

# **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



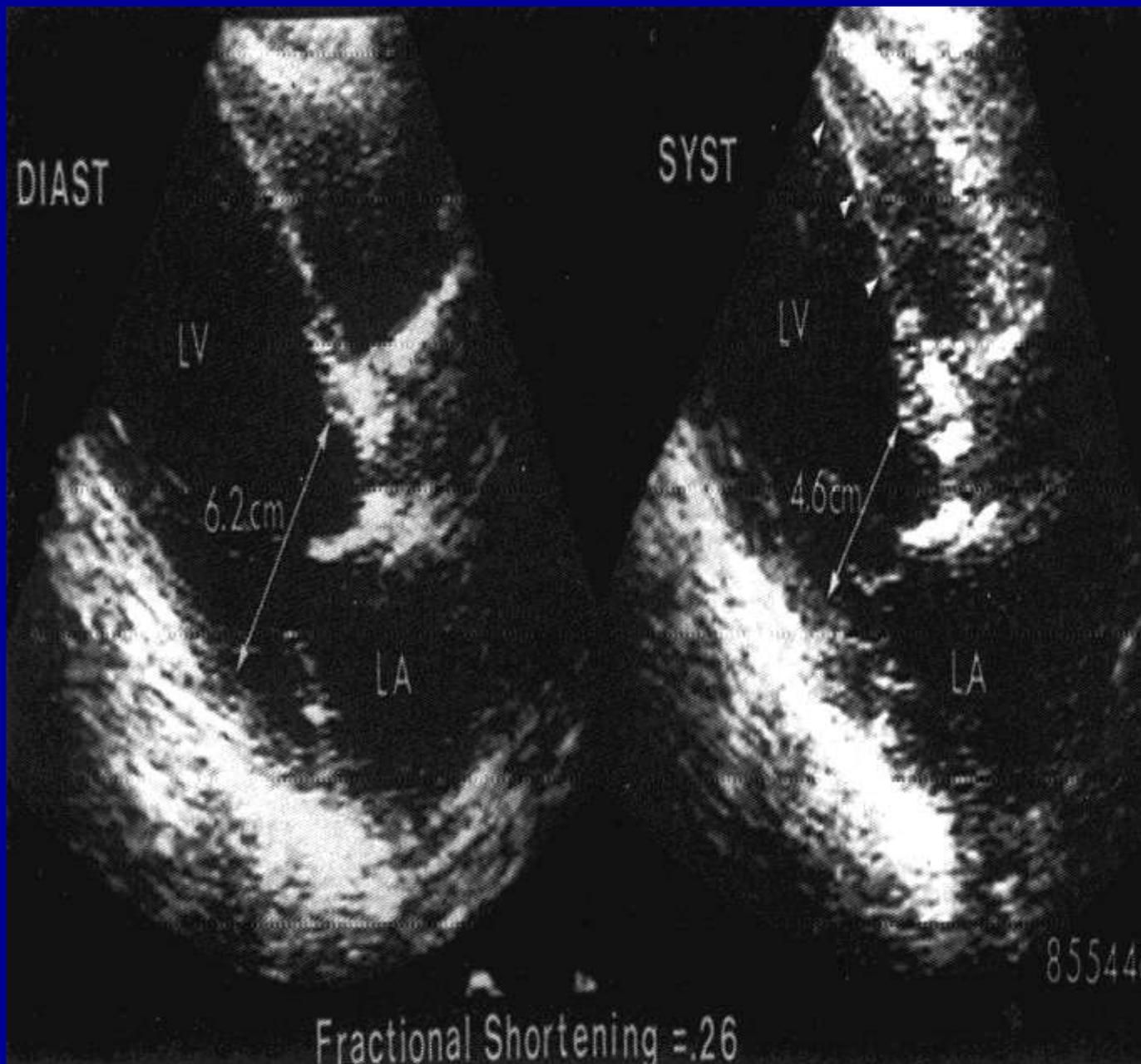
# В-режим



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

# В-режим - недостатки

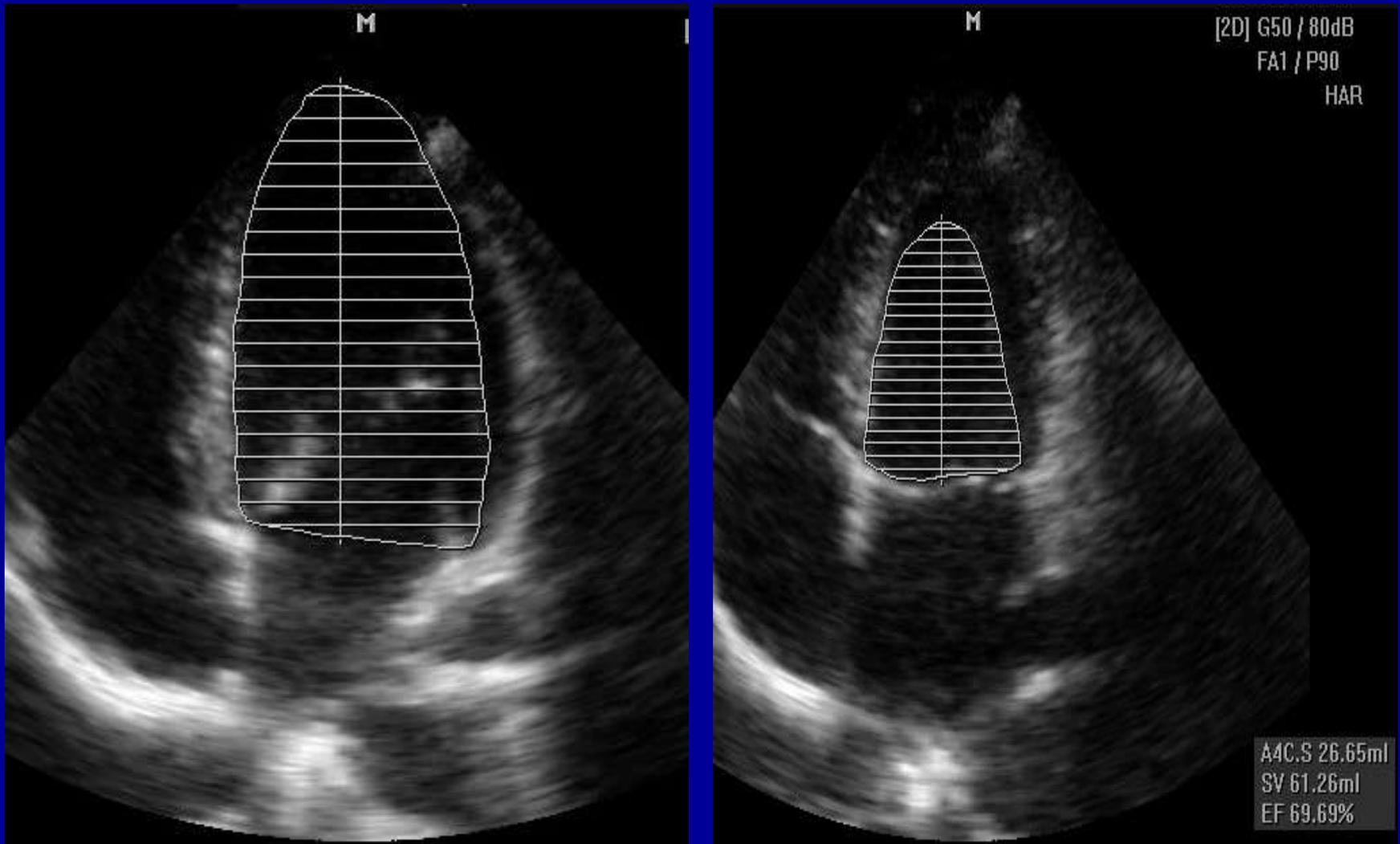
- Сегментарная оценка на уровне базальных отделов ЛЖ – не принимается во внимание нарушение региональной сократимости у пациентов с ИБС → завышение эффективной ФВ ЛЖ
- Большая вариабельность значений измерений при фибрилляции предсердий



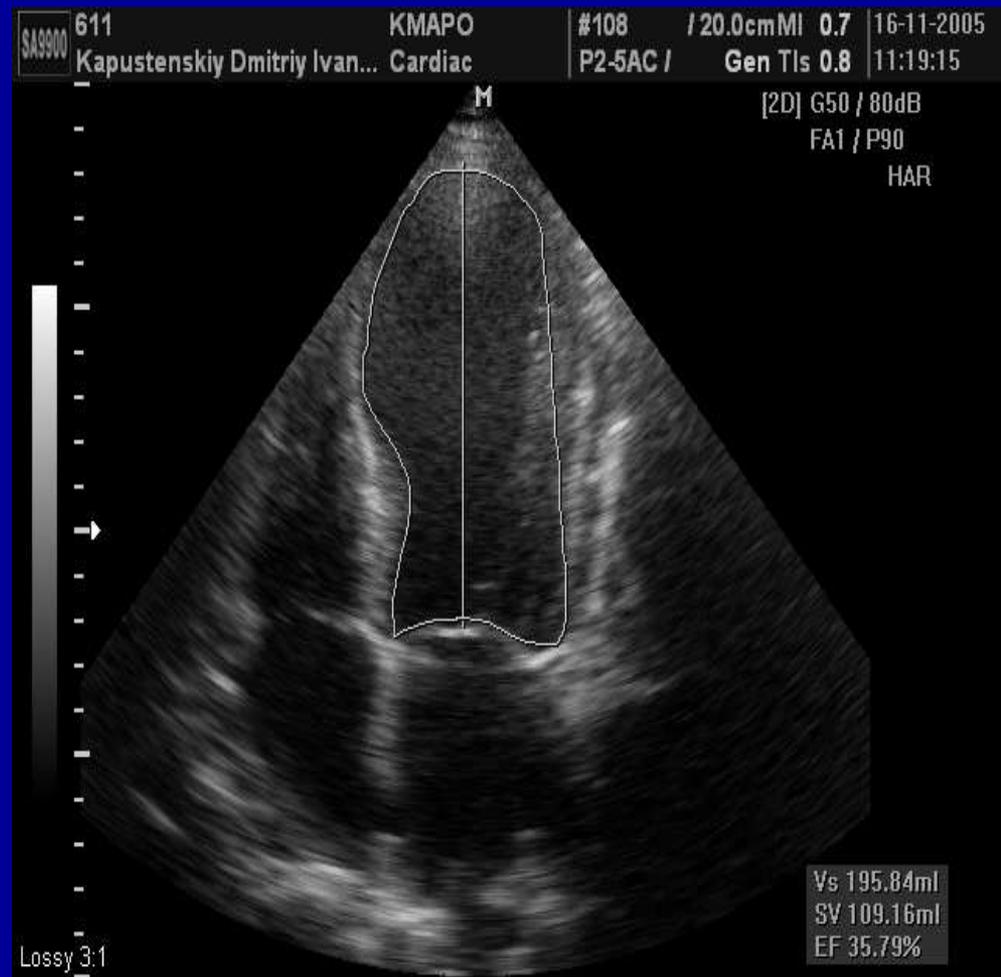
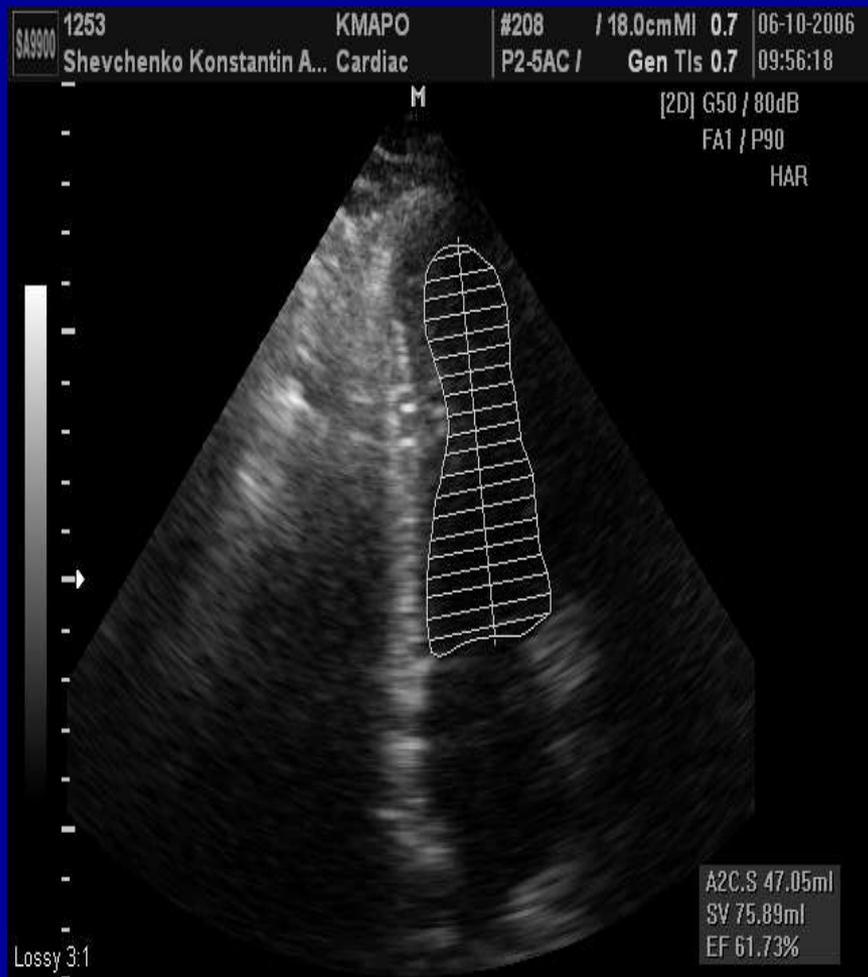
Эхокардиограммы в парастеральной позиции по длинной оси в диастолу (DIAST) и систолу (SYST), демонстрирующие получение фракции укорочения основания левого желудочка. У этого пациента, имеющего выраженный акинез перегородки (головки стрелок), базальные отделы перегородки и задней стенки желудочка продолжают 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

