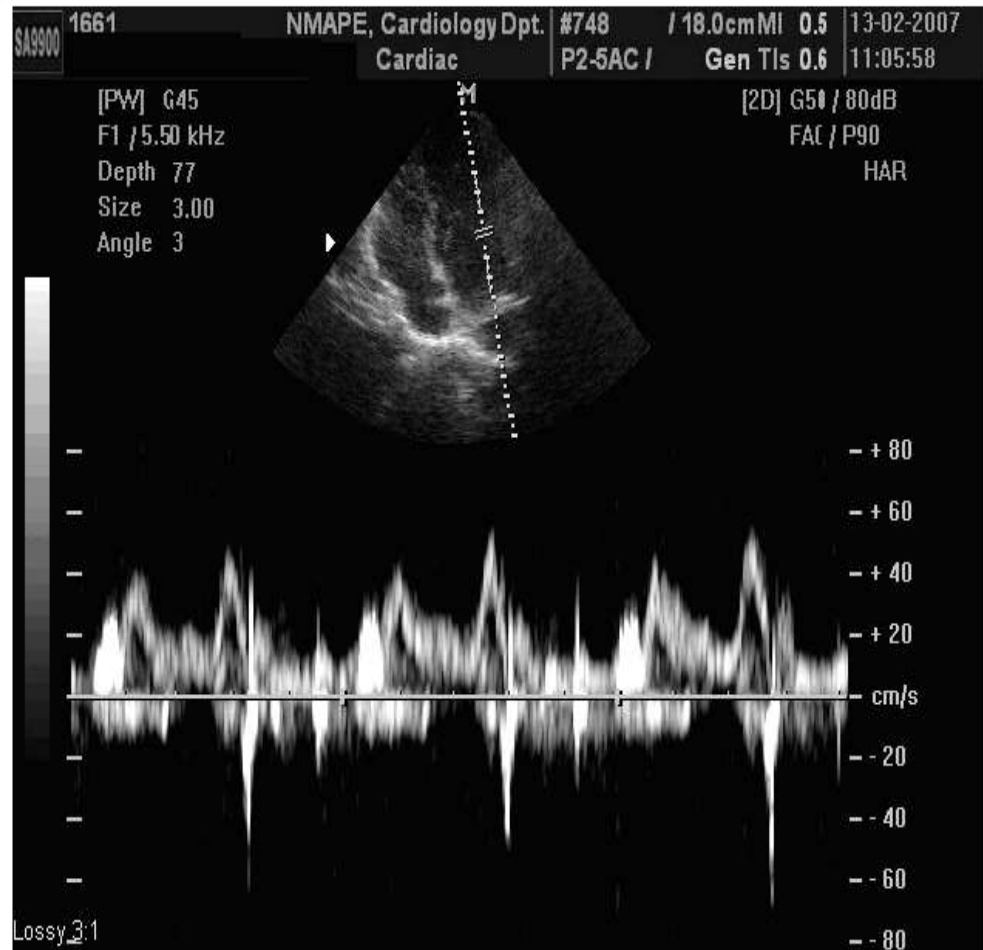
Тип нарушения релаксации возникает при:

- Старении
- Острой ишемии
- Гипертрофии
- Дилатационной кардиомиопатии
- Аортальном стенозе
- Гипотиреозе

Нарушение расслабления

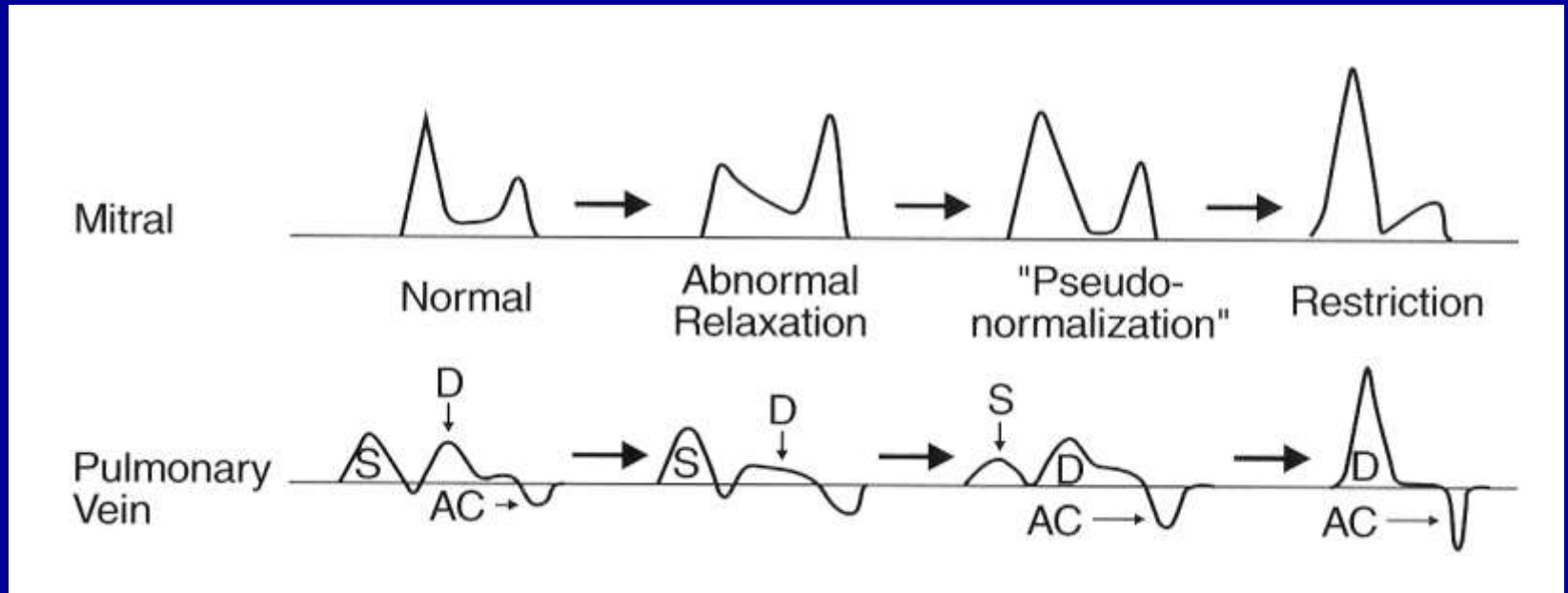


$E/A < 1$
DT > 220 msec
IVRT > 90 msec
AFF > 32%



Изменения условий нагрузки на желудочек (дегидратация или изменения положения тела на вертикальное) могут изначально нормальный характер кровотока изменить на тип нарушенного расслабления

Кровоток в легочных венах



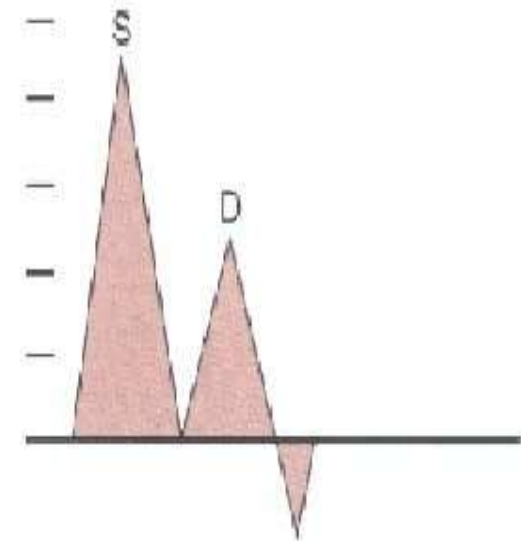
При псевдонормализации потока возникает выраженный обратный поток в результате систолы предсердий ($>0,2-0,3$ м/сек), а систолическая волна становится меньше диастолической ($s < D$)

Поток в легочных венах

- $\Delta A\text{-dur} = (PV\ A\text{-dur}) \text{ минус } (MVI\ A\text{-dur})$
- Если $\Delta A\text{-dur}$ превышает 130 мсек, то двухгодичная выживаемость составляла лишь 37%, а если менее 130 мсек – то 86%

Dini F., Michelassi C., Micheli G. et al.