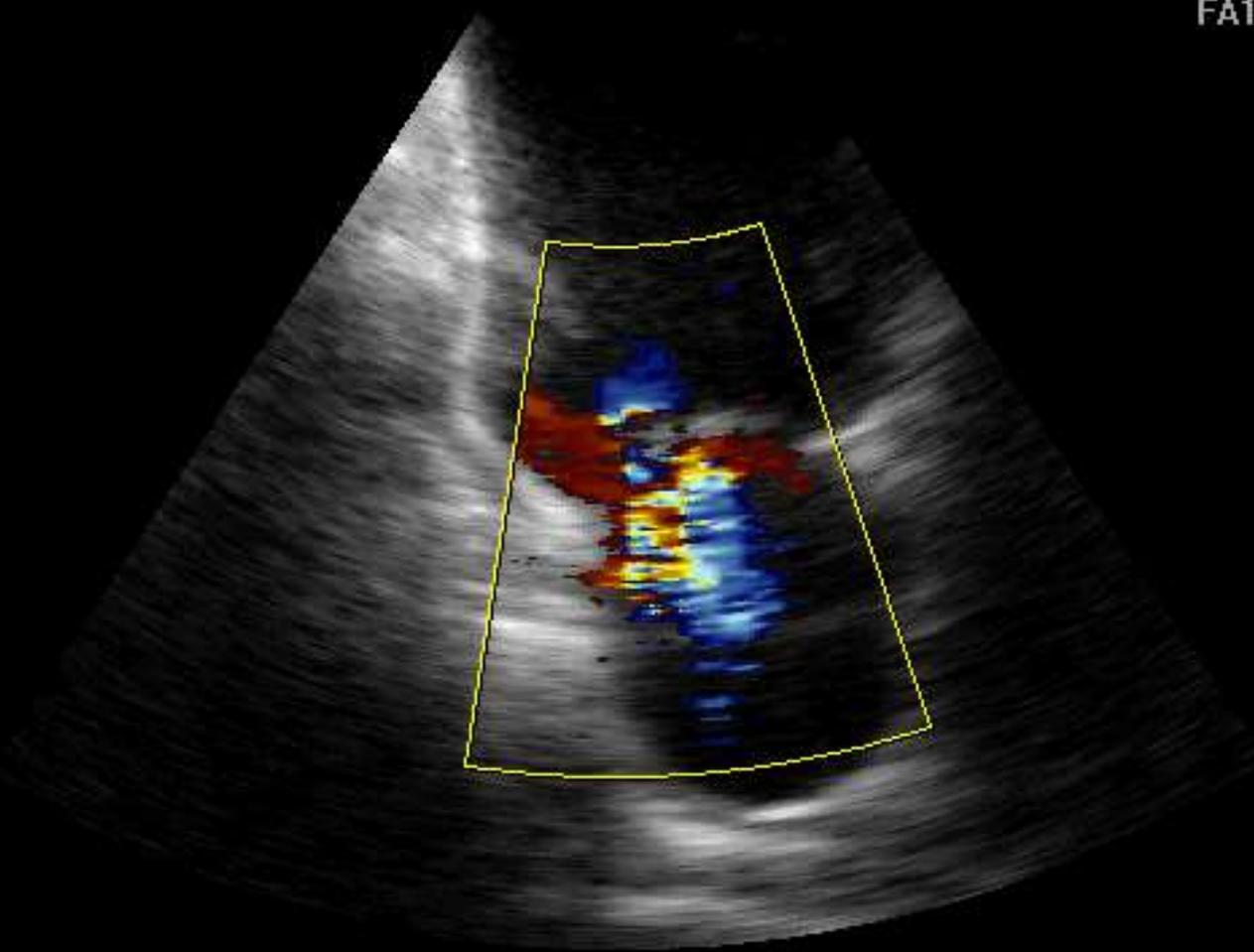
[C] G50 / 3.50 kHz

FA1 / F1 / 11

52.5



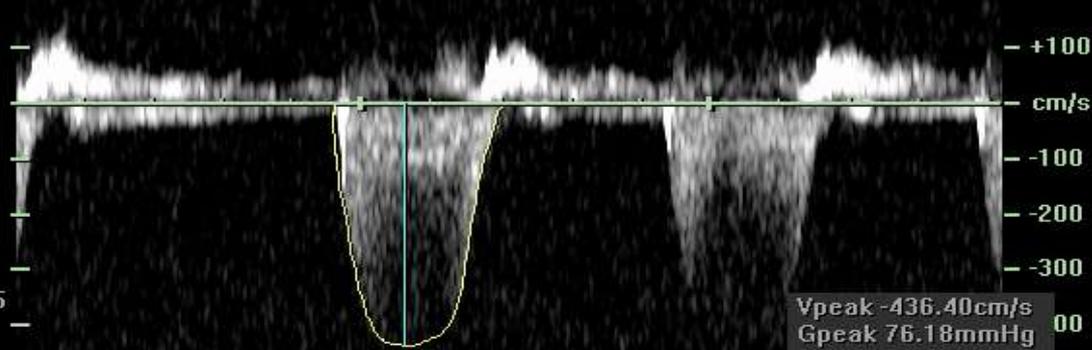
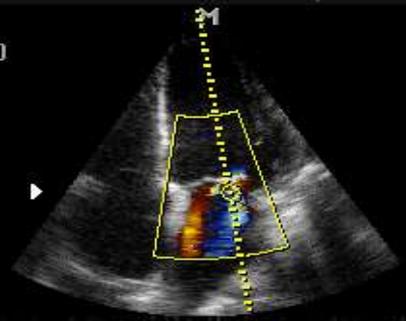
-52.5



[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 2.34cm<sup>2</sup>  
 Rate 122.74ml/s  
 ERO -0.28cm<sup>2</sup>  
 Vol. -42.84ml

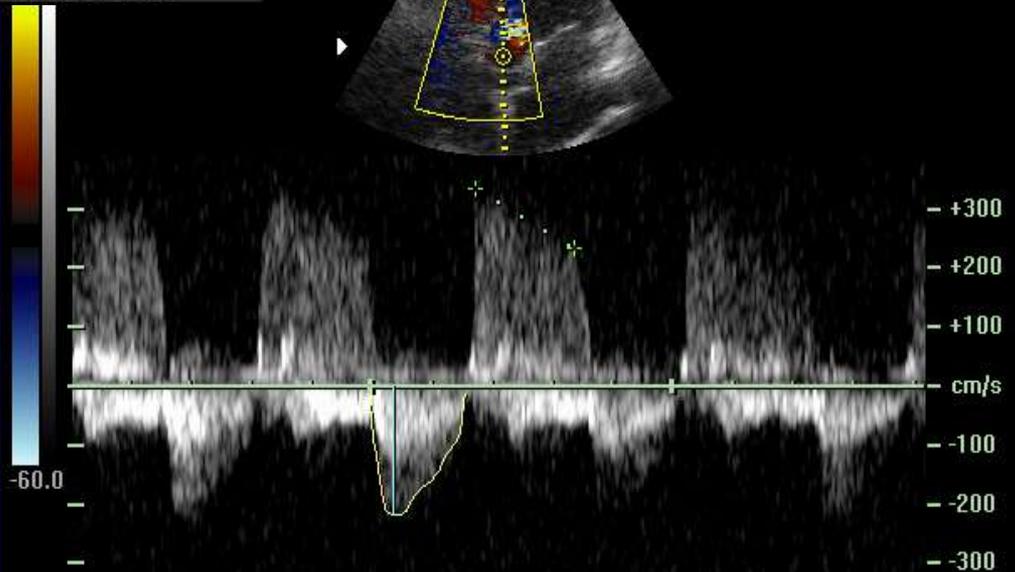
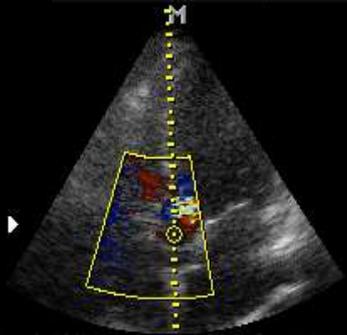


Vpeak -436.40cm/s  
 Gpeak 76.18mmHg  
 Vmean -311.49cm/s  
 Gmean 46.64mmHg  
 VTI 152.28cm

Lossy 6:1

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

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

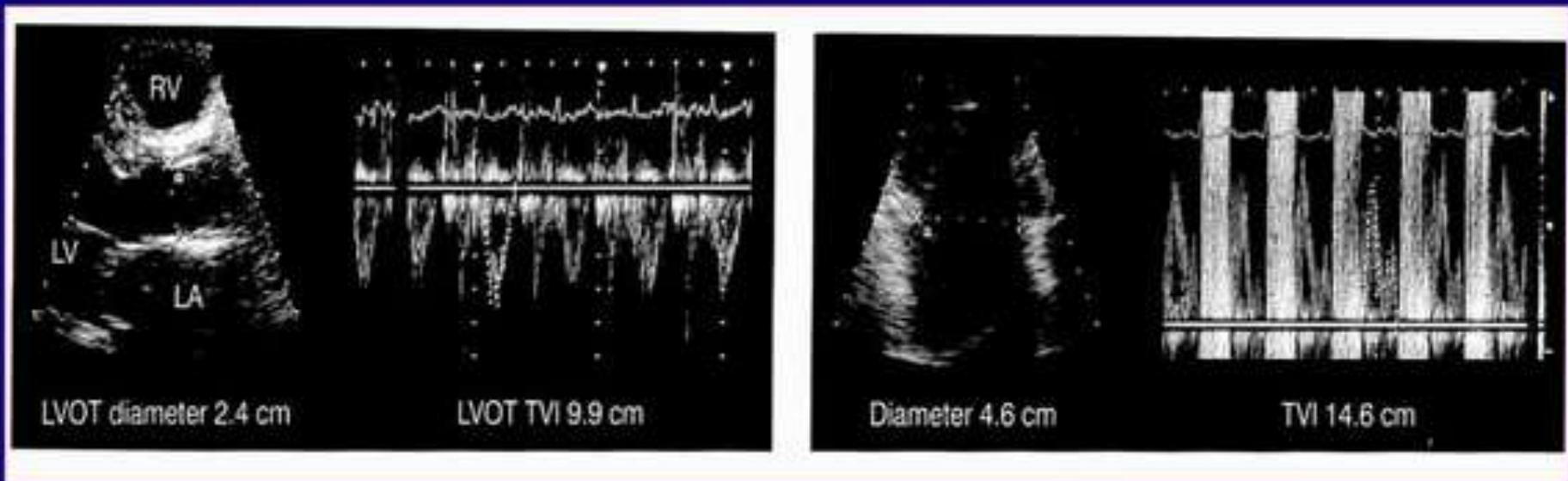


Lossy 7:1

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

---

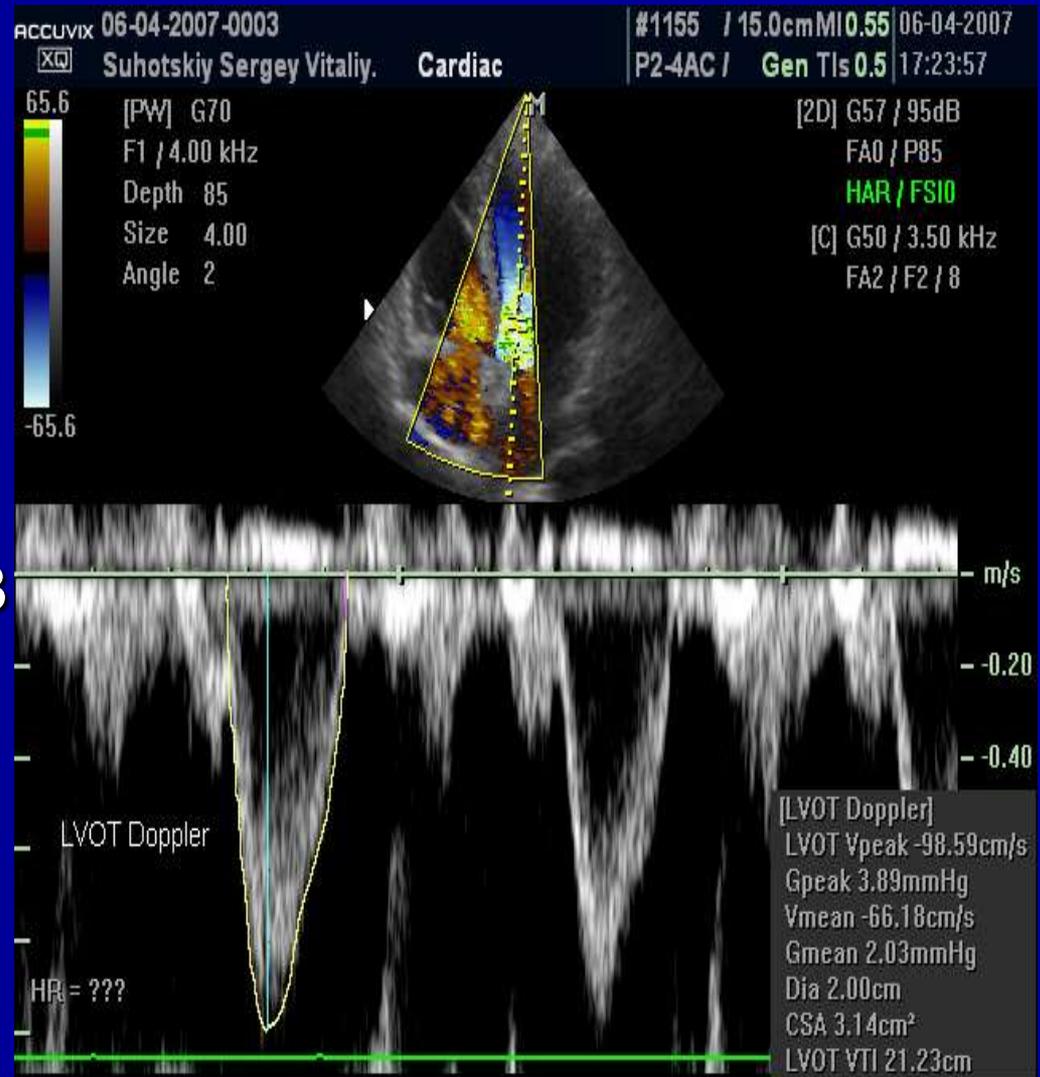
- Фракция регургитации = % регургитирующего объема, сравненного с общим антеградным потоком через несостоятельный клапан

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

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 D<sup>2</sup> (ошибка возводится в квадрат!)
- УО = VTI x Площадь ВТЛЖ (см<sup>3</sup>)
- 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

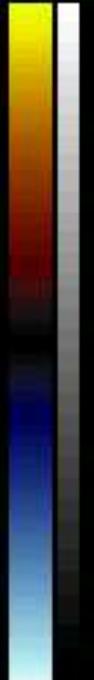
FA1 / P90

HAR

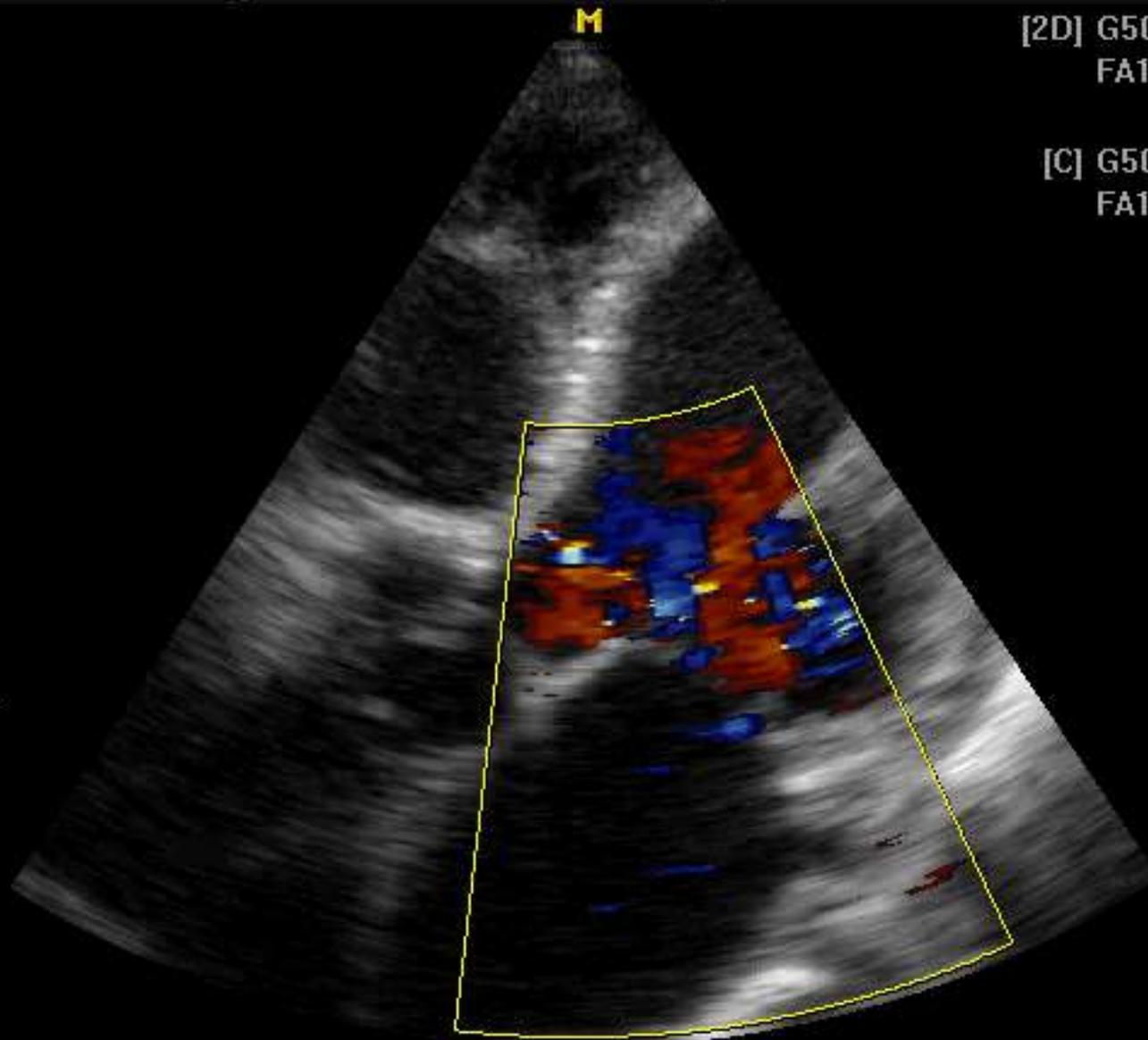
[C] G50 / 3.50 kHz

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

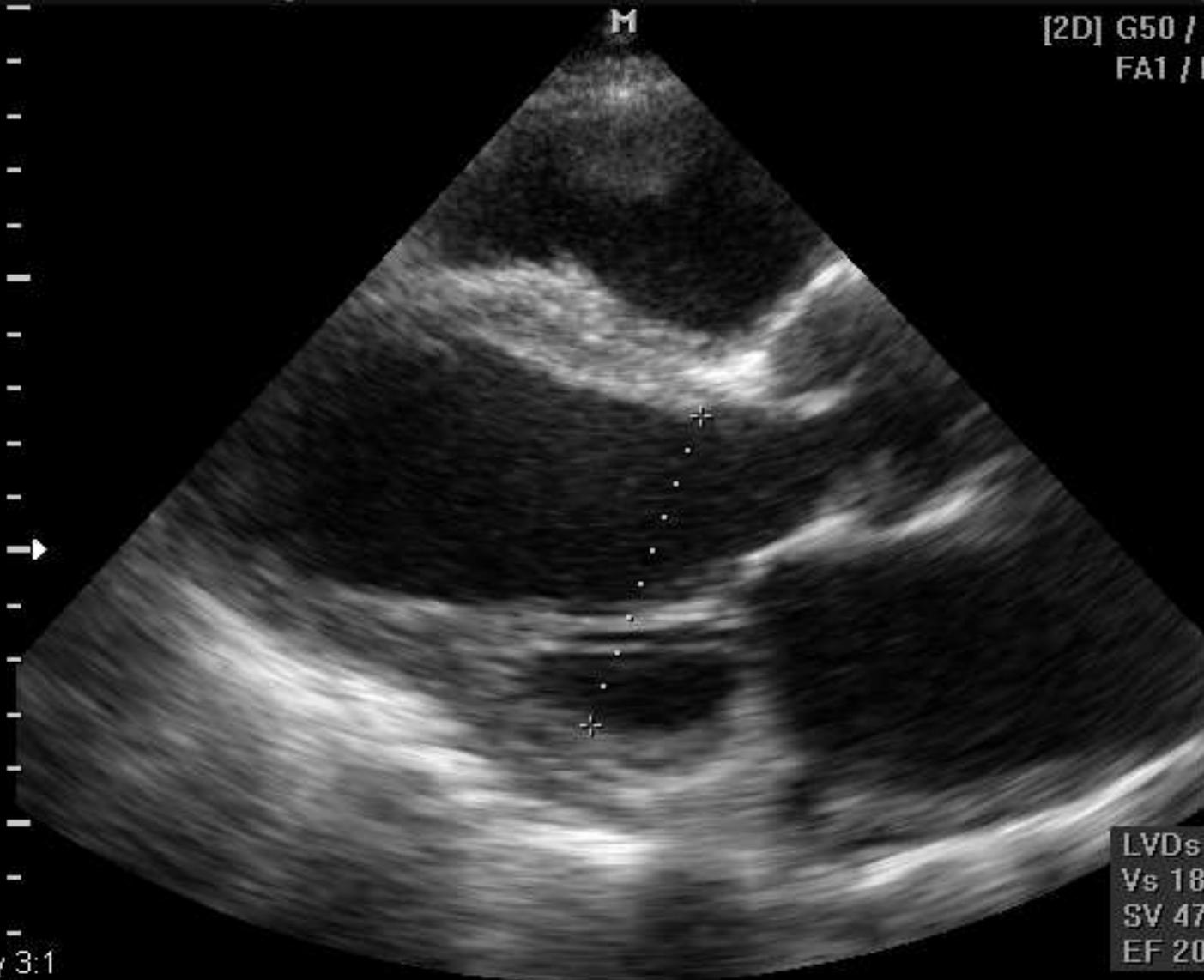
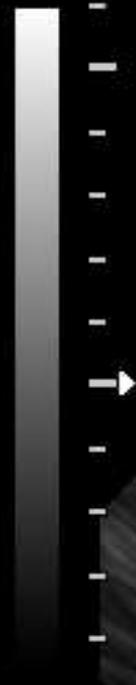
11:20:13

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

/ 18.0cmMI 1.0

17-11-2005

P2-5AC /

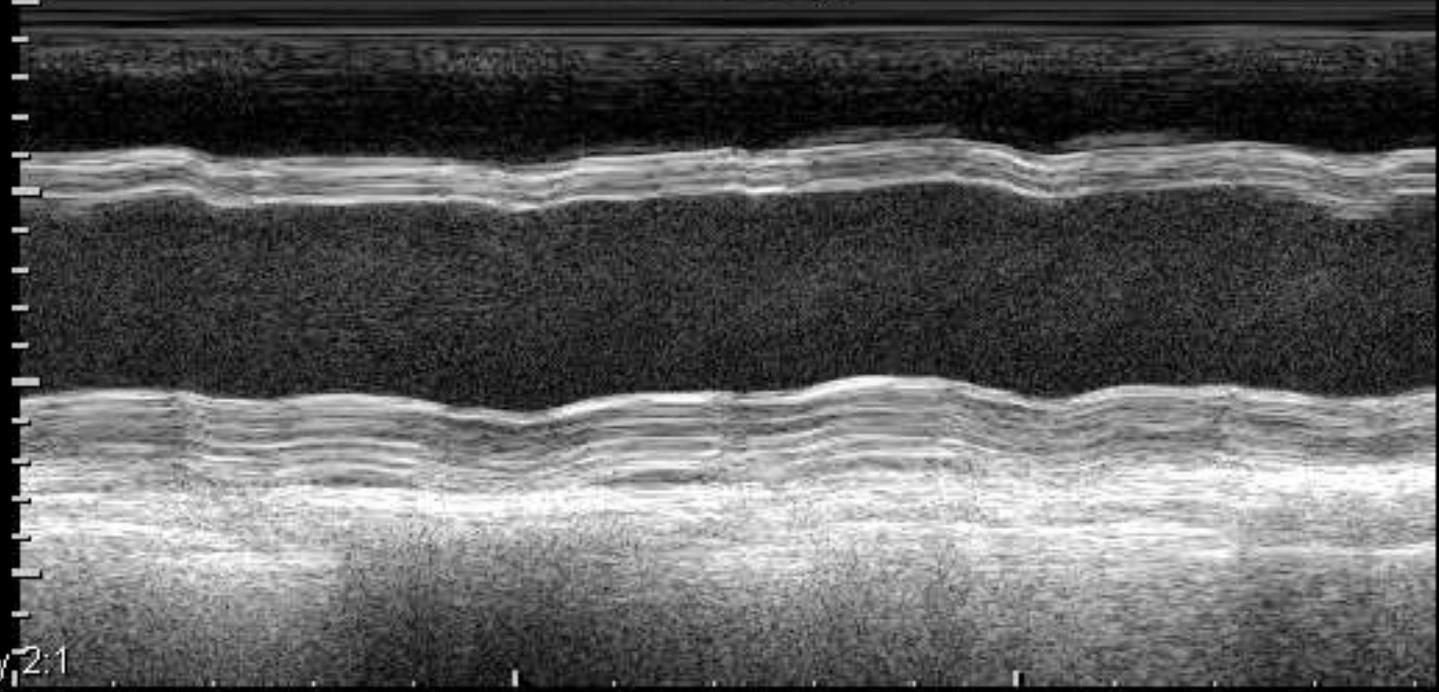
Gen TIs 0.9

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 /

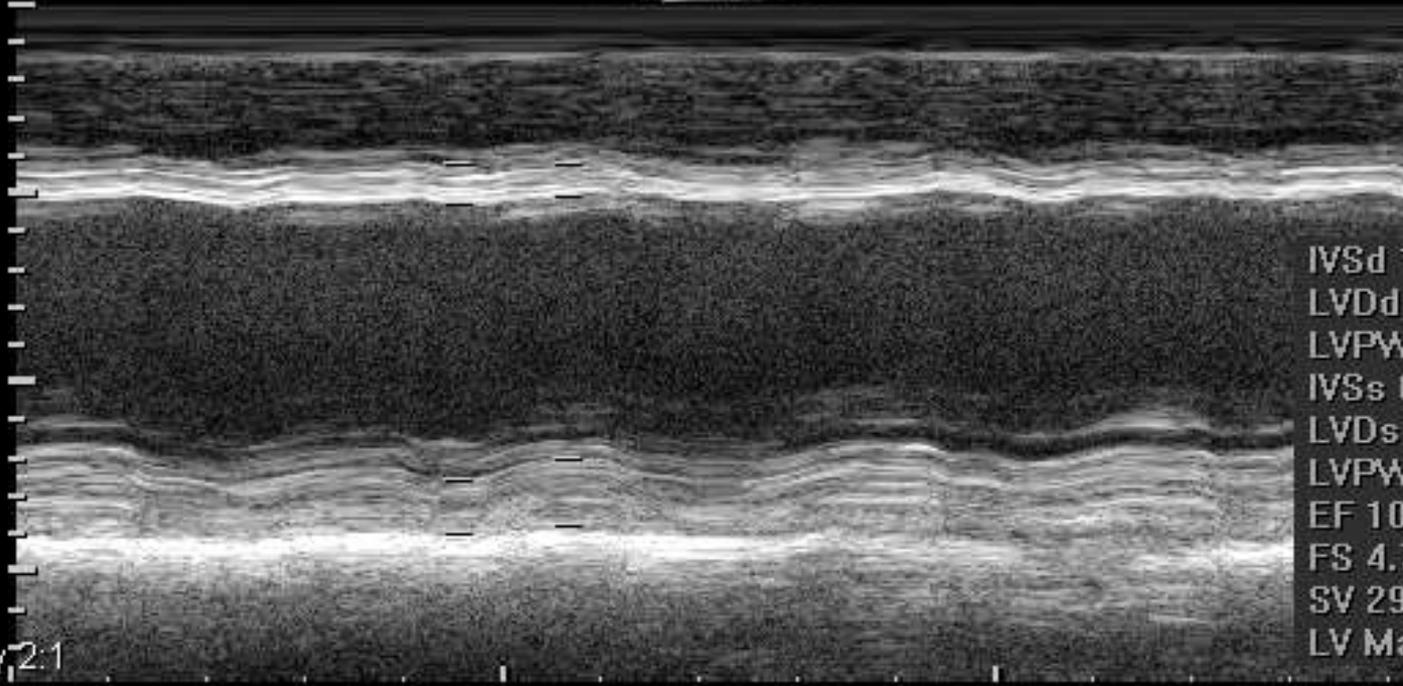
Gen TIs 0.9

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)