J. Am. Coll. Cardiol. - 2000. - Vol. 36. - P. 1295-1302



$S/D > 1.6$
 AR = 0.21-0.28 m/s

SA9900

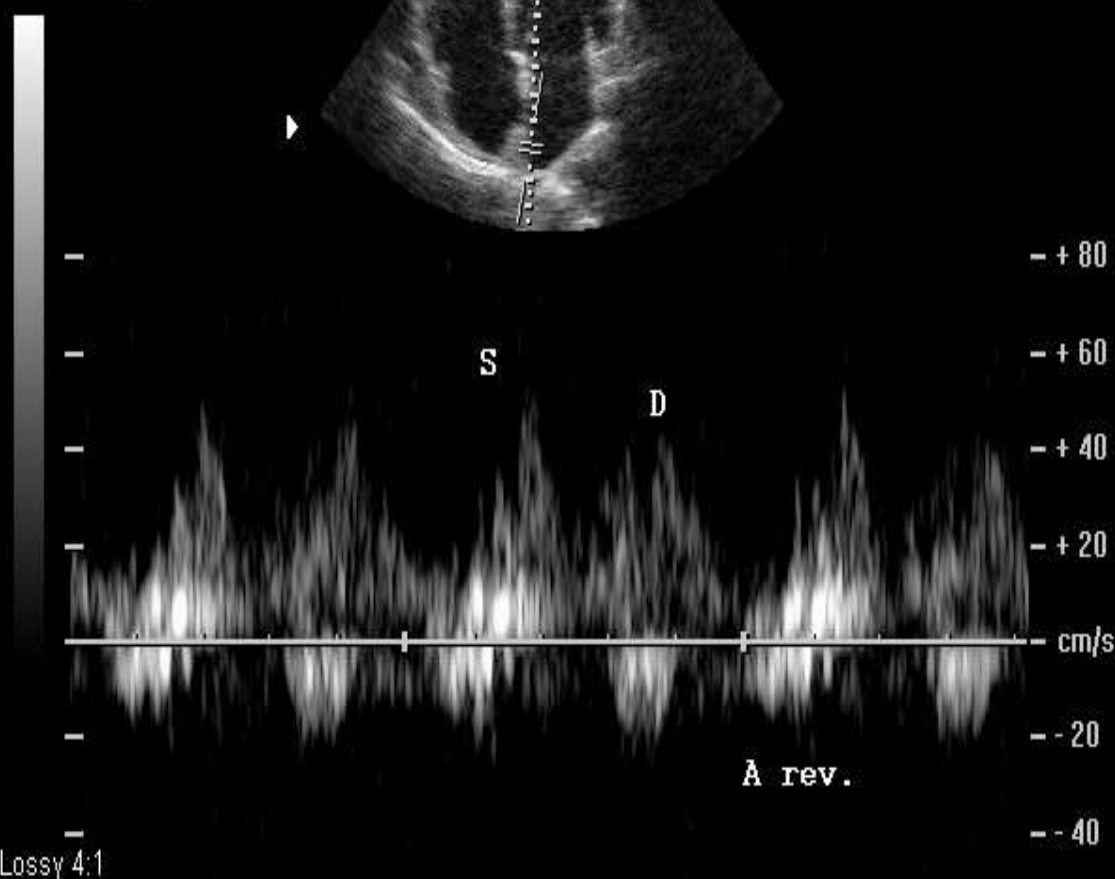
KMAPO
 Cardiac

#1360 / 18.0cmMI 0.5
 P2-5AC / Gen TIs 1.1

13-02-2006
 11:30:45

[PW] G45
 F1 / 4.50 kHz
 Depth 148
 Size 3.00
 Angle 9

[2D] G50 / 80dB
 FA0 / P90
 HAR

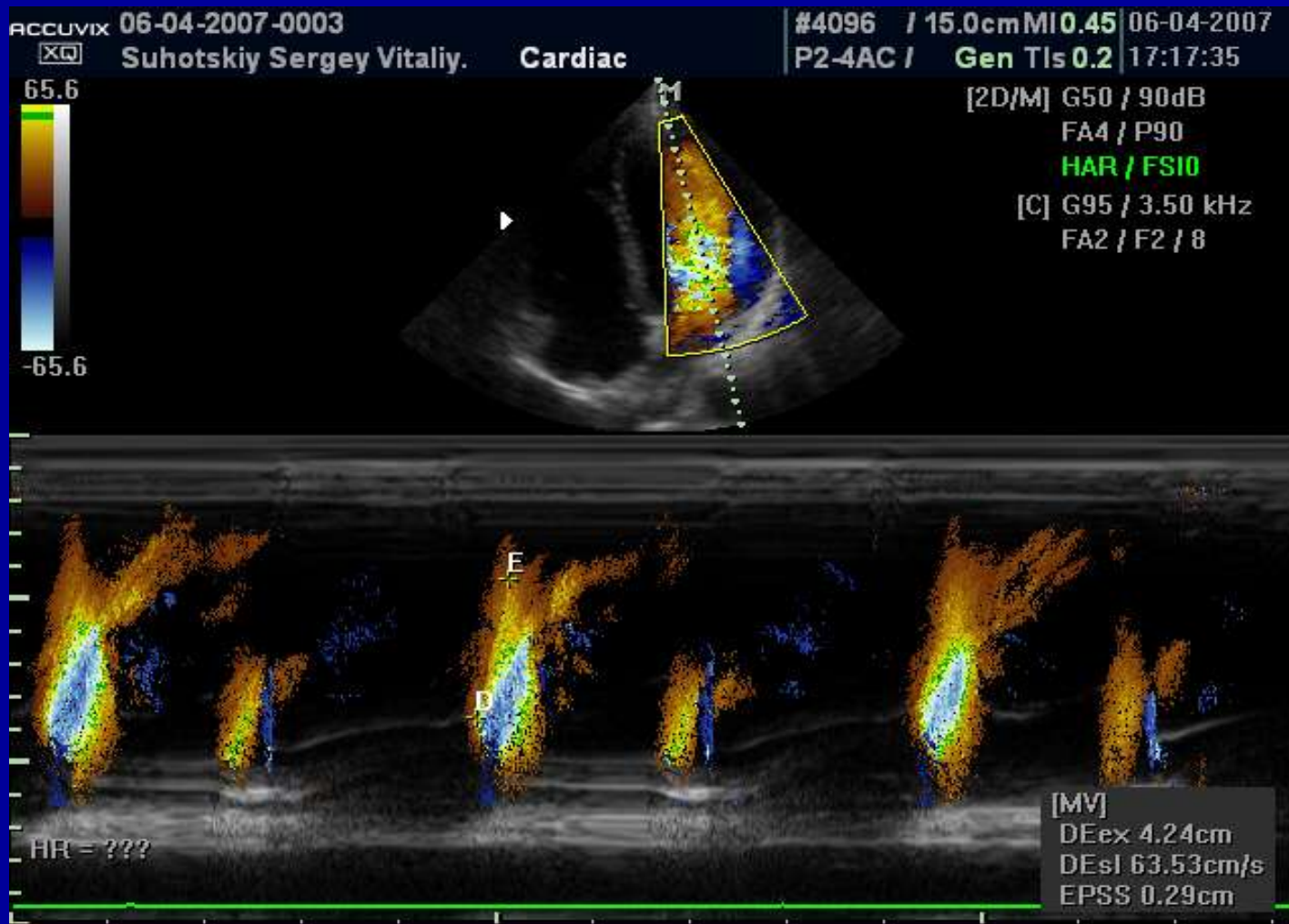


Lossy 4:1

Пробы с изменением преднагрузки (проба Вальсальвы)

- Если E/A уменьшается хотя бы на 40% или продолжается трансмитральная волна A [Brunner-LaRocca H.]
- Уменьшение E/A при пробе Вальсальвы на 0,5 и более [Omten S.R.]
- Проба Вальсальвы чувствительнее для выявления скрытой диастолической дисфункции, чем кровоток в легочных венах

Скорость распространения диастолического потока (V_p)



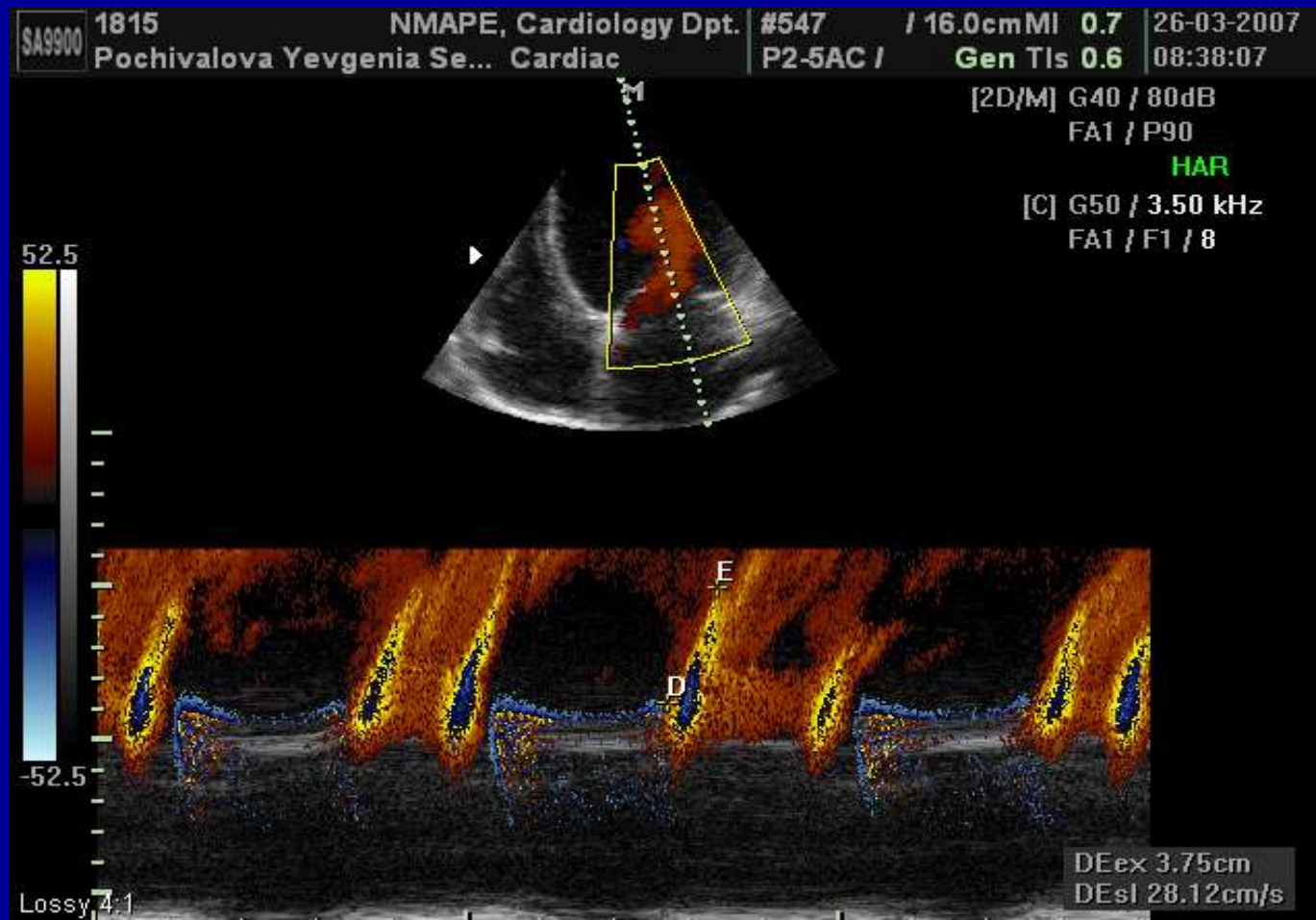
Скорость распространения диастолического потока (Flow propagation velocity, V_p)

- Про диастолическую дисфункцию говорит величина $V_p < 550$ мм/сек для молодых, а для старших < 450 мм/сек
- V_p хорошо коррелирует с временной константой τ и dP/dT и не зависит от условий преднагрузки