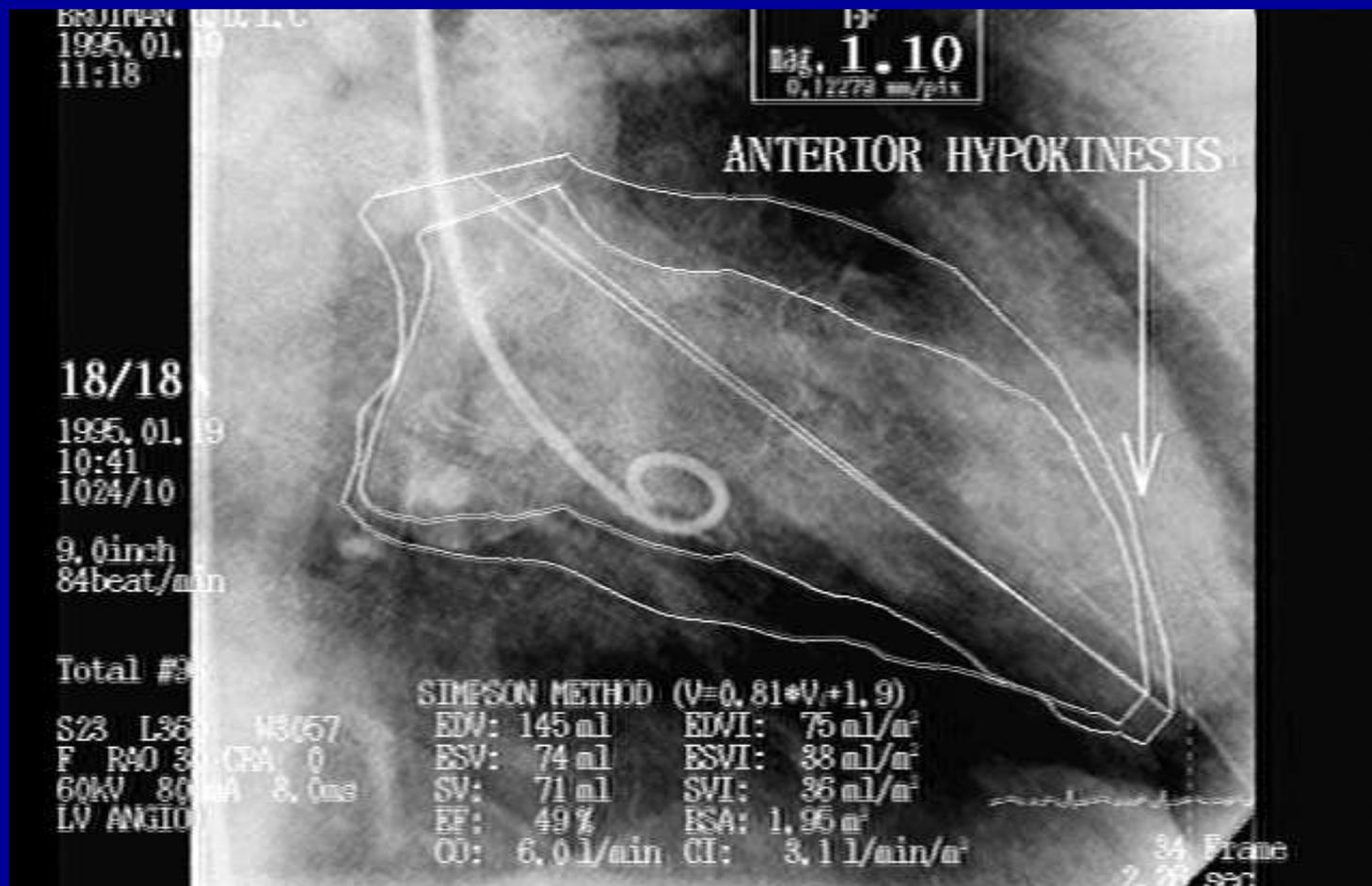
# Показатели диастолической функции

- 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

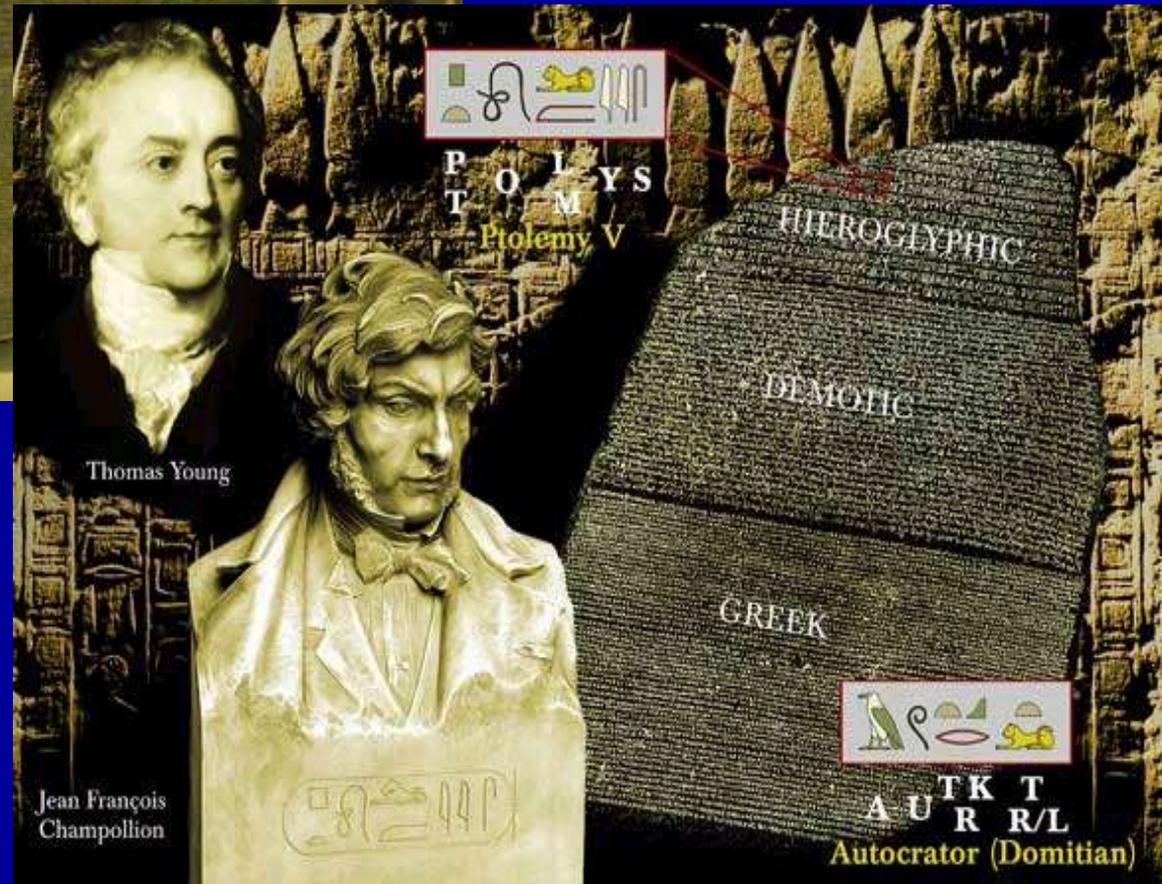
# Петля давления и объема



# ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

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

# Камень Розетты

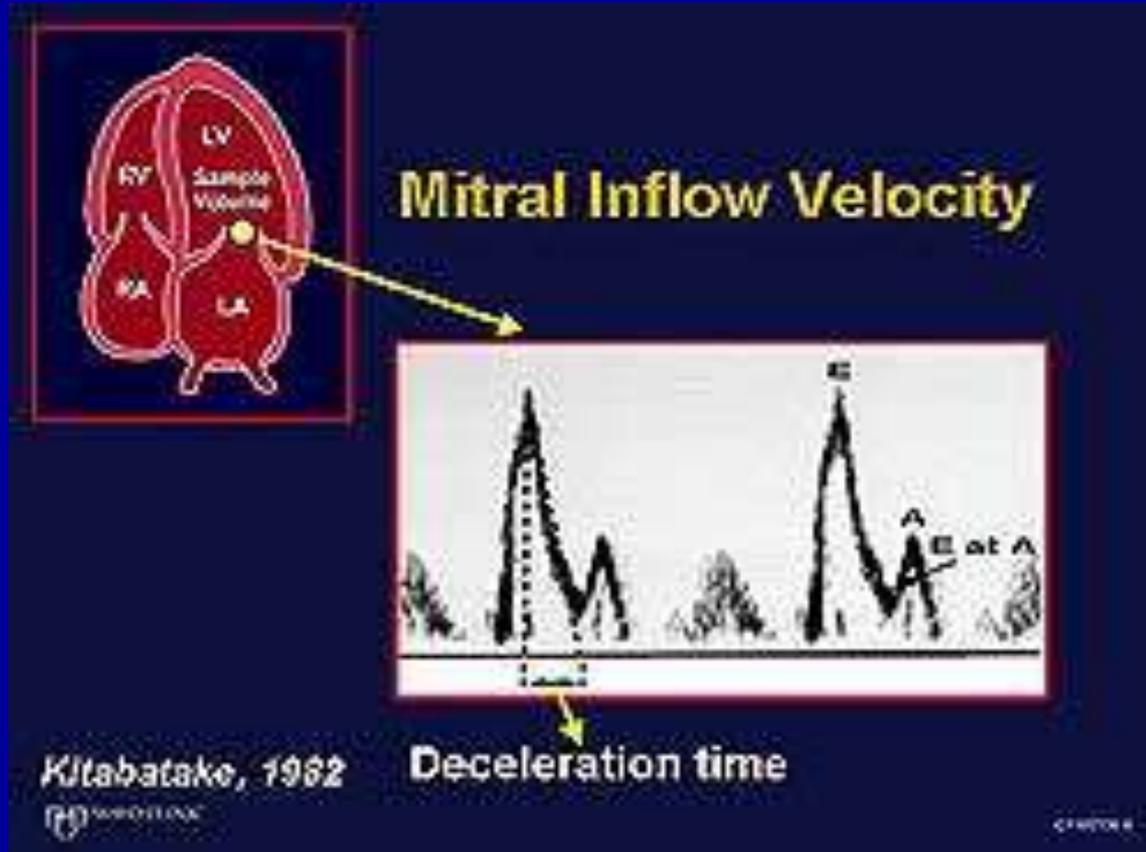


Thomas Young

Jean François  
Champollion

A U R R L  
Autocrator (Domitian)

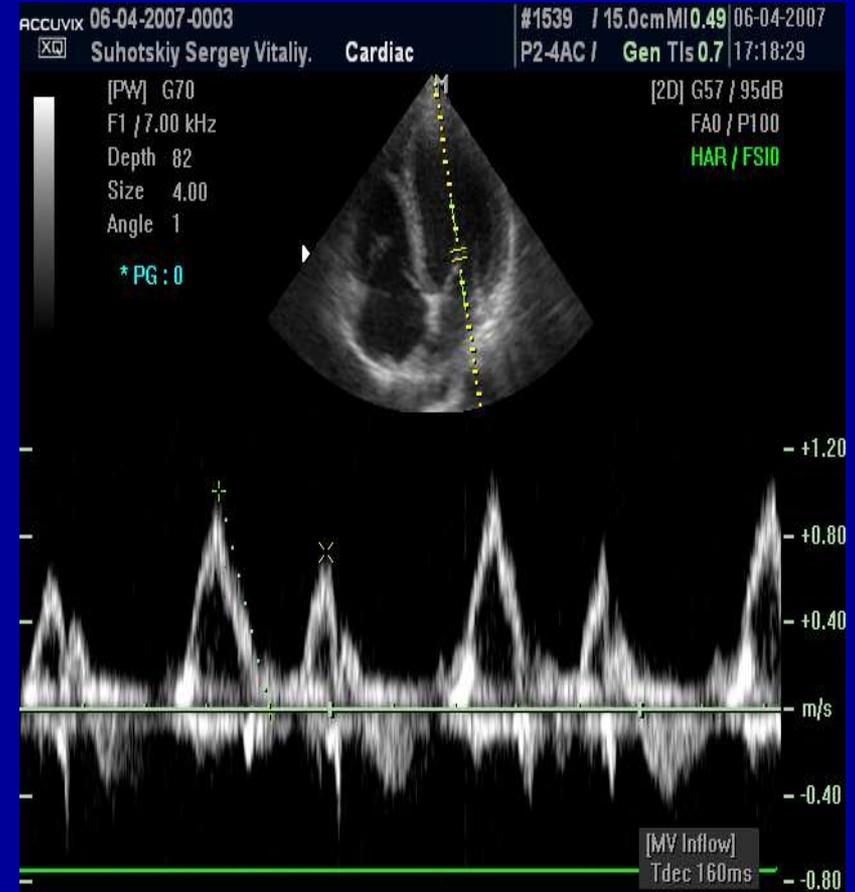
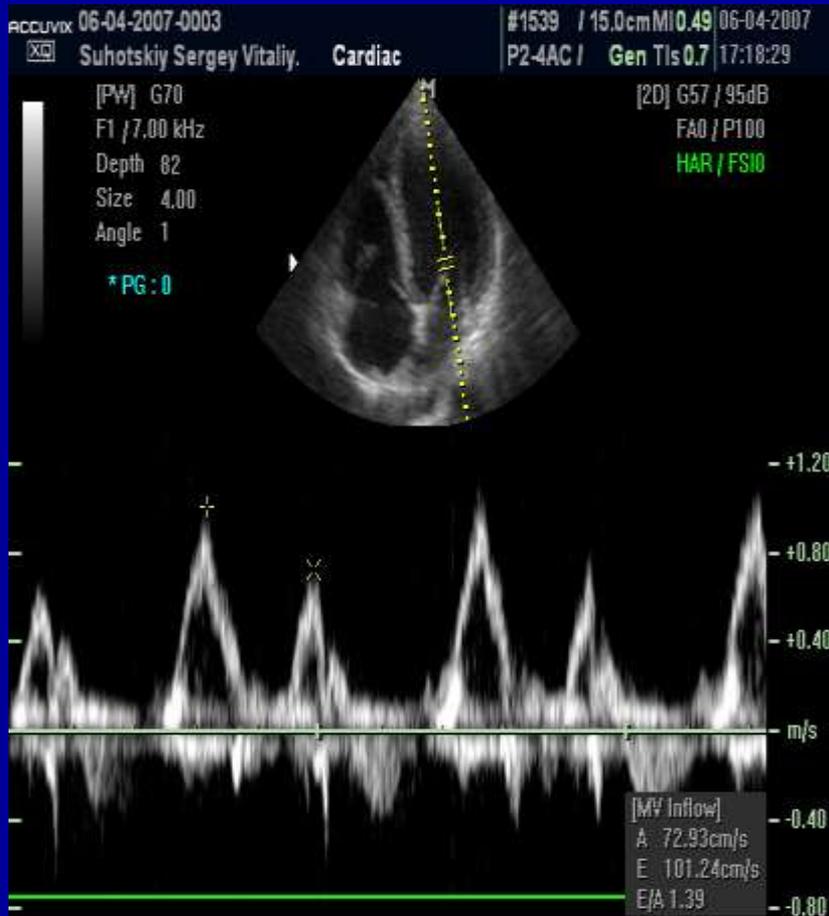
# Трансмитральный кровоток