Vp-норма



Ур-патология



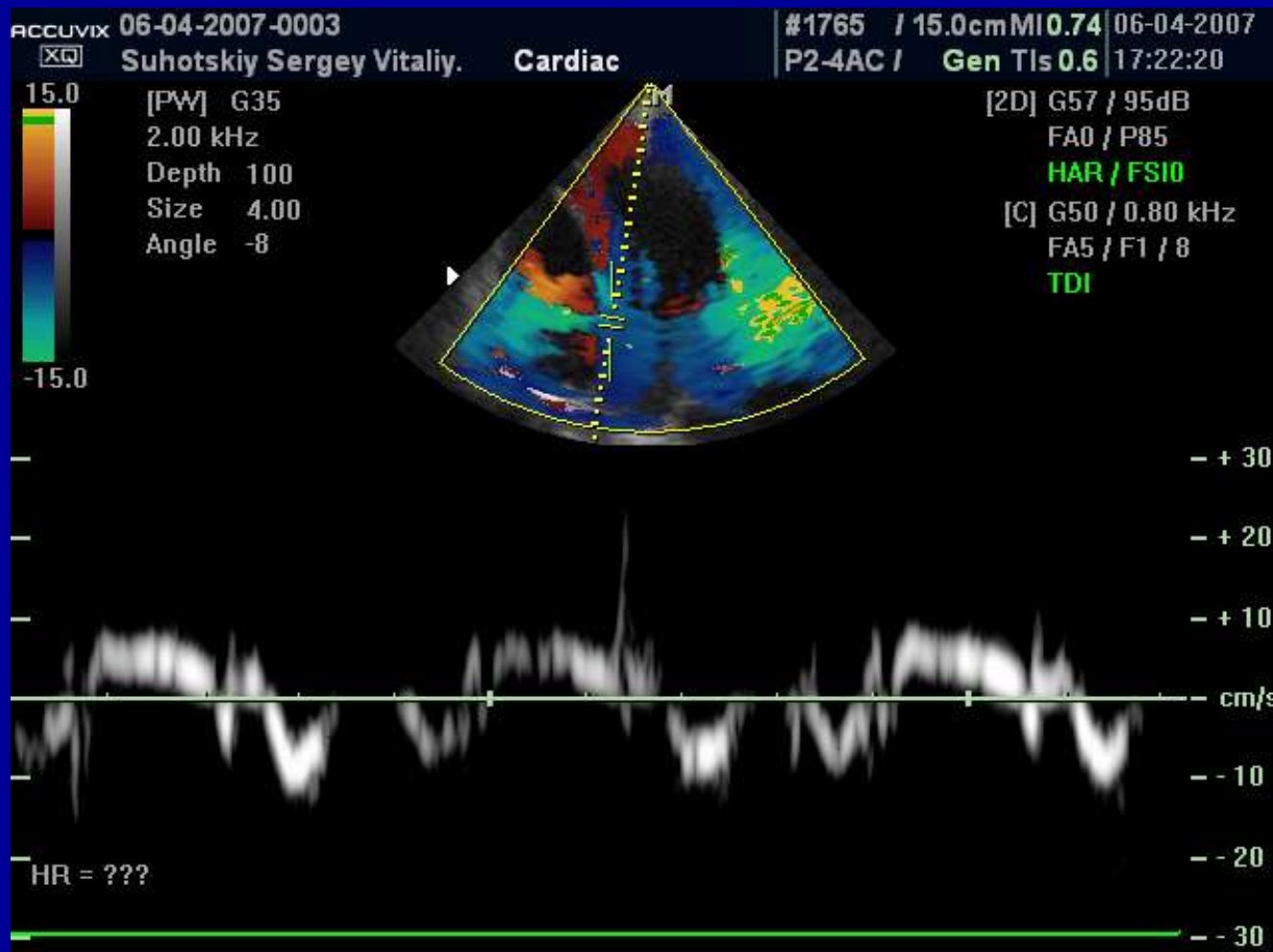
Прогностическое значение диастолической дисфункции левого желудочка у больных с ОИМ (Moller J. и соавт. (2000))

	V_p	DTE трансмитрального потока	Смертность в течение 1 года
Нормальный тип	>45 см/сек	140-240 мсек	0%
Нарушение релаксации	<45 см/сек	>240 мсек	13%
Псевдонормализация потока	<45 см/сек	140-240 мсек	48%
Рестриктивный тип	<45 см/сек	<140 мсек	65%

Соотношение трансмитральной раннедиастолической скорости E и V_p (E/V_p)

- По данным Møller J. и соавт. (2000) лучшим независимым предиктором развития сердечной недостаточности после перенесенного ОИМ было соотношение E/V_p более 1,5

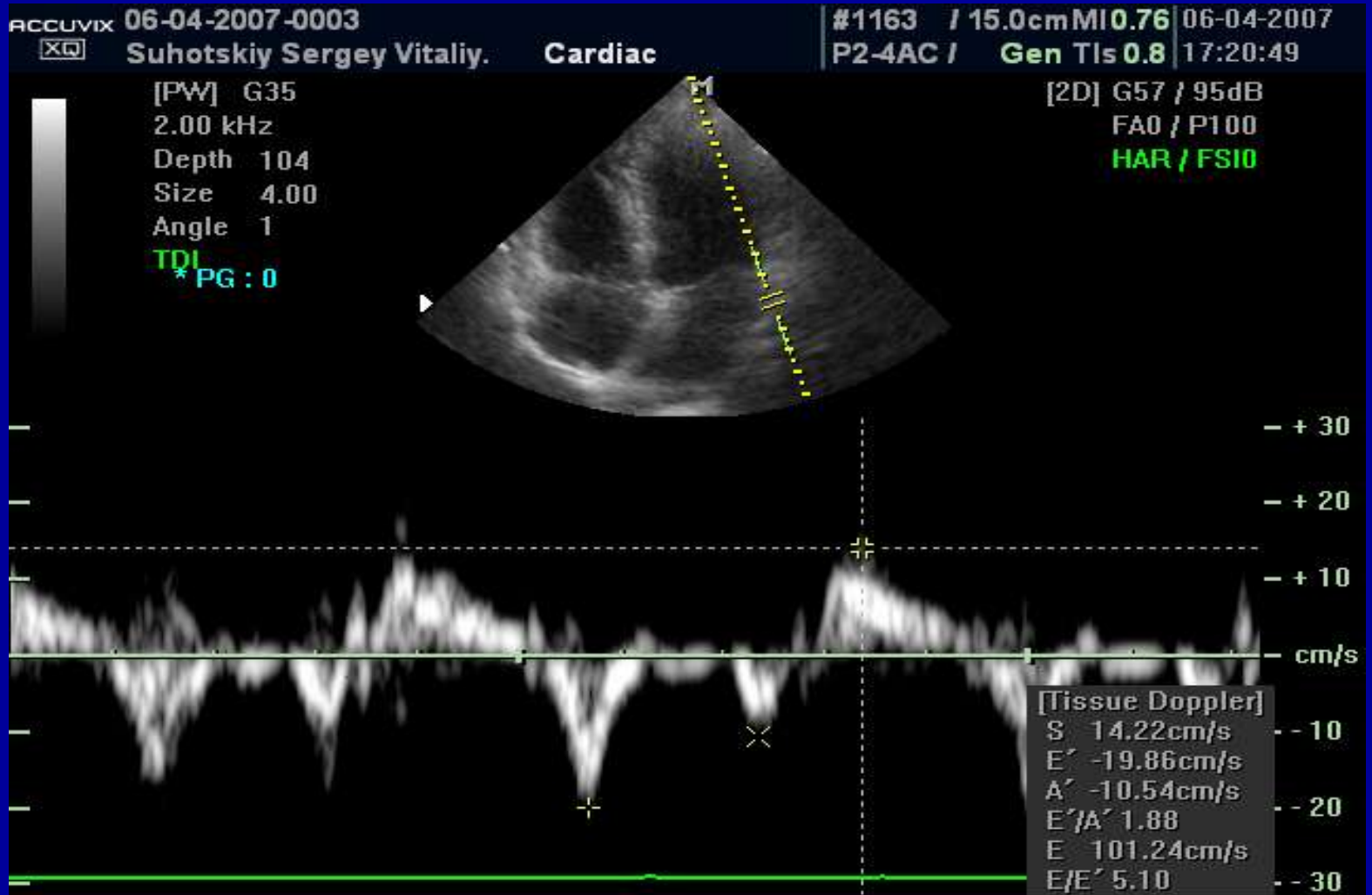
Тканевая импульсная доплерография



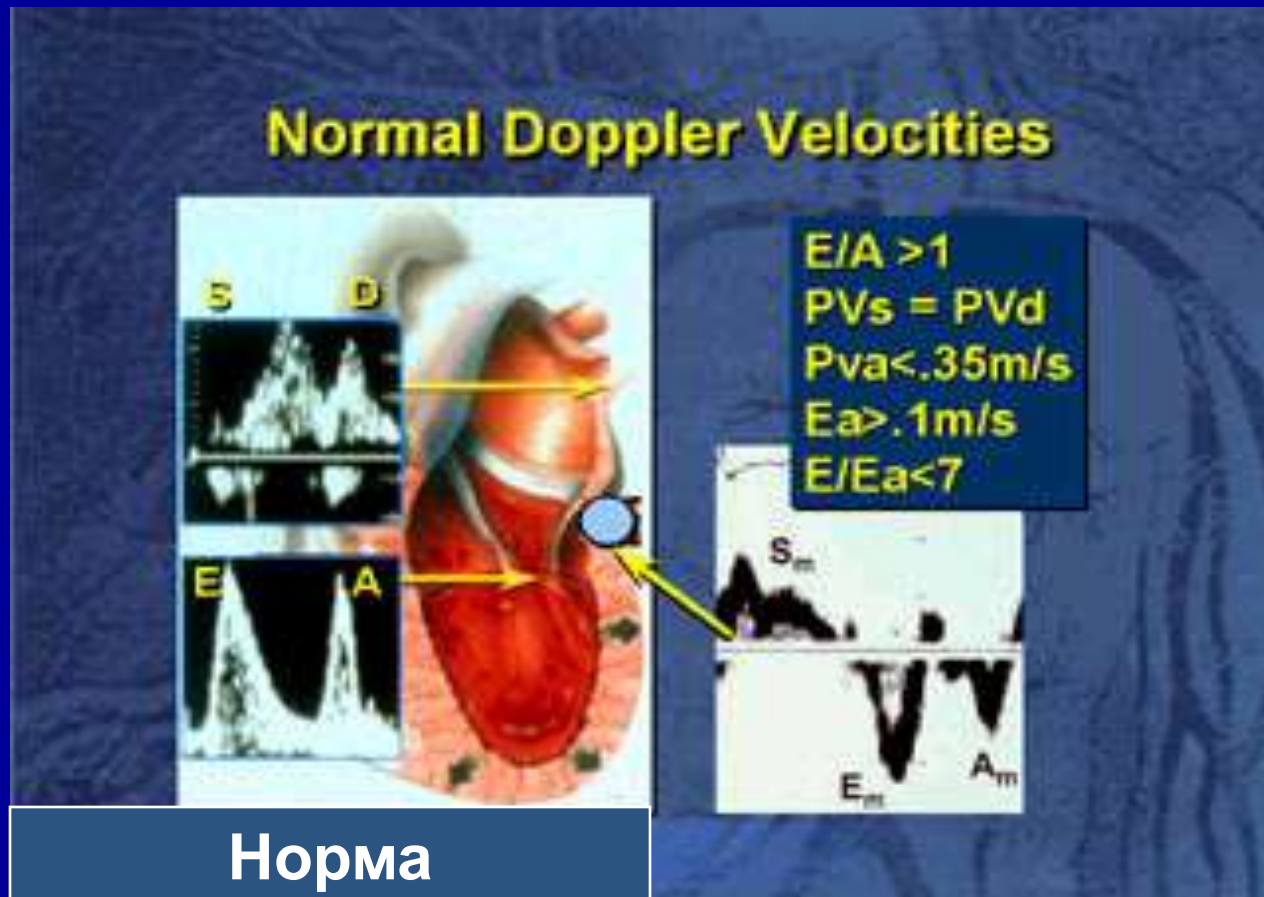
Соотношение раннедиастолической скорости трансмитрального потока E к величине e' (E/e')