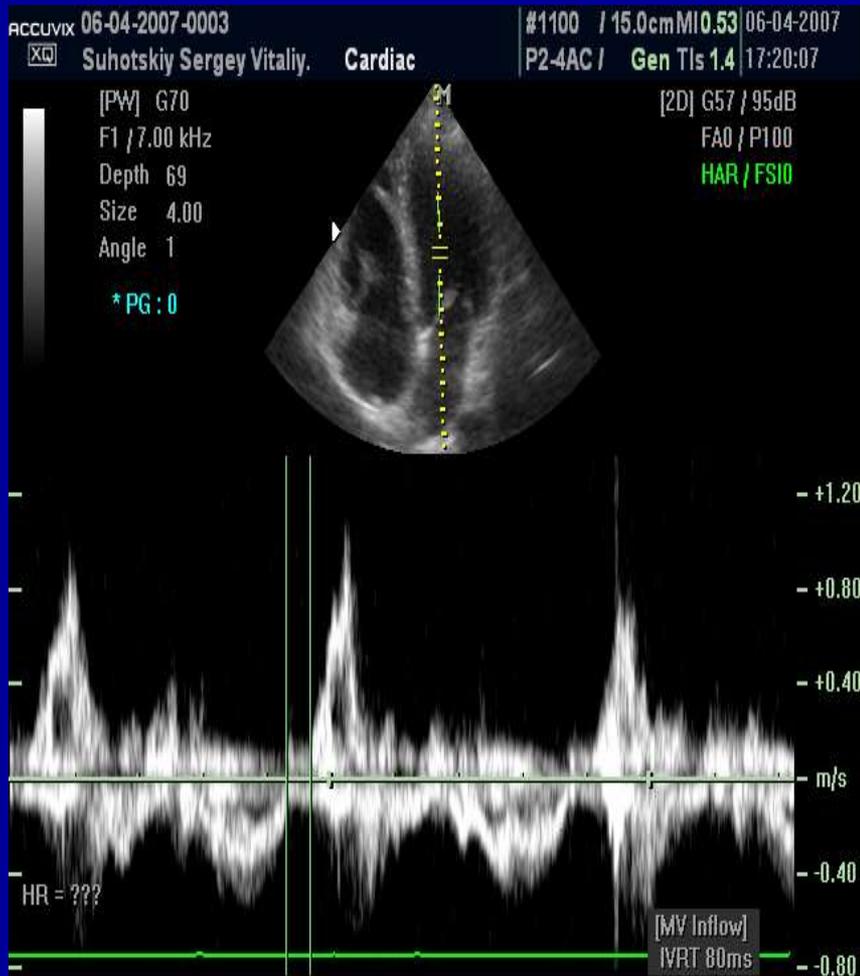
# Трансмитральный кровоток

- 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

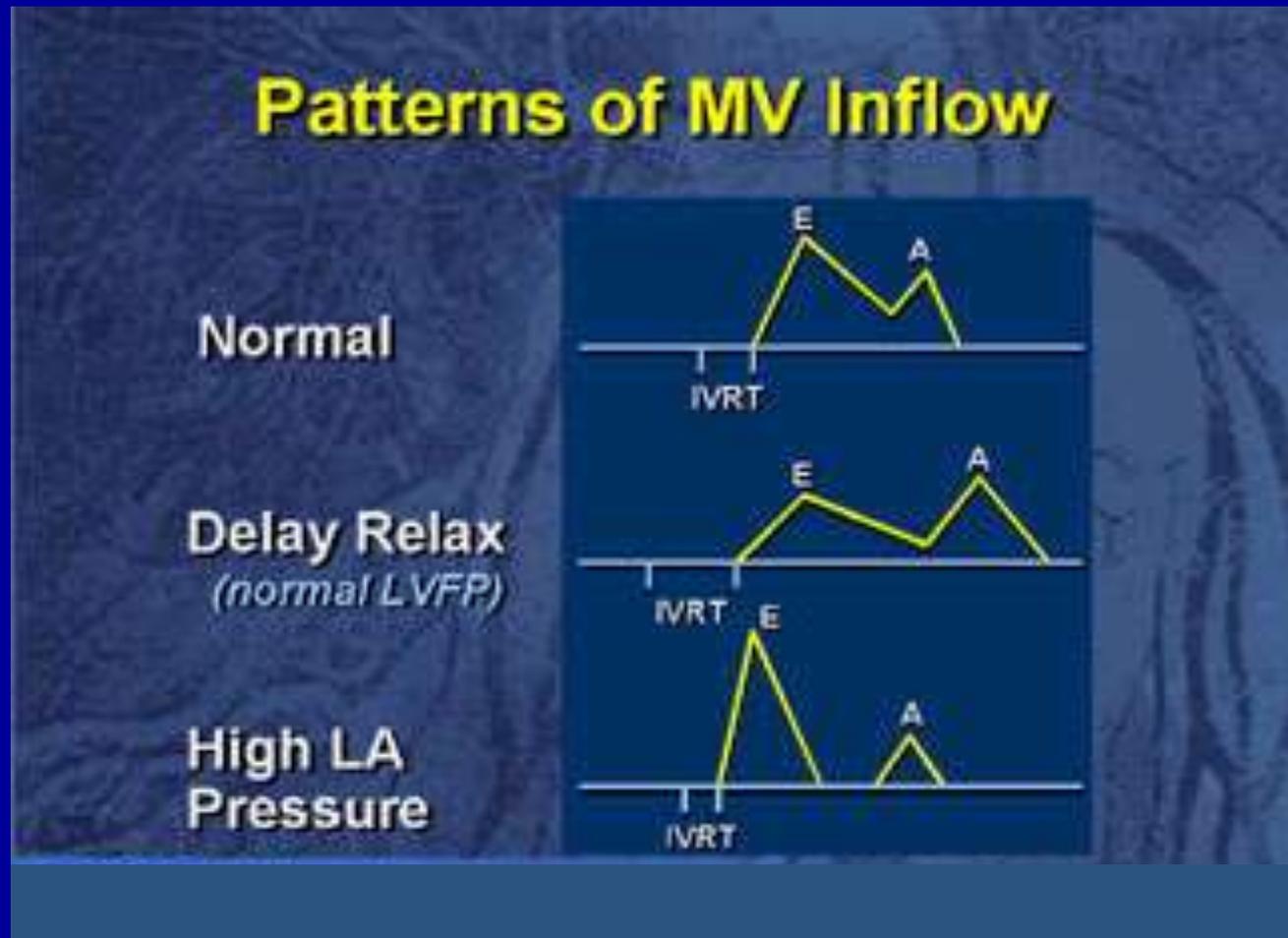


- Измерение IVRT проводится от момента закрытия АК (прекращение систолического потока) до открытия МК (начало диастолического потока)

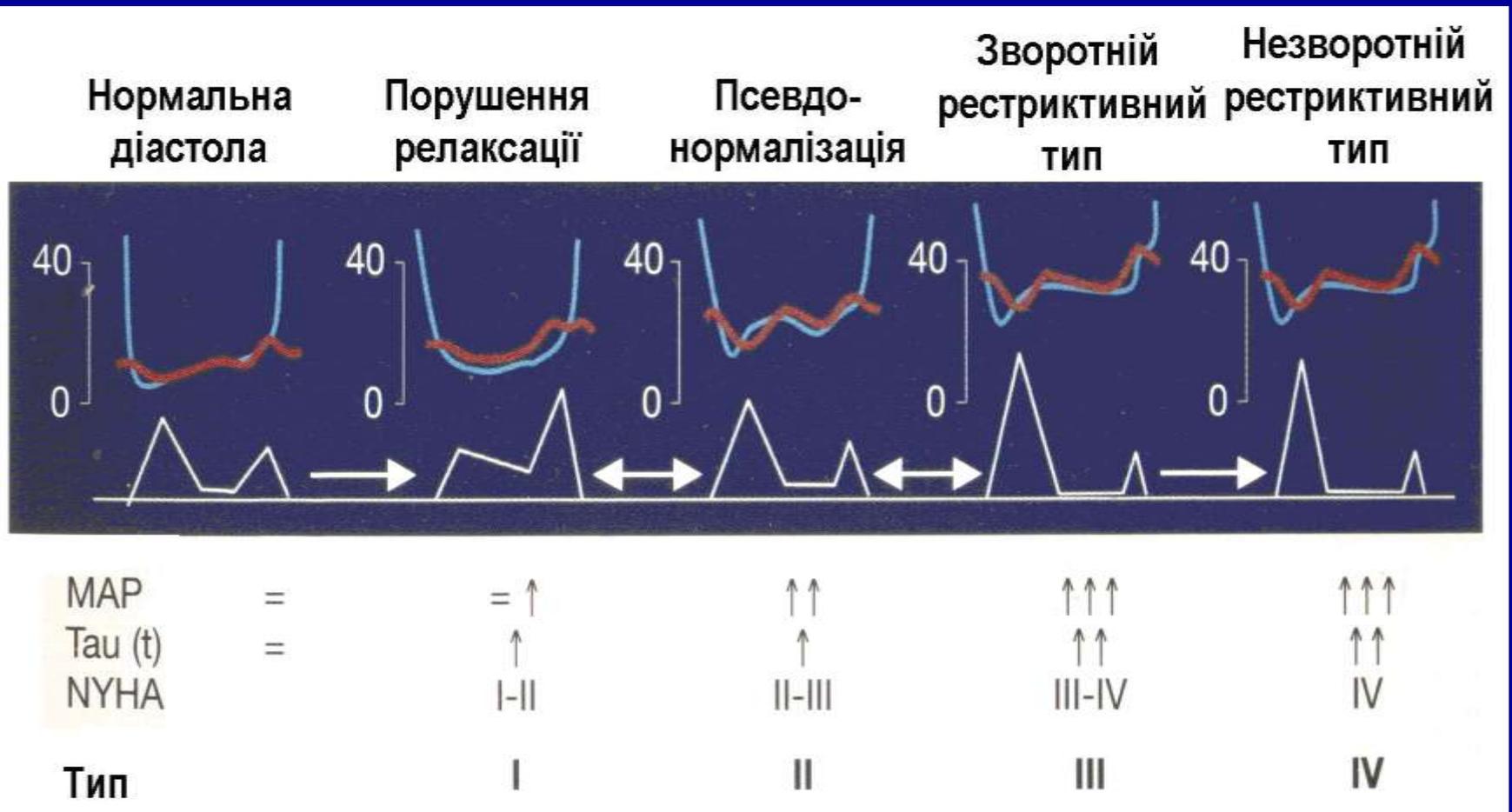
# Основные типы трансмитрального кровотока

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

# Типы трансмитрального кровотока



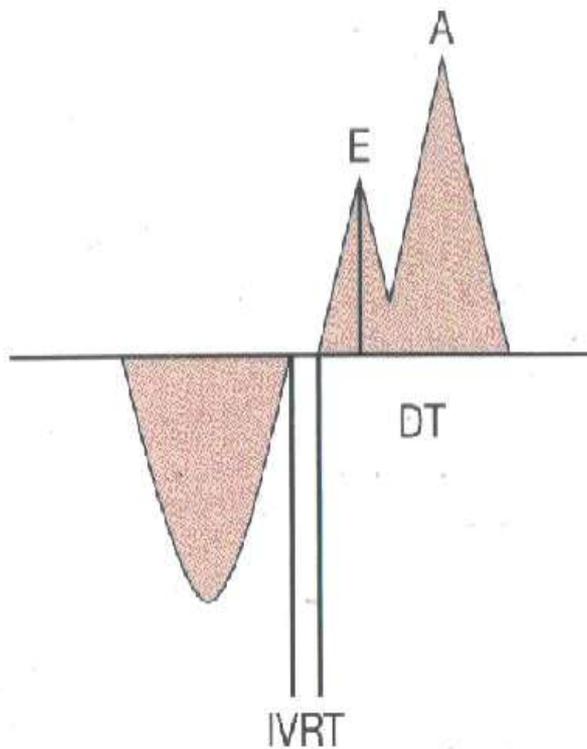
# Динамика трансмитрального кровотока при прогресивуванні диастолическої дисфункції



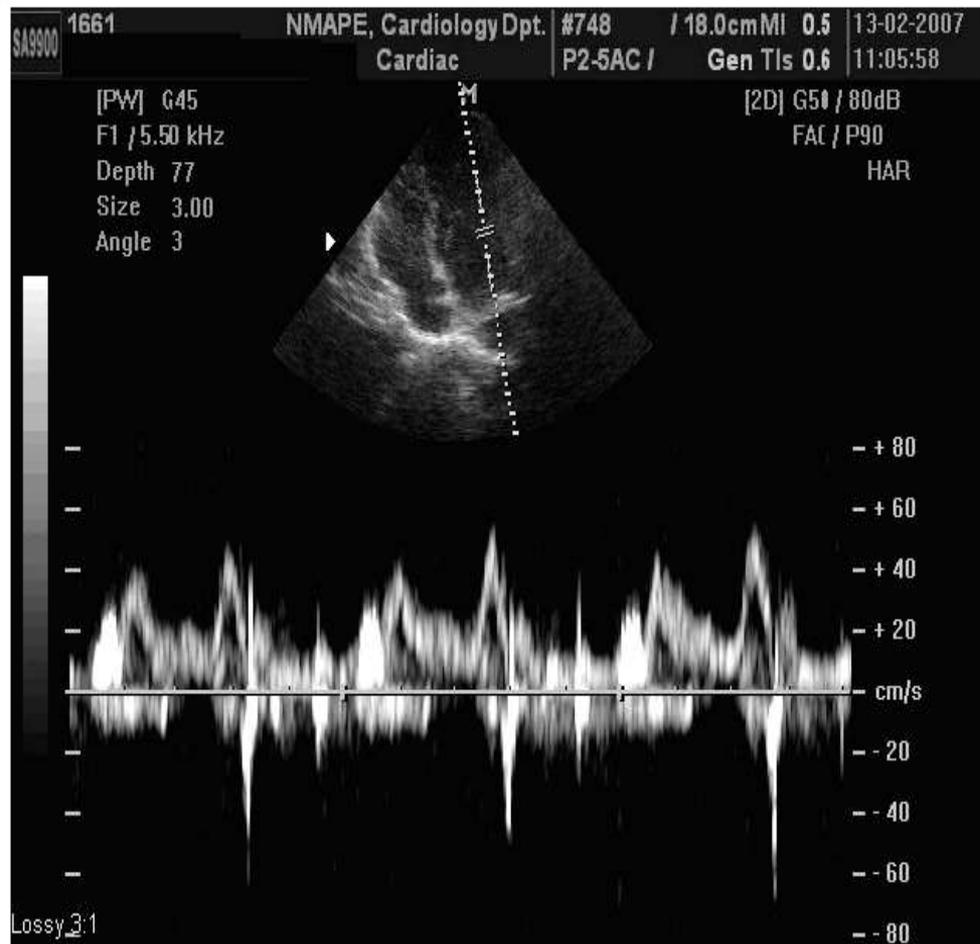
# Тип нарушения релаксации возникает при:

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

# Нарушение расслабления

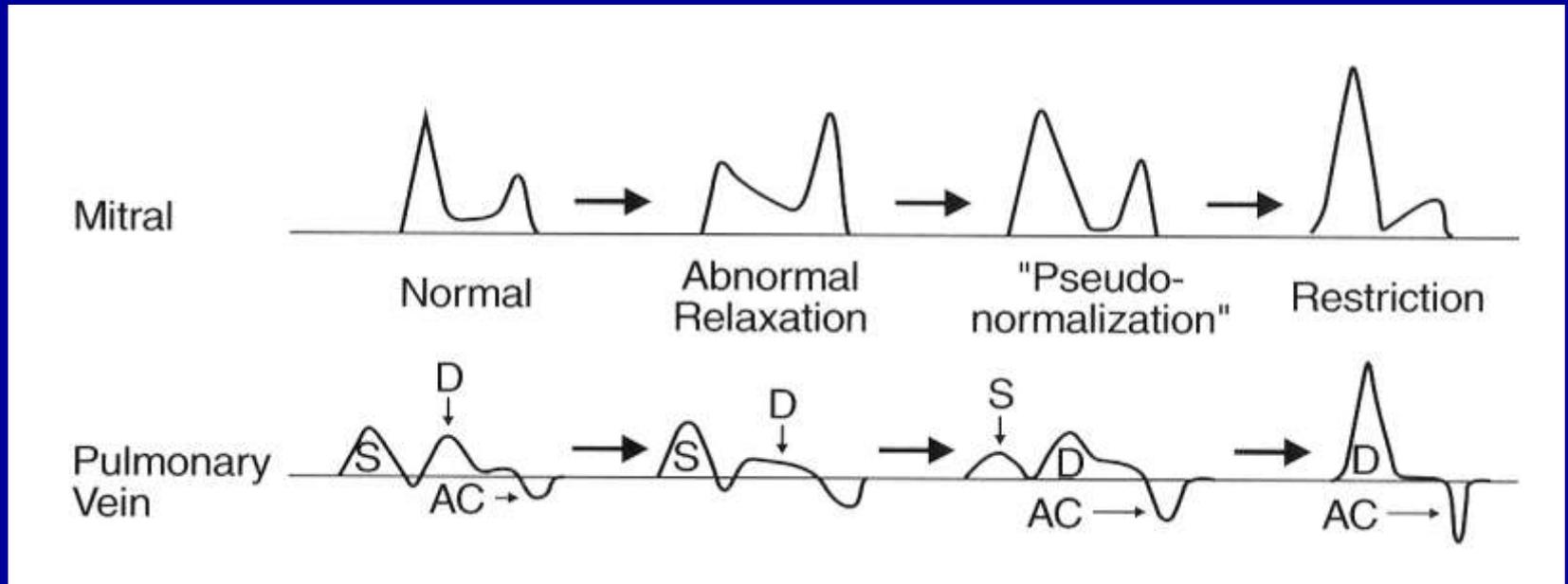


$E/A < 1$   
DT > 220 msec  
IVRT > 90 msec  
AFF > 32%



**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



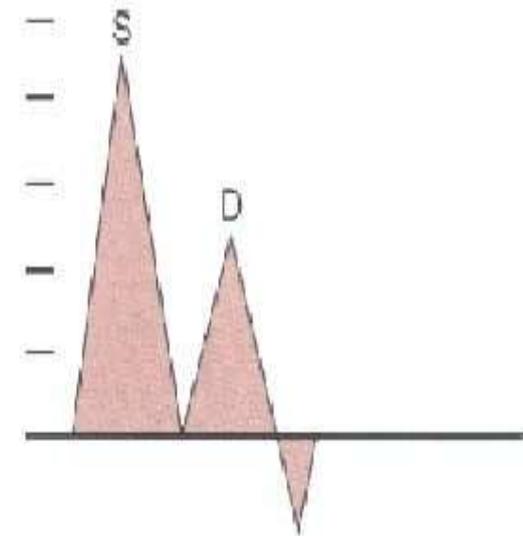
**При псевдонормализации потока возникает выраженный обратный поток в результате систолы предсердий (>0,2-0,3 м/сек), а систолическая волна становится меньше диастолической (s<D)**

# Поток в легочных венах

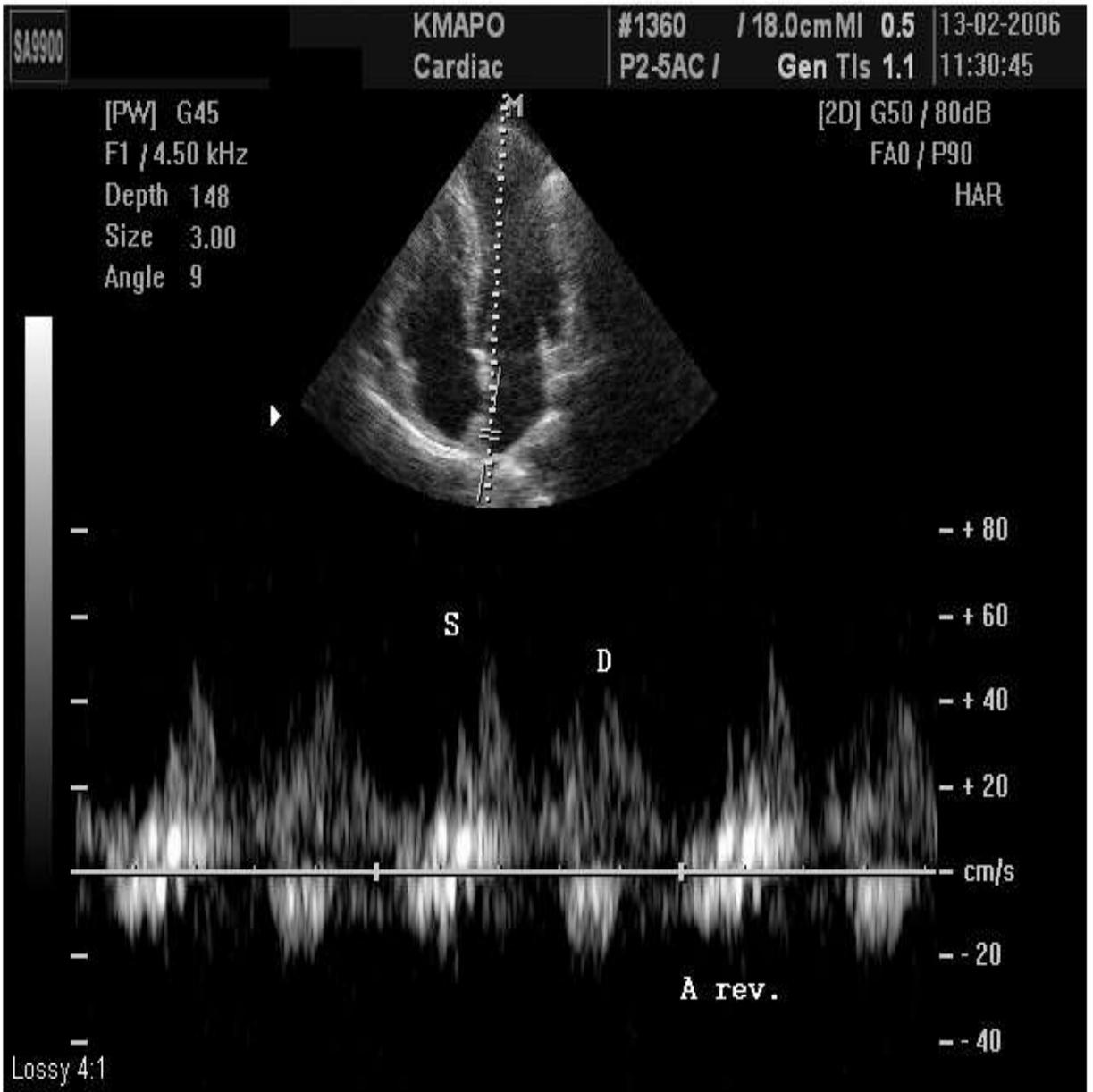
- $\Delta A\text{-dur} = (PV\ A\text{-dur}) \text{ минус } (MVI\ A\text{-dur})$
- Если  $\Delta A\text{-dur}$  превышает 130 мсек, то двухгодичная выживаемость составляла лишь 37%, а если менее 130 мсек – то 86%

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

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



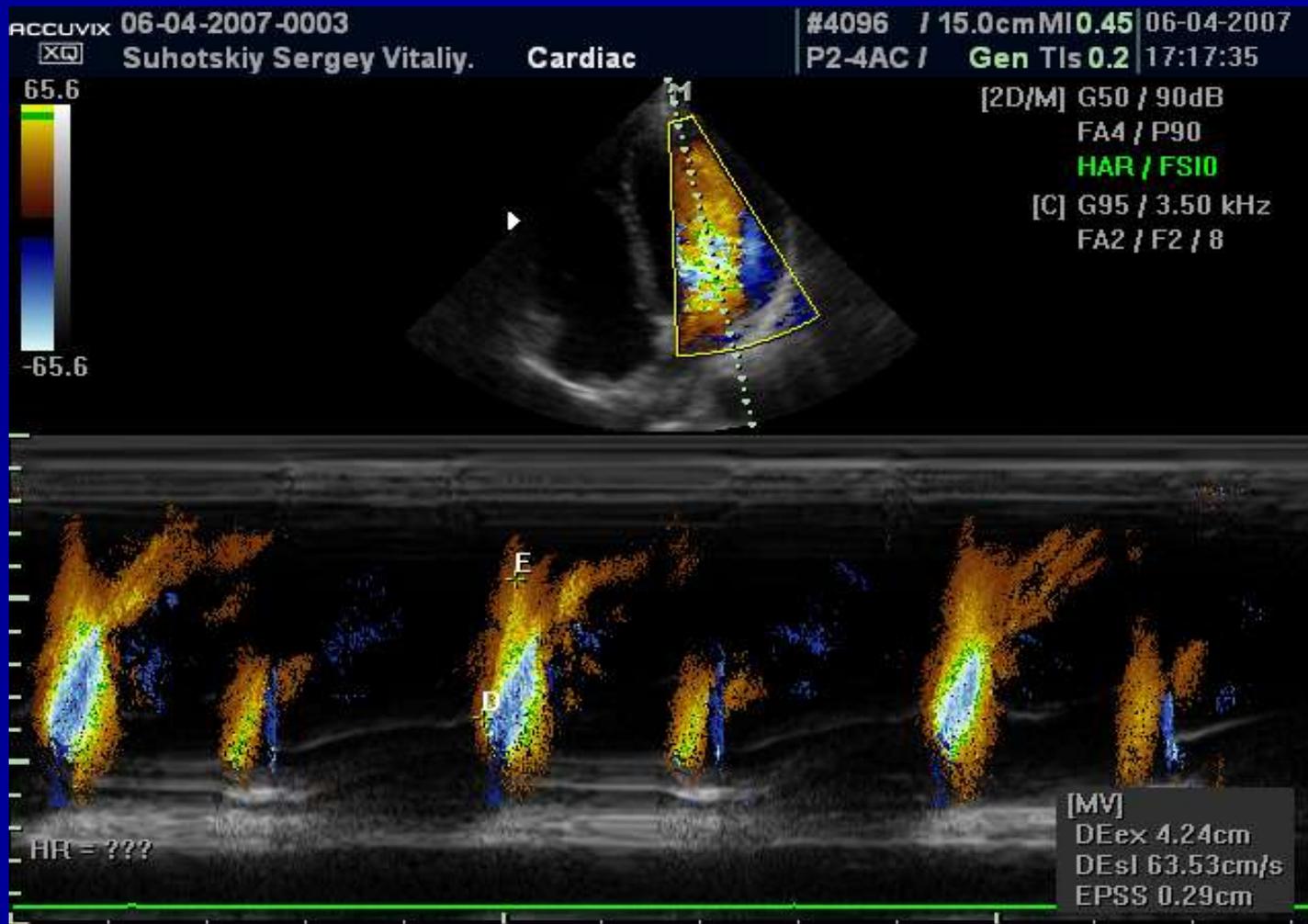
$S/D > 1.6$   
 AR = 0.21-0.28 m/s



# 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 ( $V_p$ )



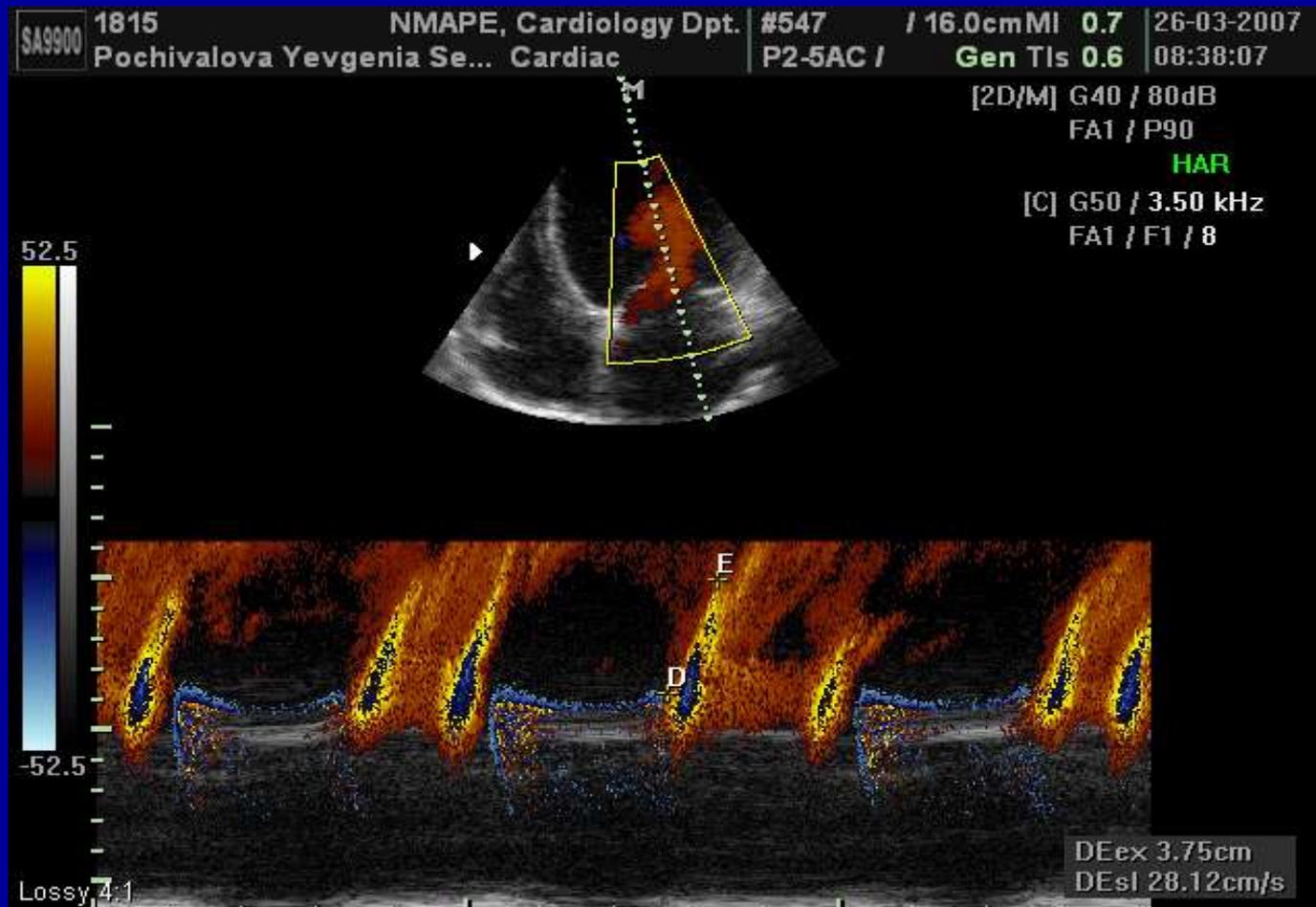
# Скорость распространения диастолического потока (Flow propagation velocity, $V_p$ )

- 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  $\tau$  и  $dP/dT$  и не зависит от условий преднагрузки

# Vp-норма



# Ур-патология



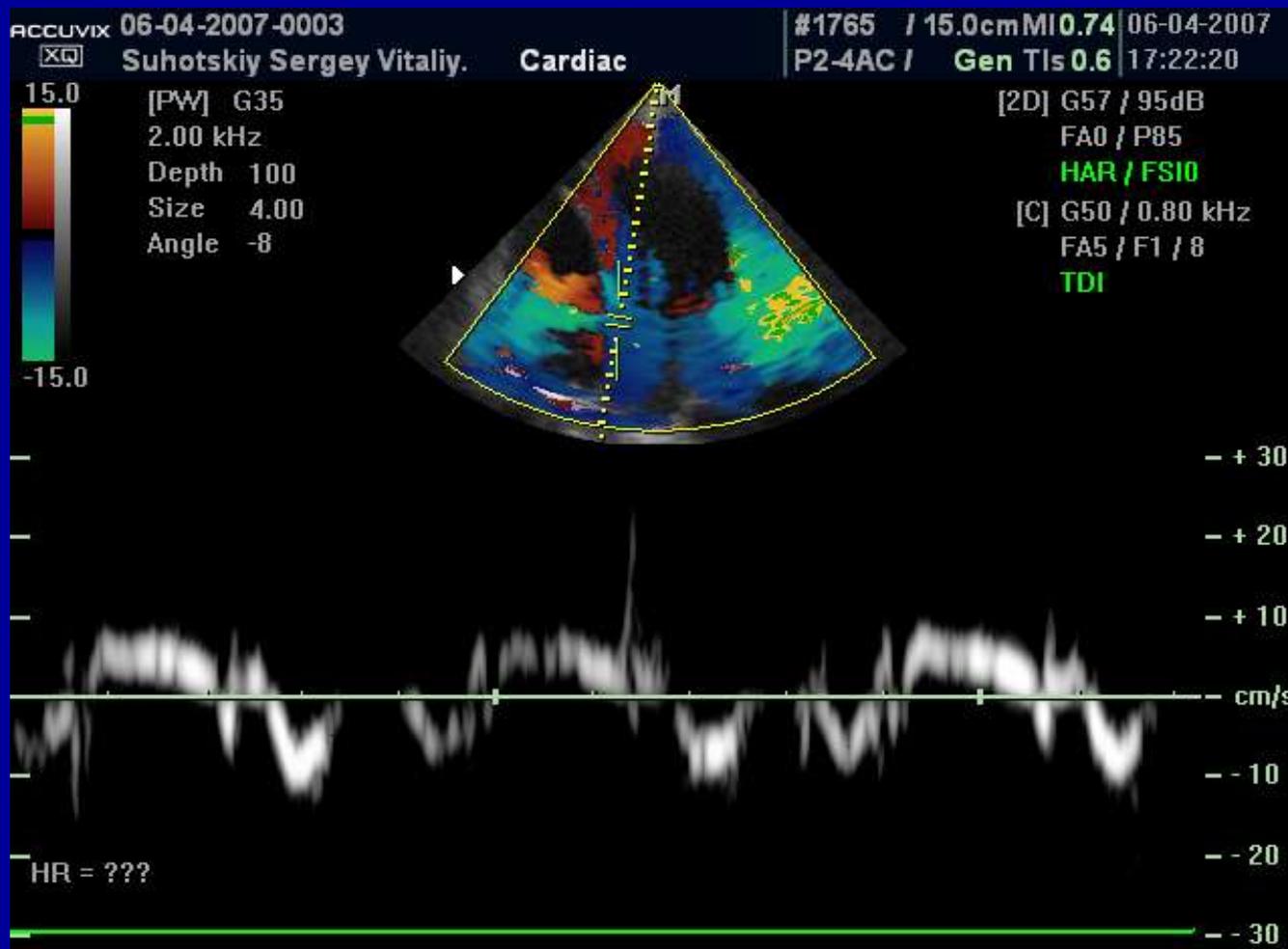
# Прогностическое значение диастолической дисфункции левого желудочка у больных с ОИМ (Moller J. и соавт. (2000))