- Наиболее важный интегративный неинвазивный показатель, указывающий на состояние преднагрузки
- $E/e' > 10$ - высокое давление наполнение ЛЖ
- $E/e' < 8$ – давление наполнения низкое или нормальное
- Такие же значения E/e' идентично указывают на ДНЛЖ при снижении глобальной сократимости, тахикардии, фибрилляции предсердий

ТДВ МИТРАЛЬНОГО КОЛЬЦА



Нормальный трансмитральный кровоток



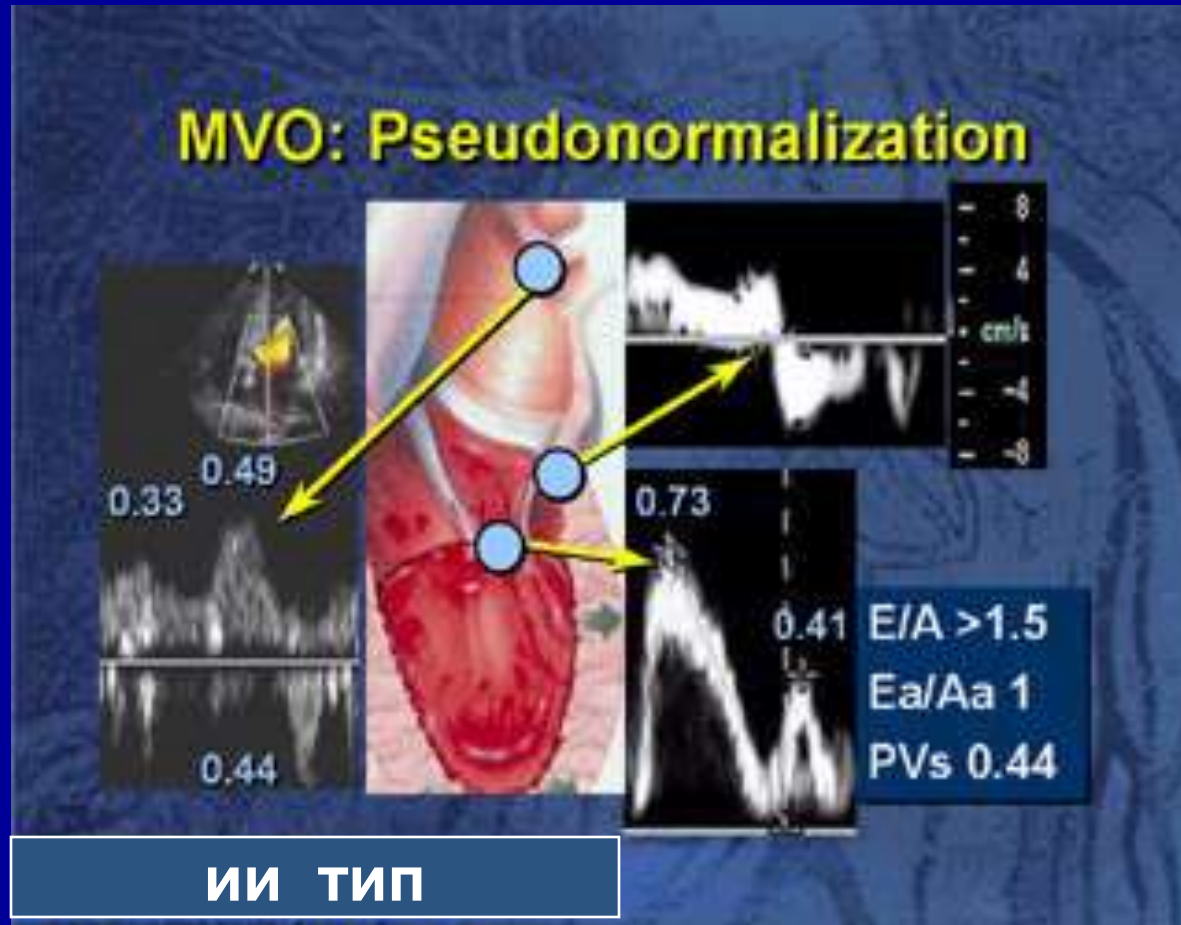
Основные характеристики нормальной диастолы

- высокий пик E
- E/A > больше 1
- IVRT < 100 мсек
- DTE < 210 мсек
- ЛВ: низкие скорости AR и S; S/D > 1
- Vp в М-ЦДК > 550 мм/сек (>450 мм/сек у старших)
- Em > 0,1 м/сек

Характеристики нарушенного расслабления

- нормальное ДН и нормальная податливость ЛЖ
- $E/A < 1$
- DTE > 220 мсек
- IVRT > 100 мсек
- ЛВ: $S > D$ при значительной волне обратного потока AR
- V_p в М-ЦДК < 450 мм/сек
- $E_m < 0,08$ м/сек

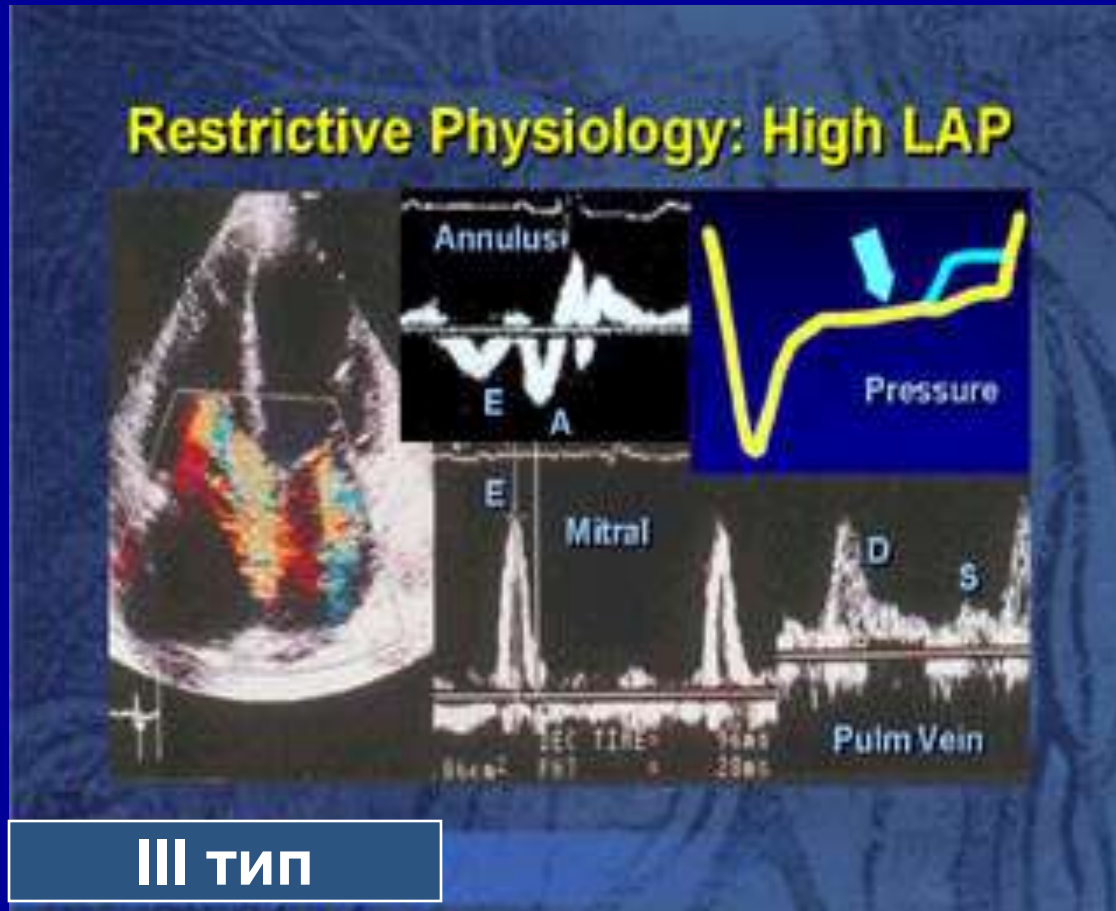
Псевдонормализация ТМК



Псевдонормализация ТМК

- Расслабление ЛЖ и его податливость снижены, а ДНЛЖ повышено
- “нормальный” вид кривой ТМК
- снижение IVRT
- ЛВ: $S/D < 1$,
повышена скорость AR
- V_p в М-цвете < 450
мм/сек
- $E_m < 0,08$ м/сек

Рестрикция наполнения ЛЖ

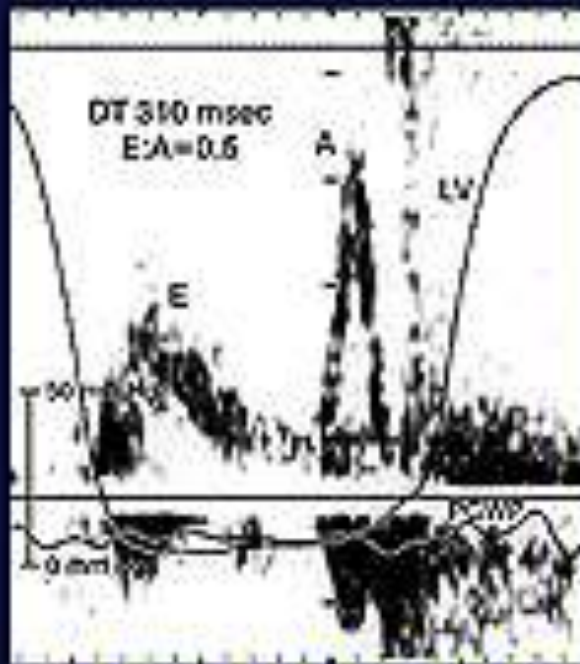


Рестрикция наполнения

- Глубокие расстройства податливости ЛЖ и значительно повышенное ДН ЛЖ
- $E/A > 2$
- короткий DTE (<150 мсек) и IVRT (<60 мсек)
- ЛВ: значительно снижена волна S; высокая волна AR - редко
- V_p в М-ЦДК <450мм/сек
- $E_m < 0,08$ м/сек

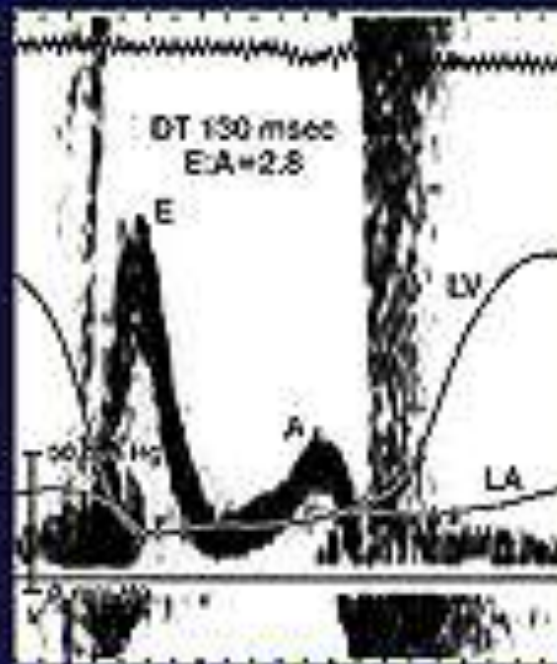
I и III степени диастолической дисфункции

Grade I Dysfunction
Abnormal Relaxation



Mean LAP 8 mm Hg

Grade III Dysfunction
Restrictive Filling



Mean LAP 28 mm Hg

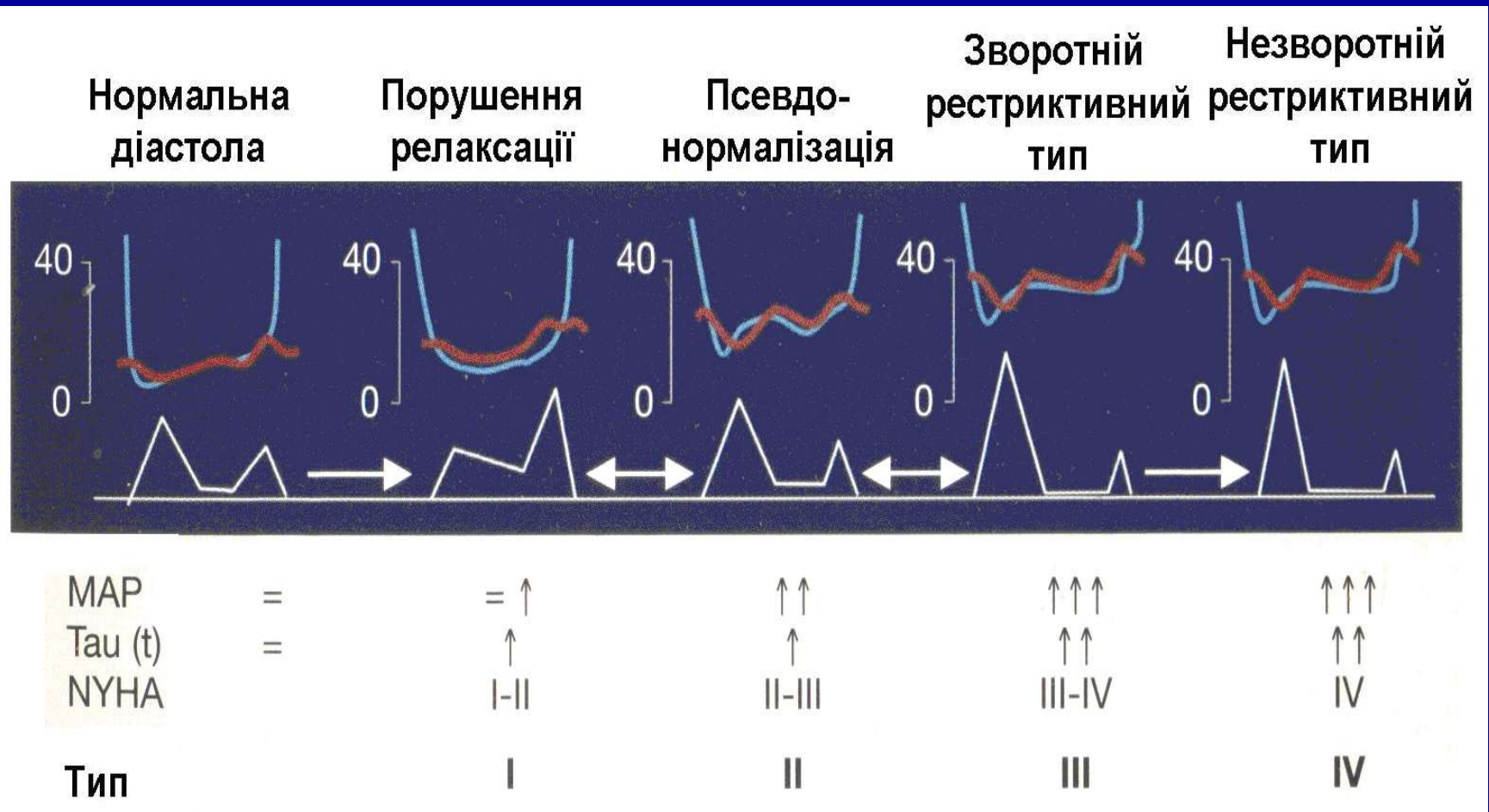
Расчет давления в ЛП

Relation of LAP to E/Ea

$$\text{LAP} = (\text{E/Ea} \times 1.25) + 1.9$$

- An E/Ea ratio ≥ 10 is: *95% sensitive*
82% specific
- Mean LAP > 15 mmHg
- Allows estimation of pressures in the absence of sinus rhythm

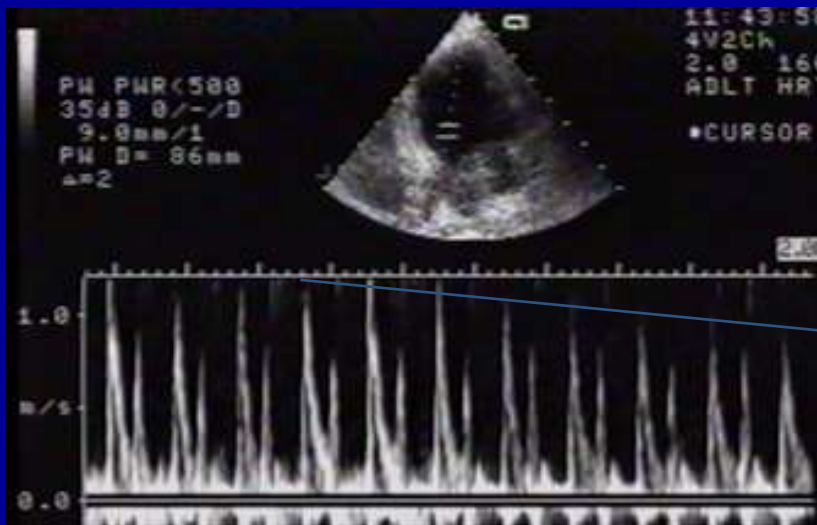
Степени диастолической дисфункции



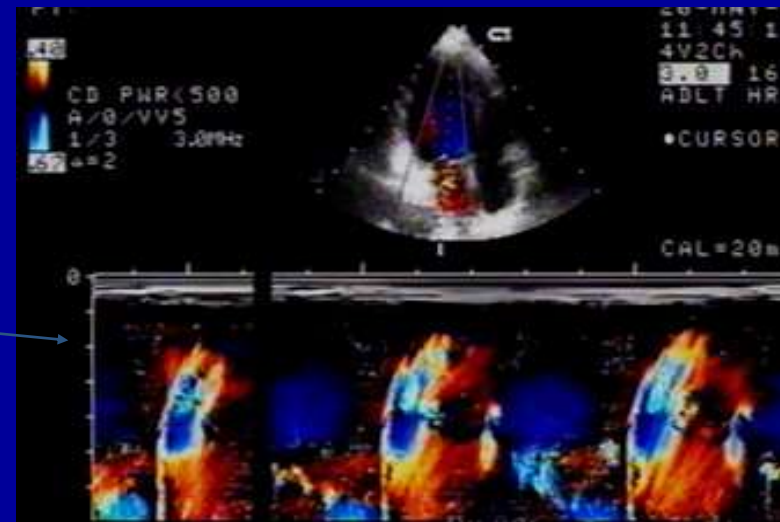
Эхокардиографические показатели диастолической функции в норме и при различных типах диастолических расстройств

		Нормальный тип	Нарушение расслабления (I тип)	Псевдонормальный тип (II тип)	Рестрикция наполнения (III тип)
Характер нарушений диастолической функции		Нормальная диастолическая функция	Нормальные ДН и податливость ЛЖ	Расслабление ЛЖ и податливость снижены, а ДН ЛЖ повышено	Глубокое нарушение податливости ЛЖ и значительно повышенное ДН ЛЖ
Трансмитральный поток	E/A	1-2	<1	1-2	>2
	IVRT	< 100 мсек	> 100 мсек	60-100 мсек	< 60 мсек
	DTE	< 220 мсек	> 220 мсек	150-200 мсек	< 150 мсек
Поток в легочных венах		Низкие скорости AR и S; S/D >1	S>>>D значительной волне обратного потока AR	S/D <1, повышена скорость AR	Значительно снижена волна S; высокая AC - редко
Скорость распространения диастолического потока (M-ЦДК)		>550 мм/сек (>450 мм/сек у старших)	<450 мм/сек	<450 мм/сек	<450 мм/сек
Тканевая доплерография митрального кольца		e' > 8 см/сек	e' < 8 см/сек	e' < 8 см/сек	e' < 8 см/сек

Как оценить диастолическую функцию ?