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

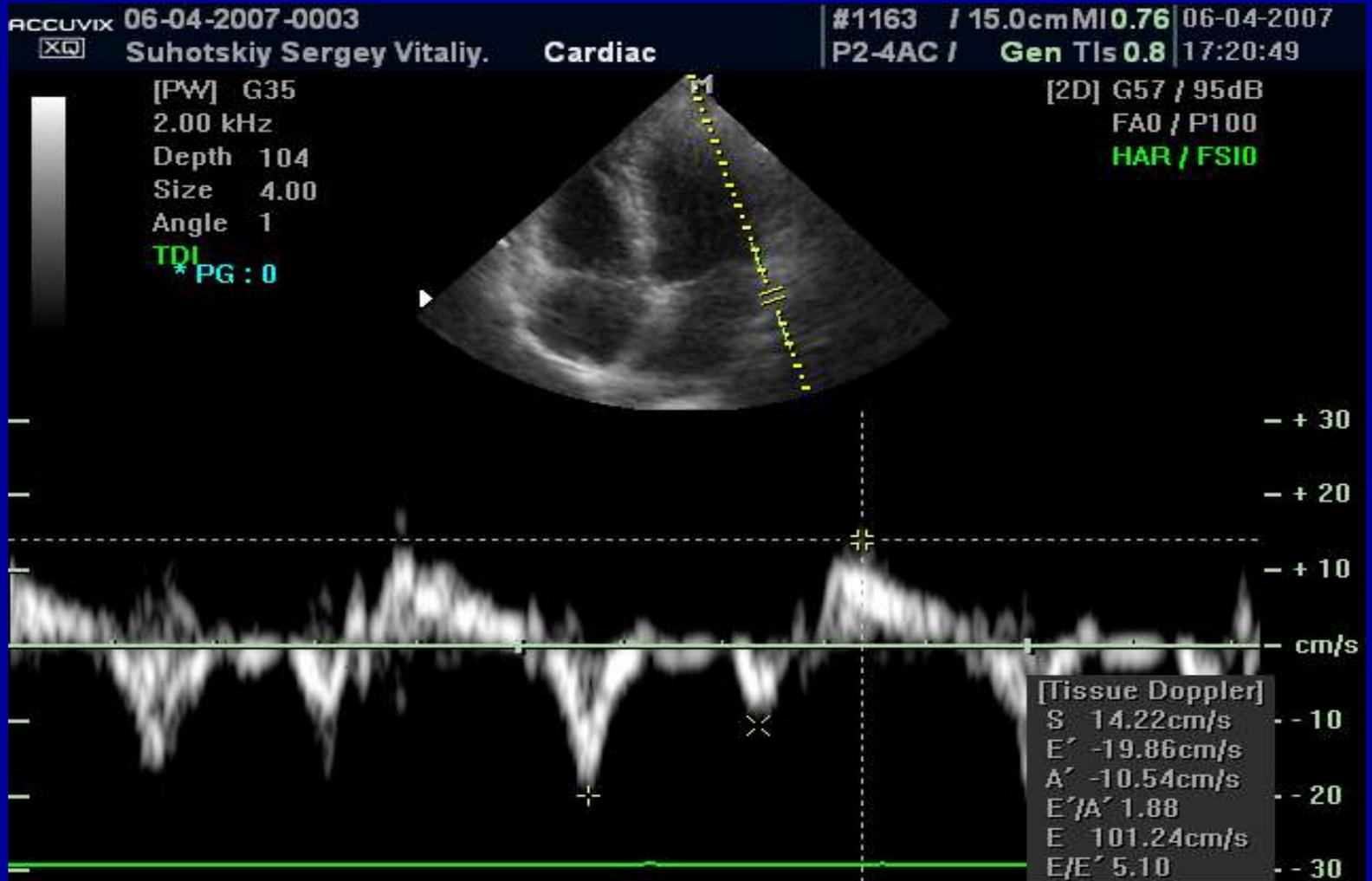
# Тканевая импульсная доплерография



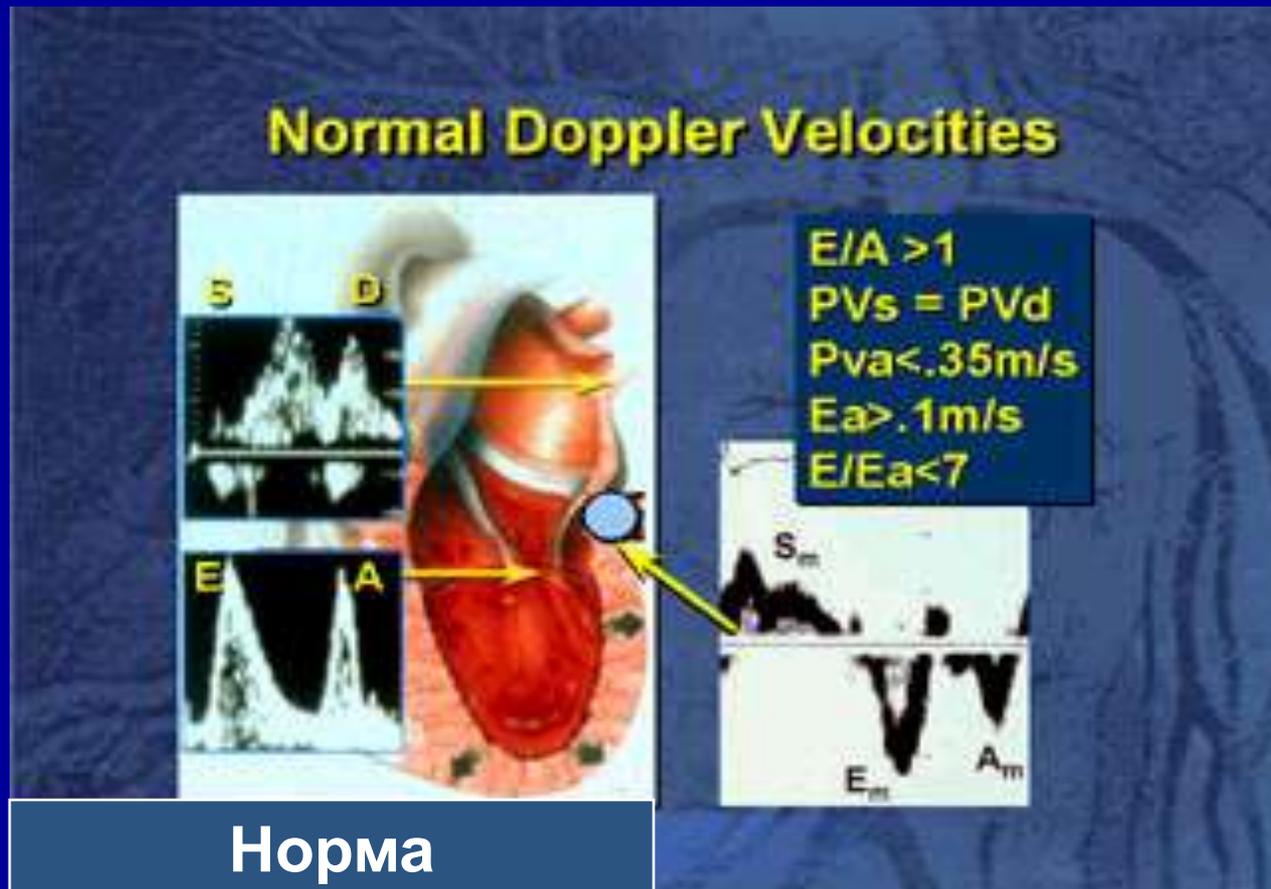
# Соотношение раннедиастолической скорости трансмитрального потока $E$ к величине $e'$ ( $E/e'$ )

- 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



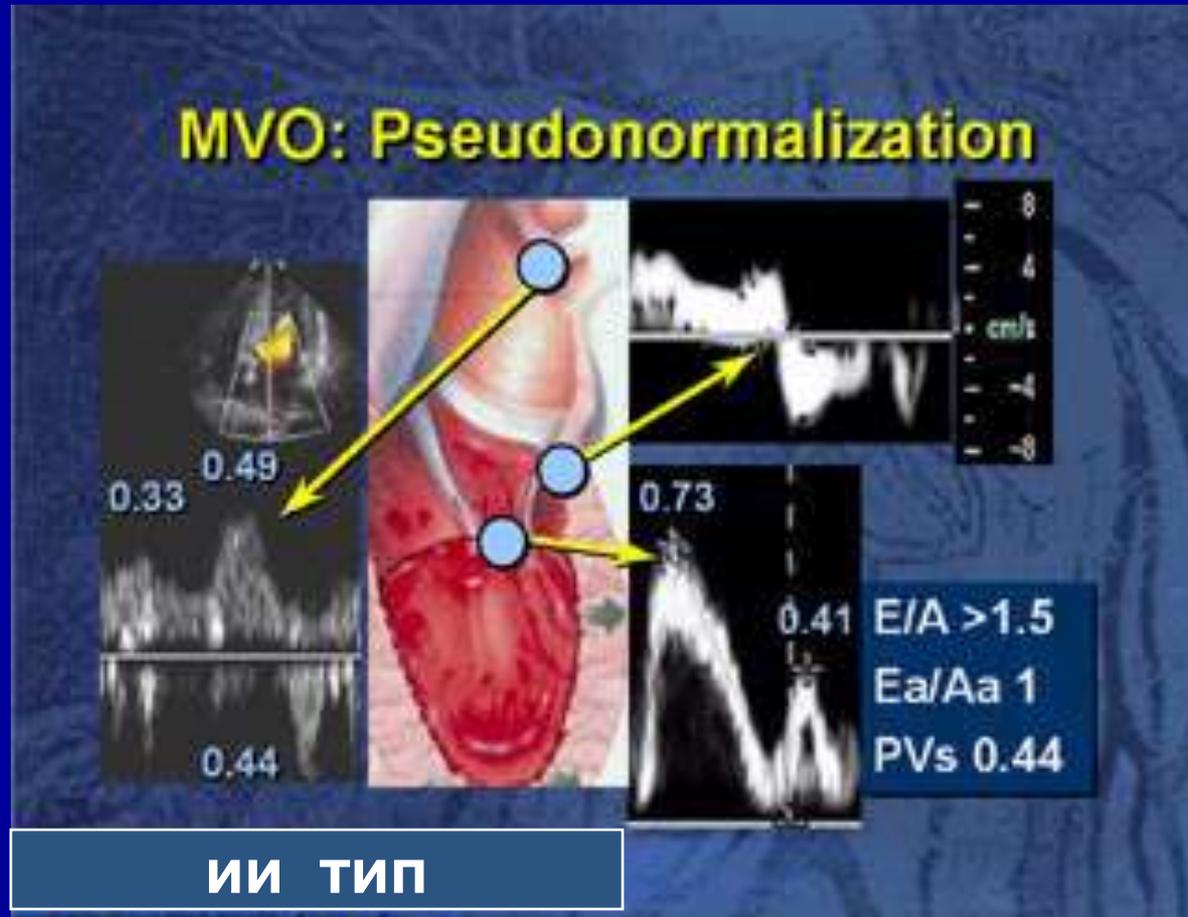
# Основные характеристики нормальной диастолы

- 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

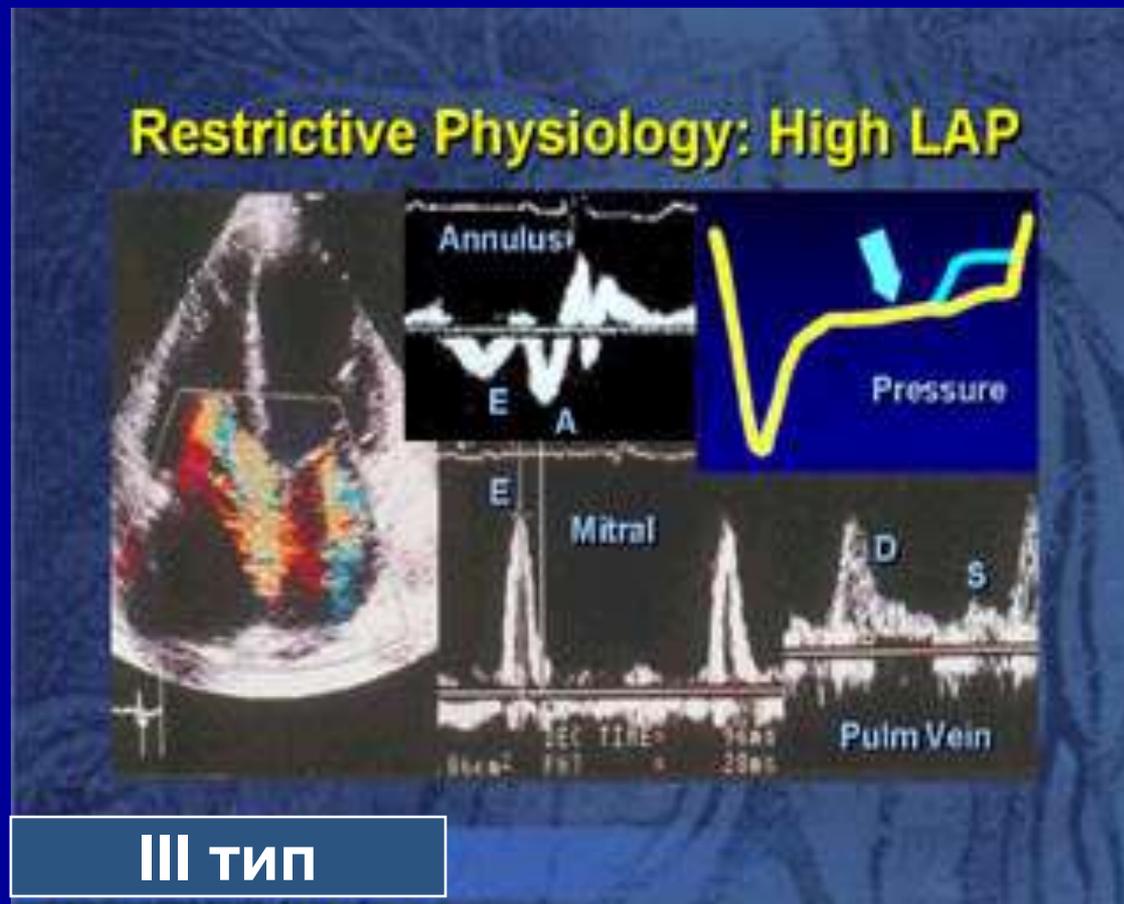
# Псевдонормализация ТМК



# 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

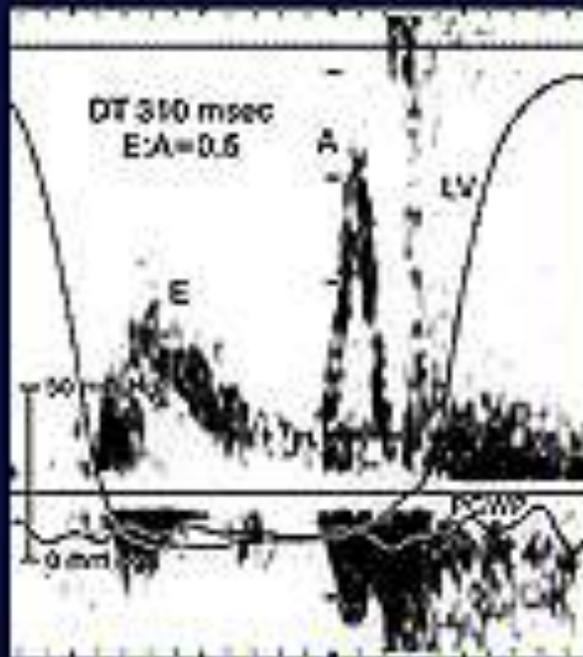


# Рестрикция наполнения

- 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

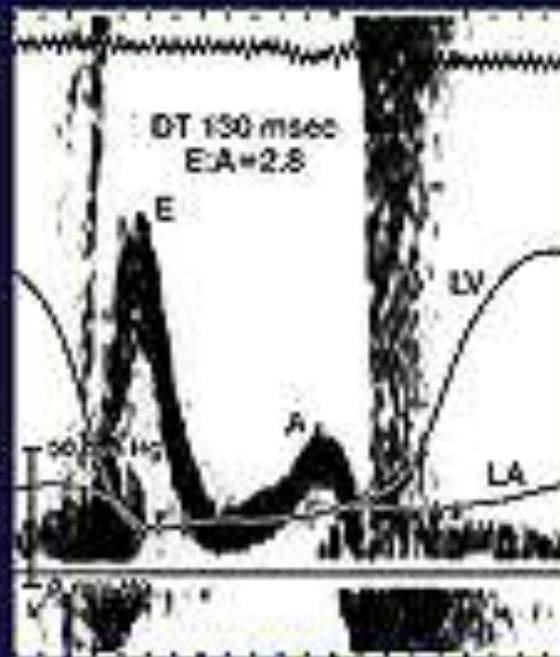
# I и III степени диастолической дисфункции