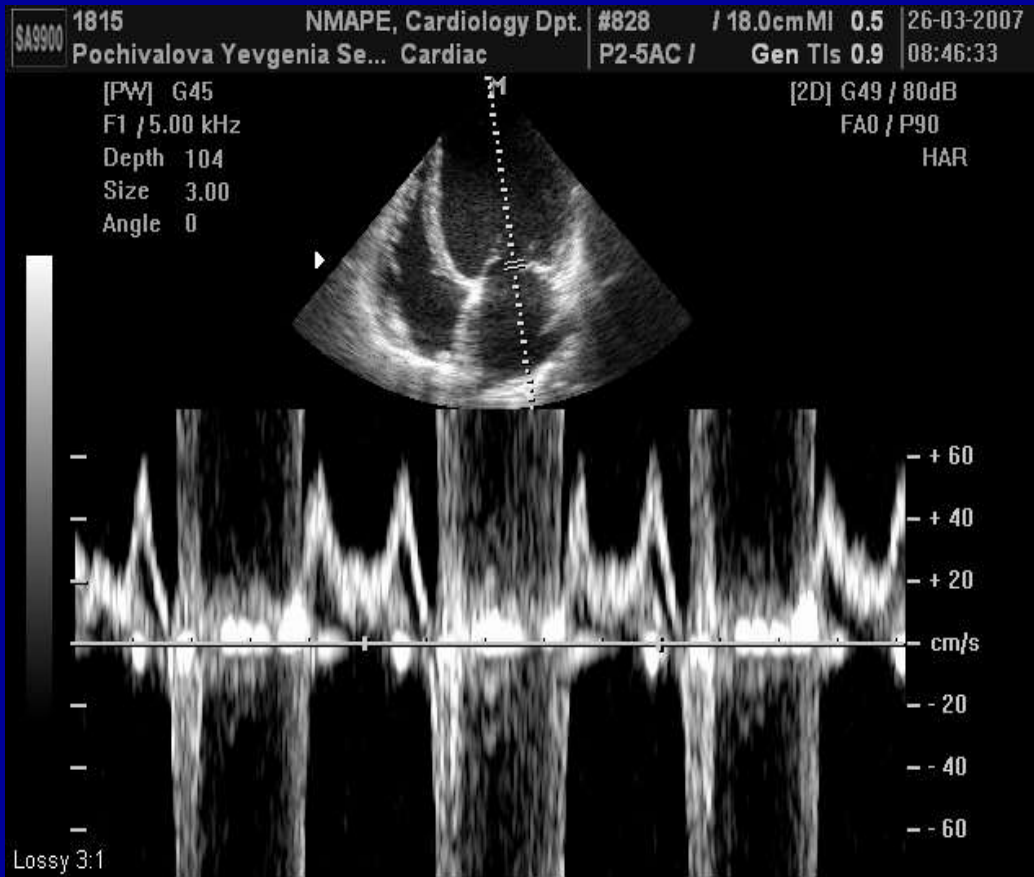


ПРОБА ВАЛЬСАЛЬВЫ



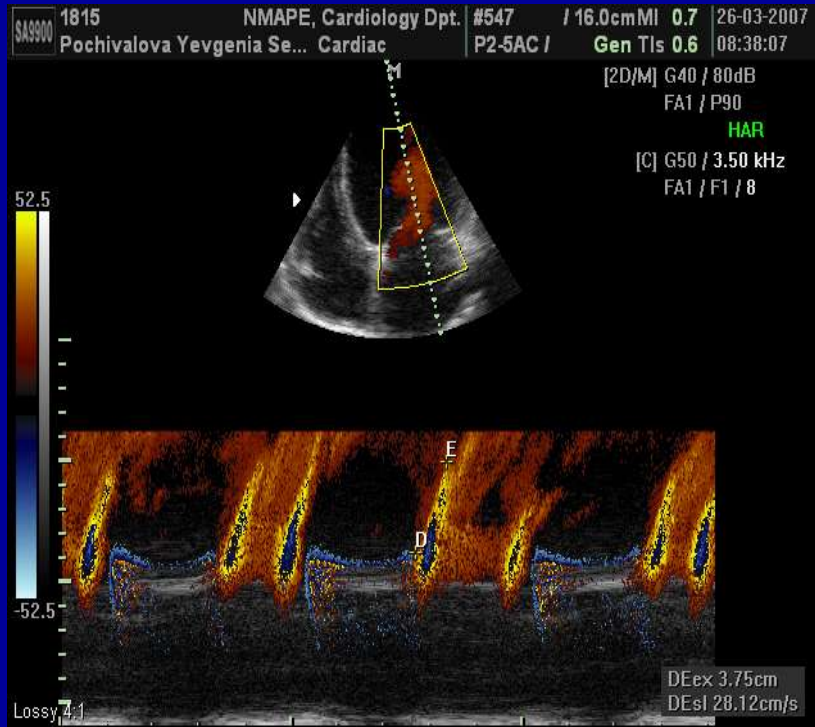
$V_p=62$ см/с

Ишемическая кардиомиопатия



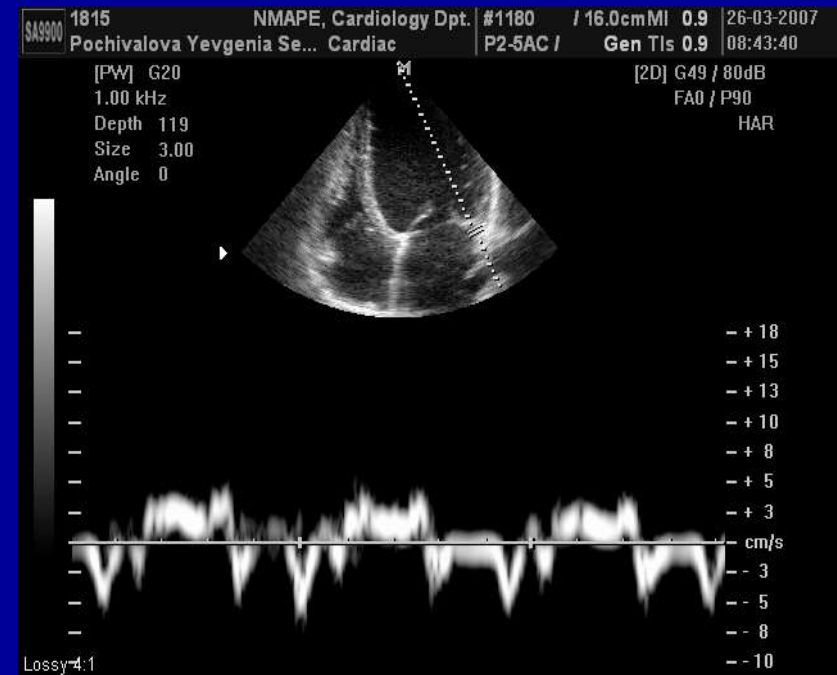
- Больная Е.С.П., 85 лет.
Функциональный класс III (NYHA).
Левый желудочек: толщина стенок 1,1 см; КДР 6,85 см; расчетная фракция выброса 22 %.
- Импульсно-волновая доплерография трансмитрального потока. $E/A=1,05$

Ишемическая кардиомиопатия

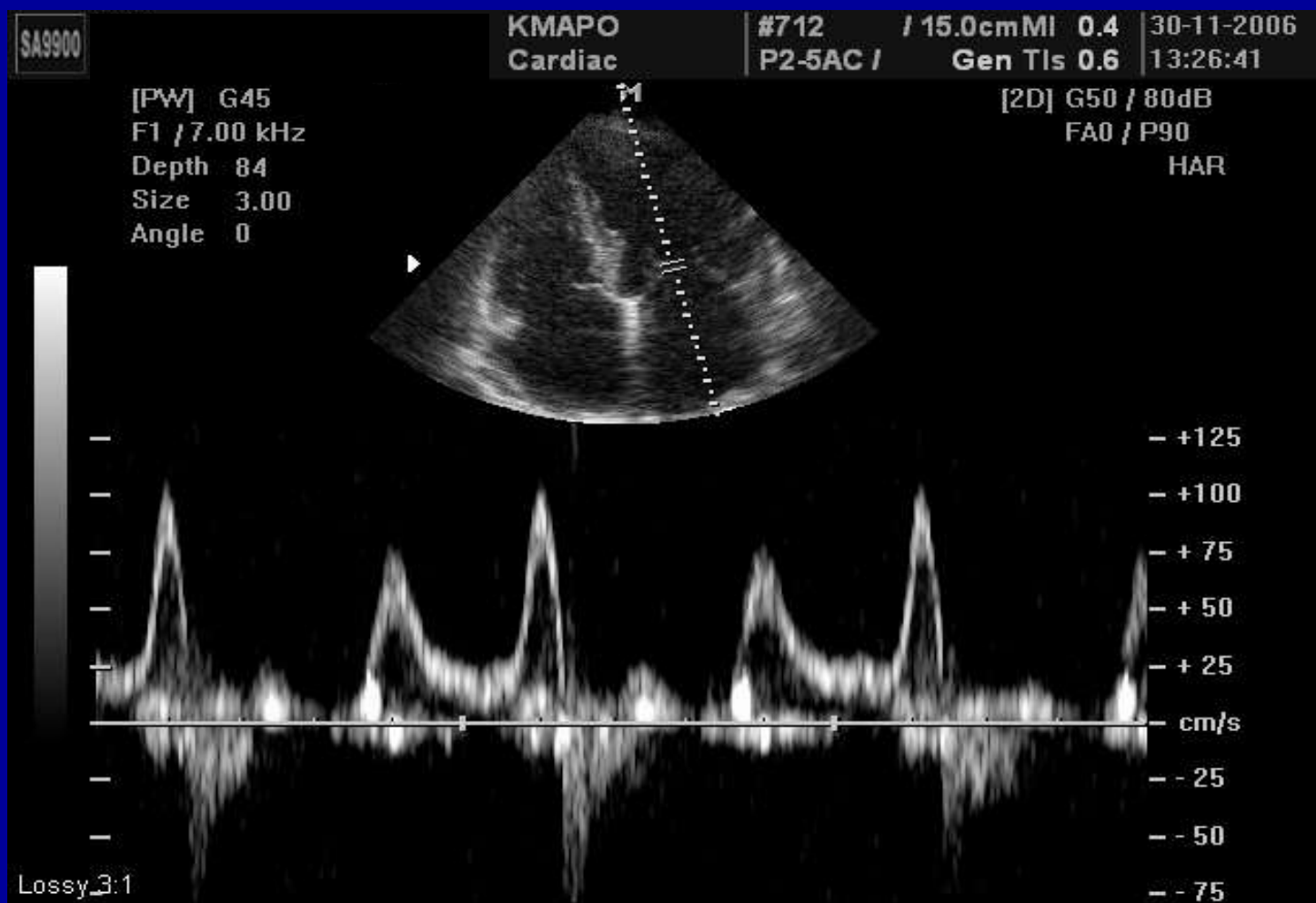


**ТДВ митрального кольца.
Скорость раннего диастолического
движения $E_m=5$ см/с.**

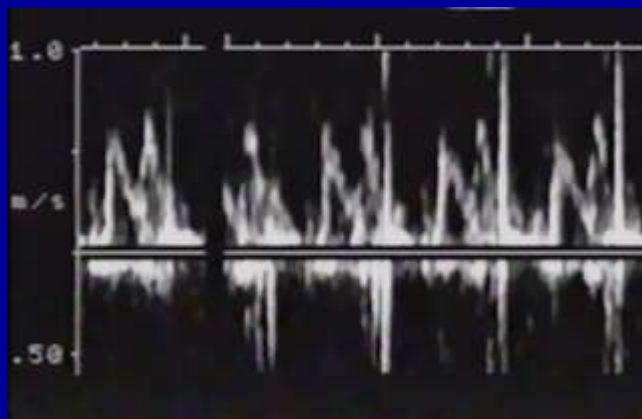
**М-ЦДК потока крови в ЛЖ.
Скорость распространения
диастолического потока
 $V_p=28,12$ см/с.**



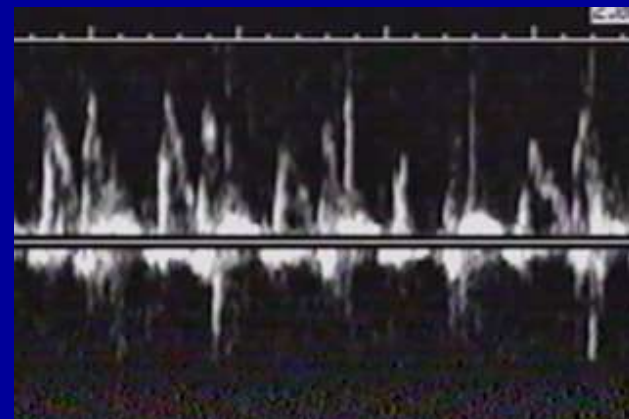
ИБС. Состояние после АКШ и аневризмэктомии ЛЖ



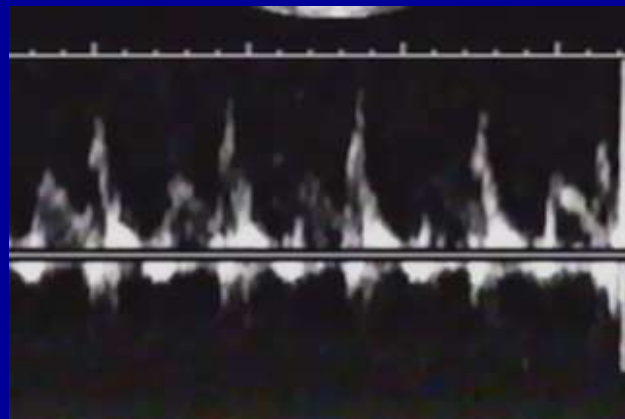
ИБС. Состояние после АКШ



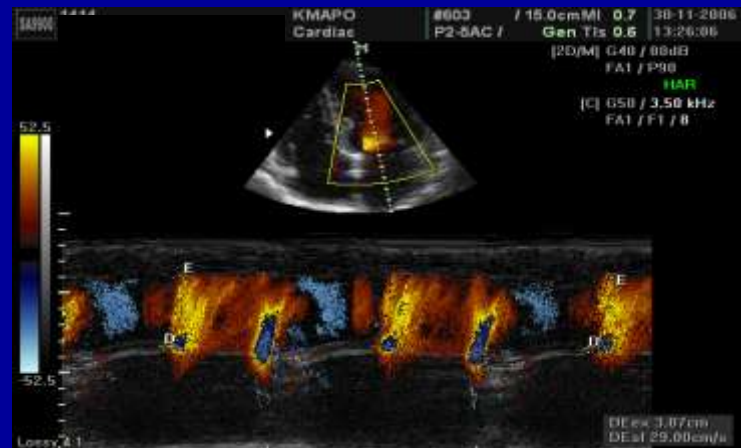
До пробы Вальсальвы



Начало пробы Вальсальвы

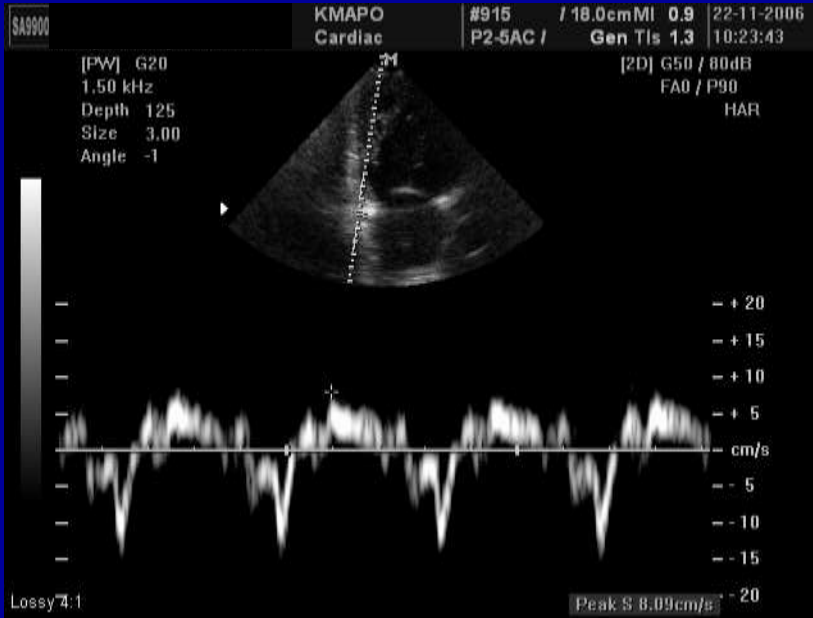


На высоте пробы Вальсальвы

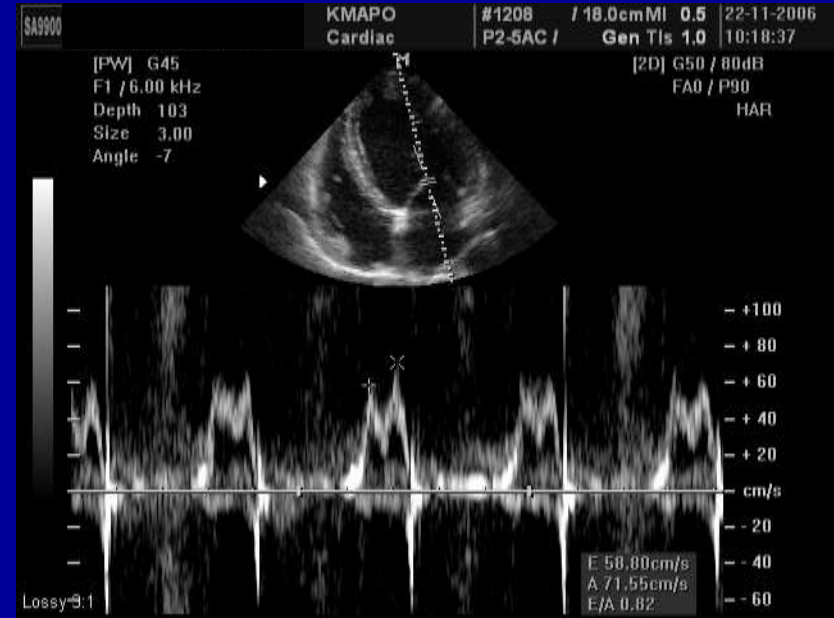


$V_p=29$ см/с

ИБС. Состояние после АКШ

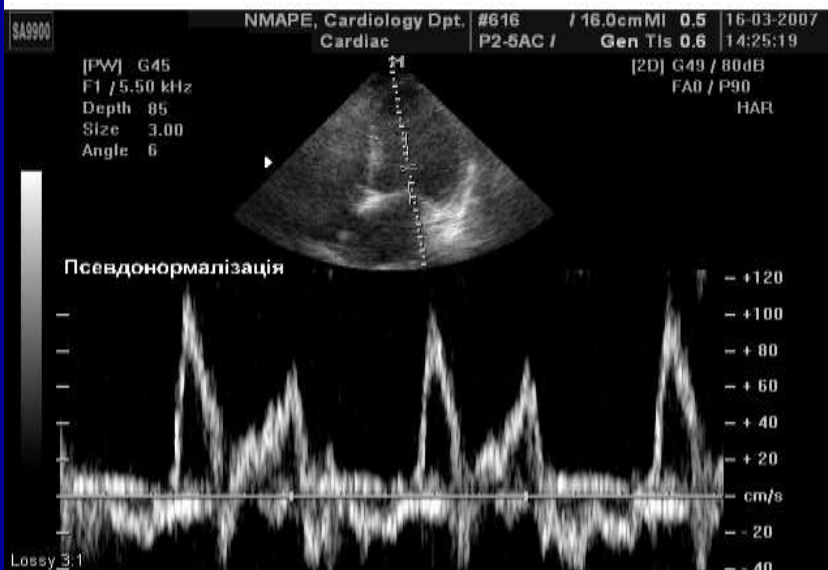
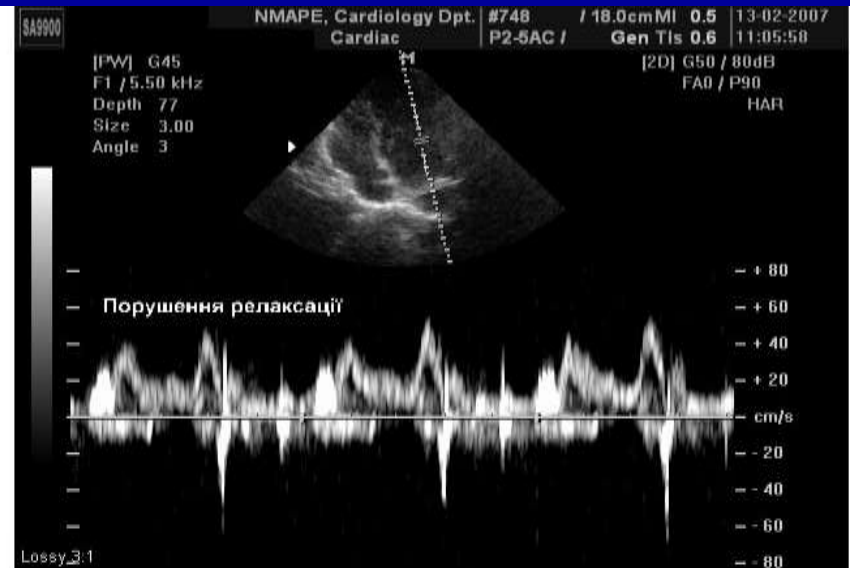


ТДВ

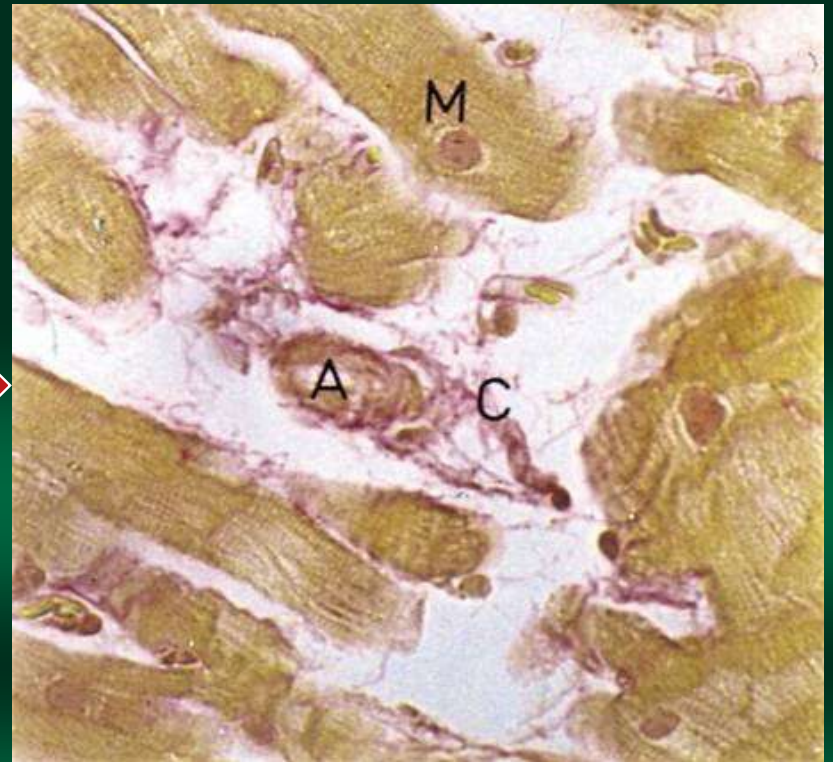
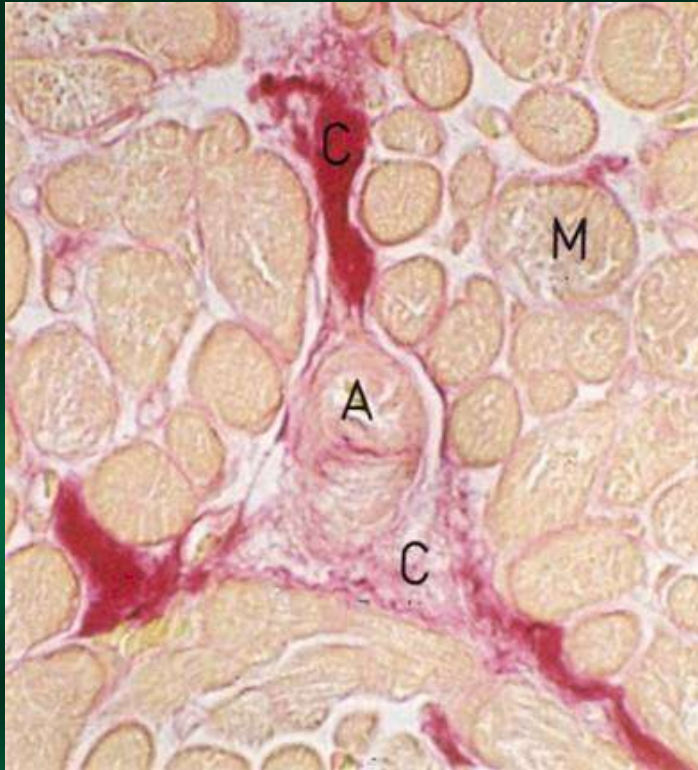


Через 5 мин. после начала исследования

Дилатационная КМП

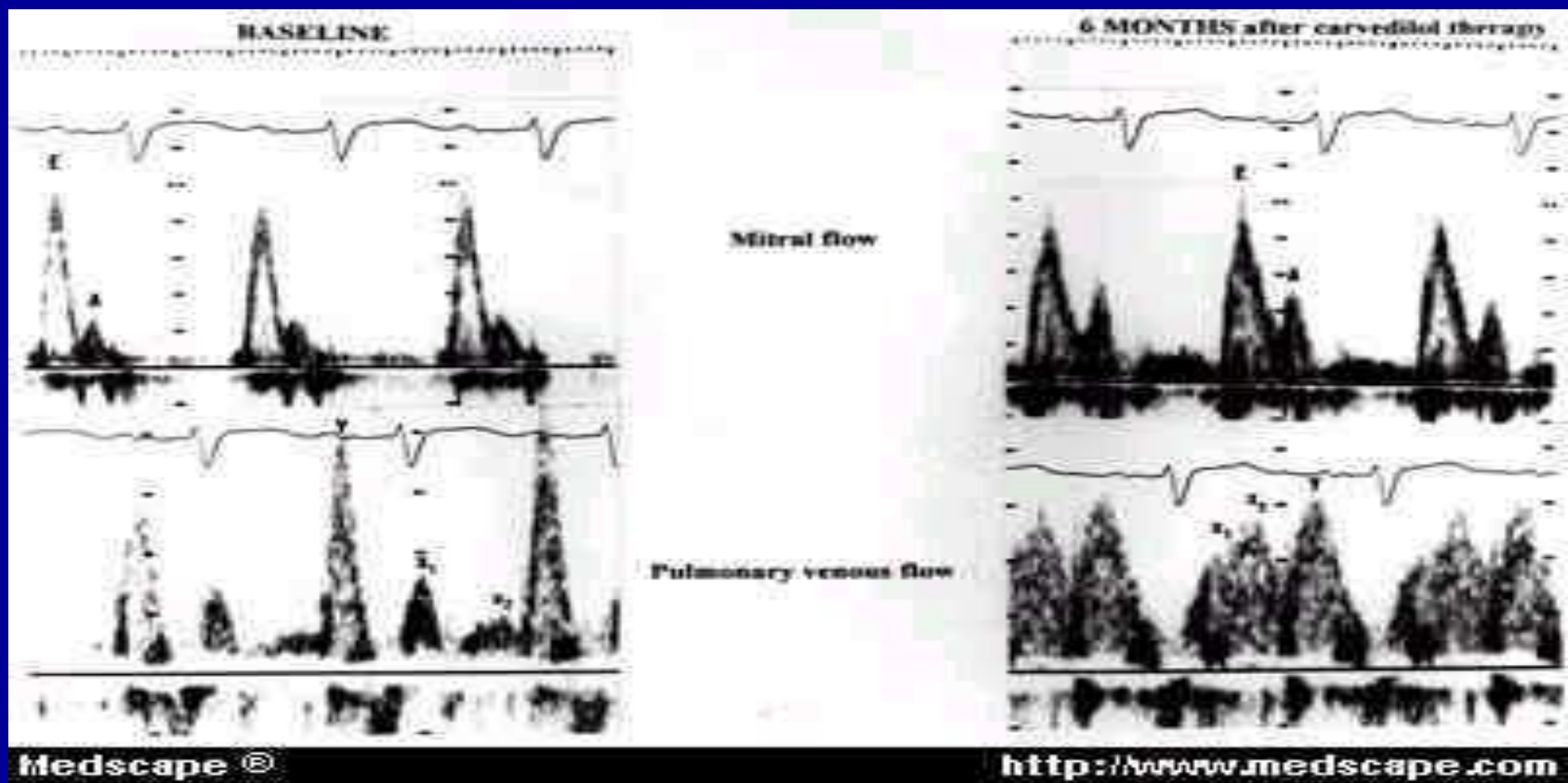


Регрессия периартериолярного фиброза при лечении Престариумом (1 год)



М-миоцит, А-артериола, С-колаген

Влияние эффективного лечения на диастолические показатели



Как оценить состояние диастолической функции в данном случае?