**Grade I Dysfunction**  
**Abnormal Relaxation**



Mean LAP 8 mm Hg

**Grade III Dysfunction**  
**Restrictive Filling**



Mean LAP 28 mm Hg

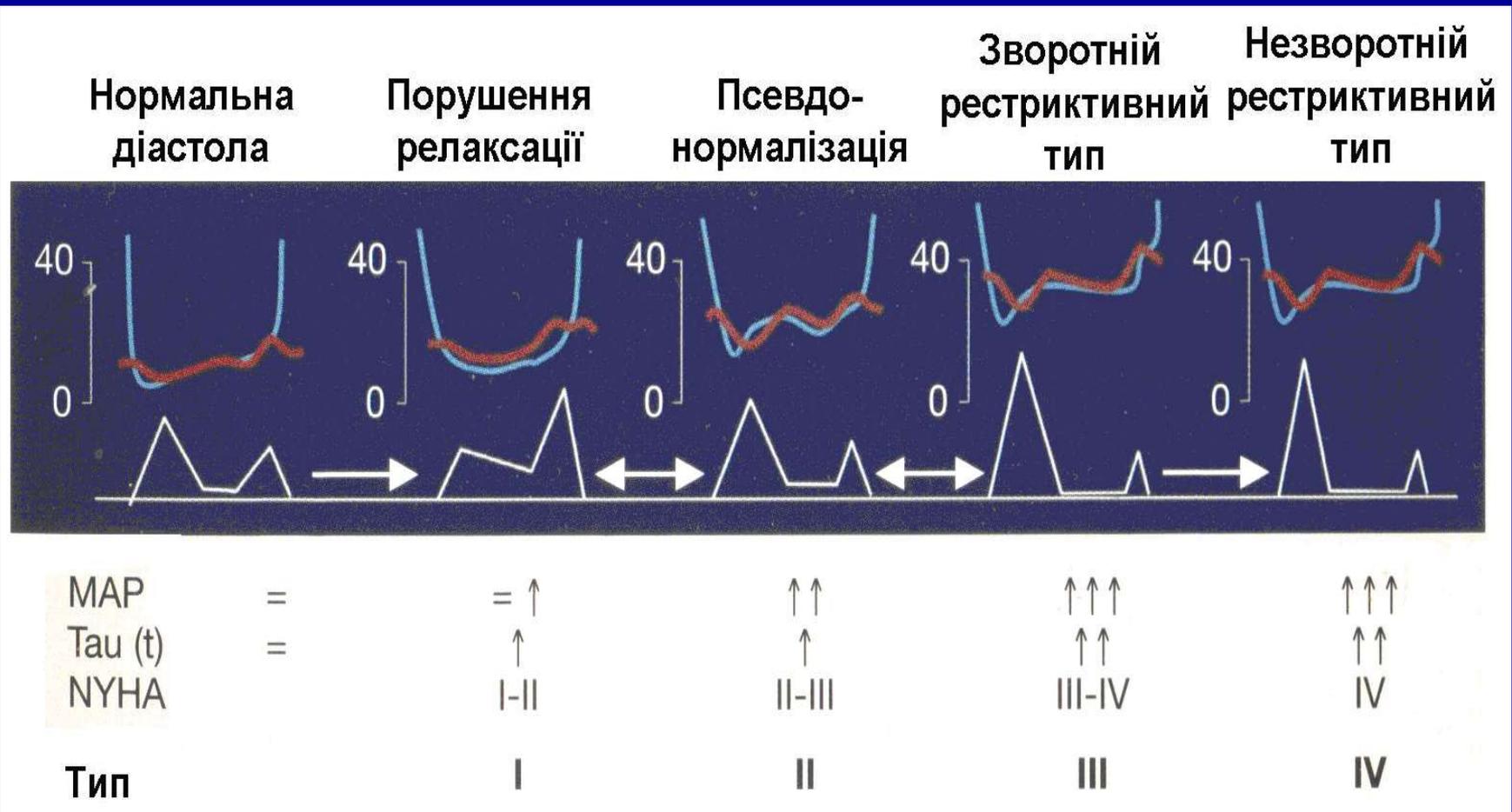
# Расчет давления в ЛП

## Relation of LAP to E/Ea

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

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

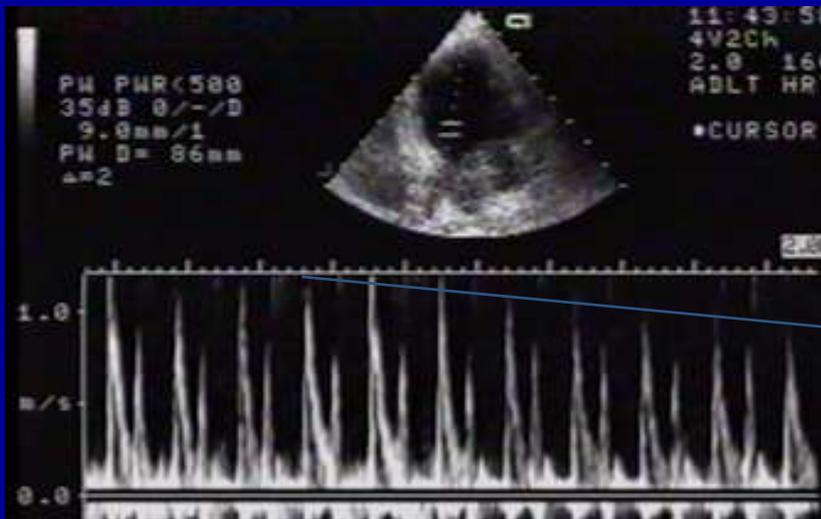
# Степени диастолической дисфункции



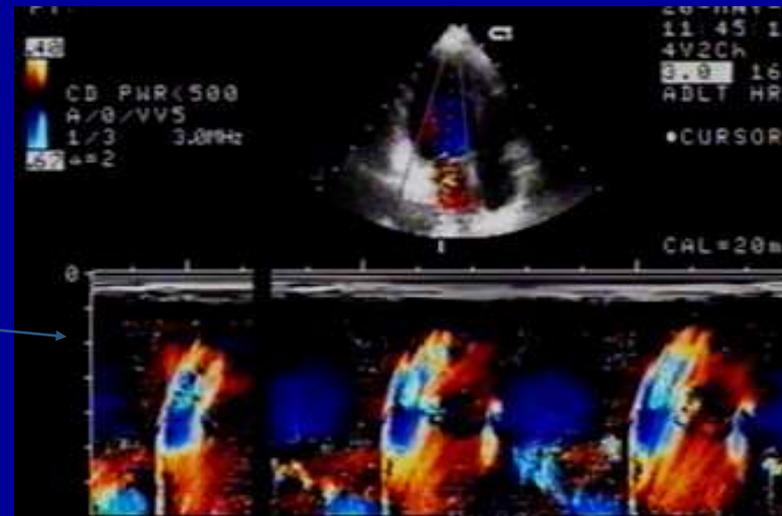
# Эхокардиографические показатели диастолической функции в норме и при различных типах диастолических расстройств

|   |      | 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 ?

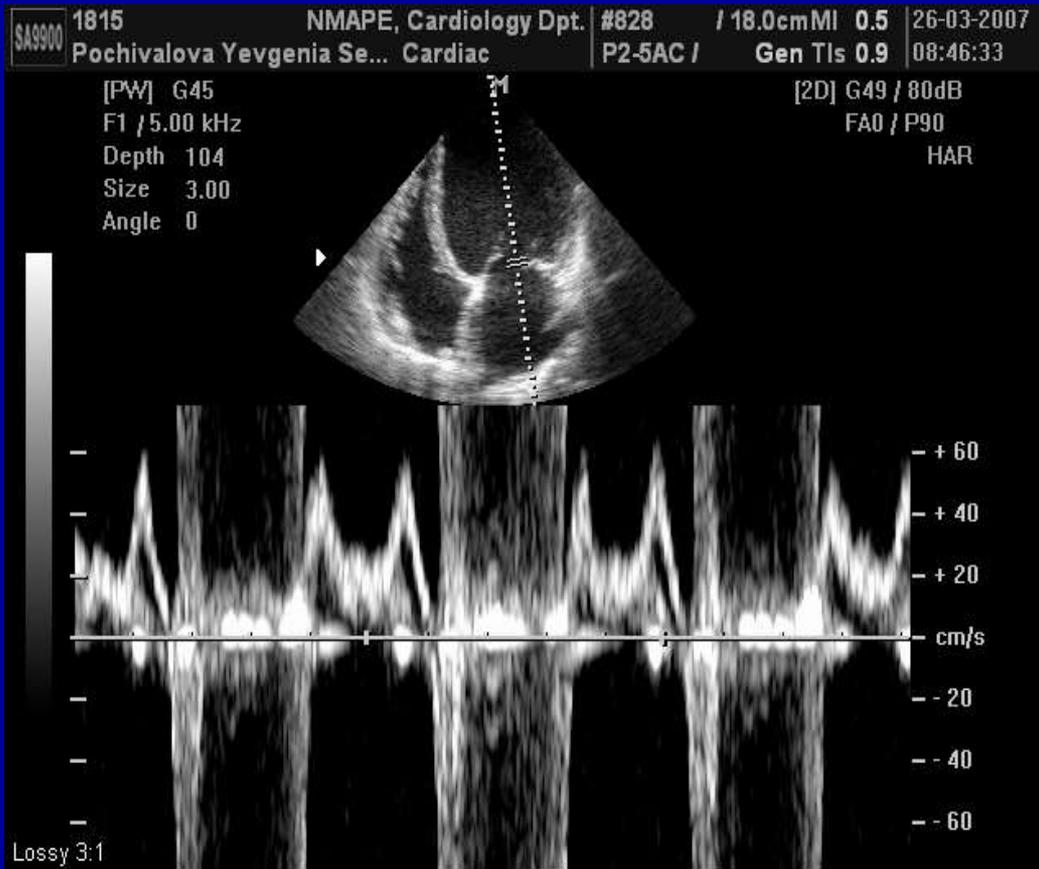


**ПРОБА ВАЛЬСАЛЬВЫ**



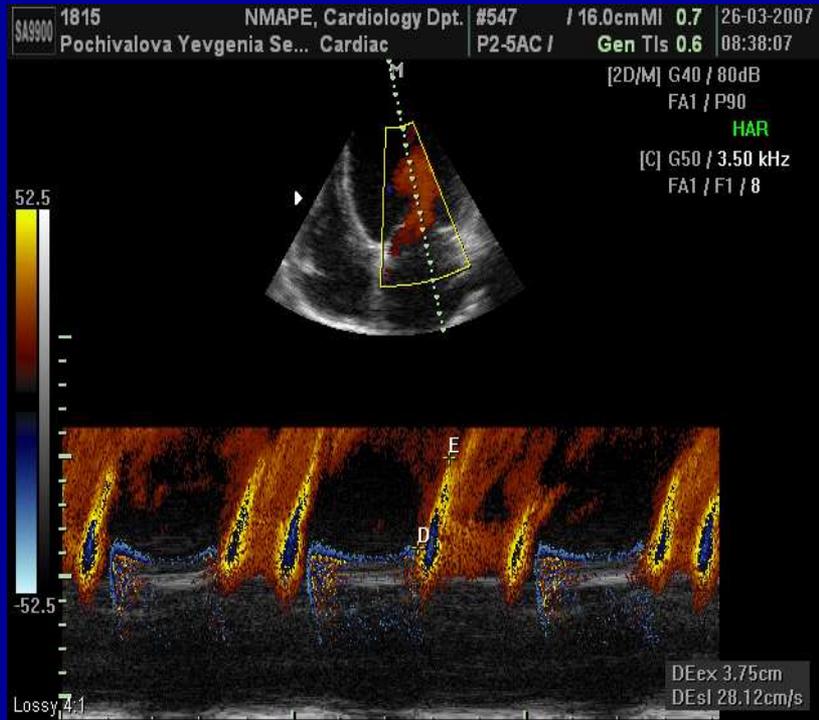
**$V_p=62$  см/с**

# Ишемическая кардиомиопатия



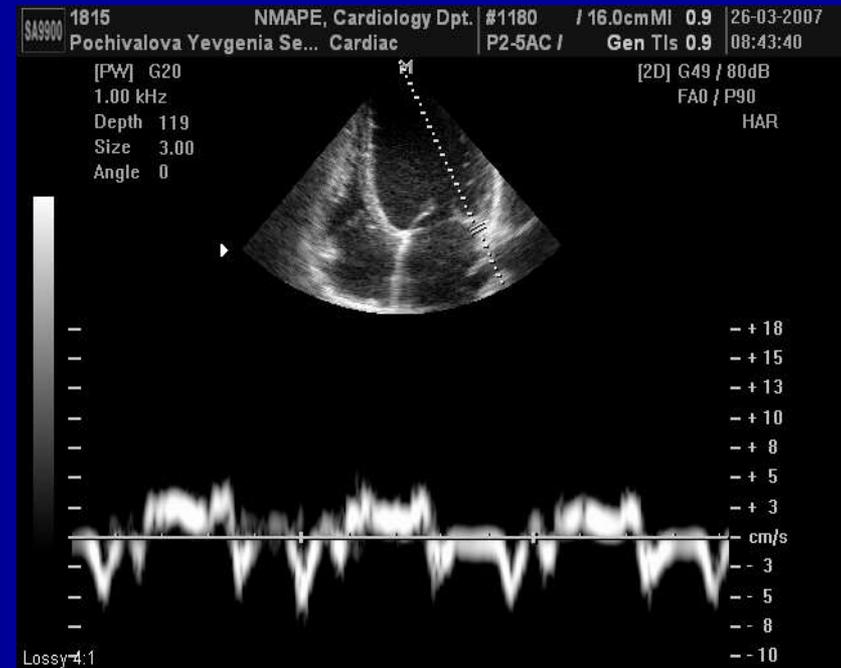
- Больная Е.С.П., 85 лет.  
Функциональный класс III (NYHA).  
Левый желудочек: толщина стенок 1,1 см; КДР 6,85 см; расчетная фракция выброса 22 %.
- Импульсно-волновая доплерография трансмитрального потока.  $E/A=1,05$

# Ишемическая кардиомиопатия

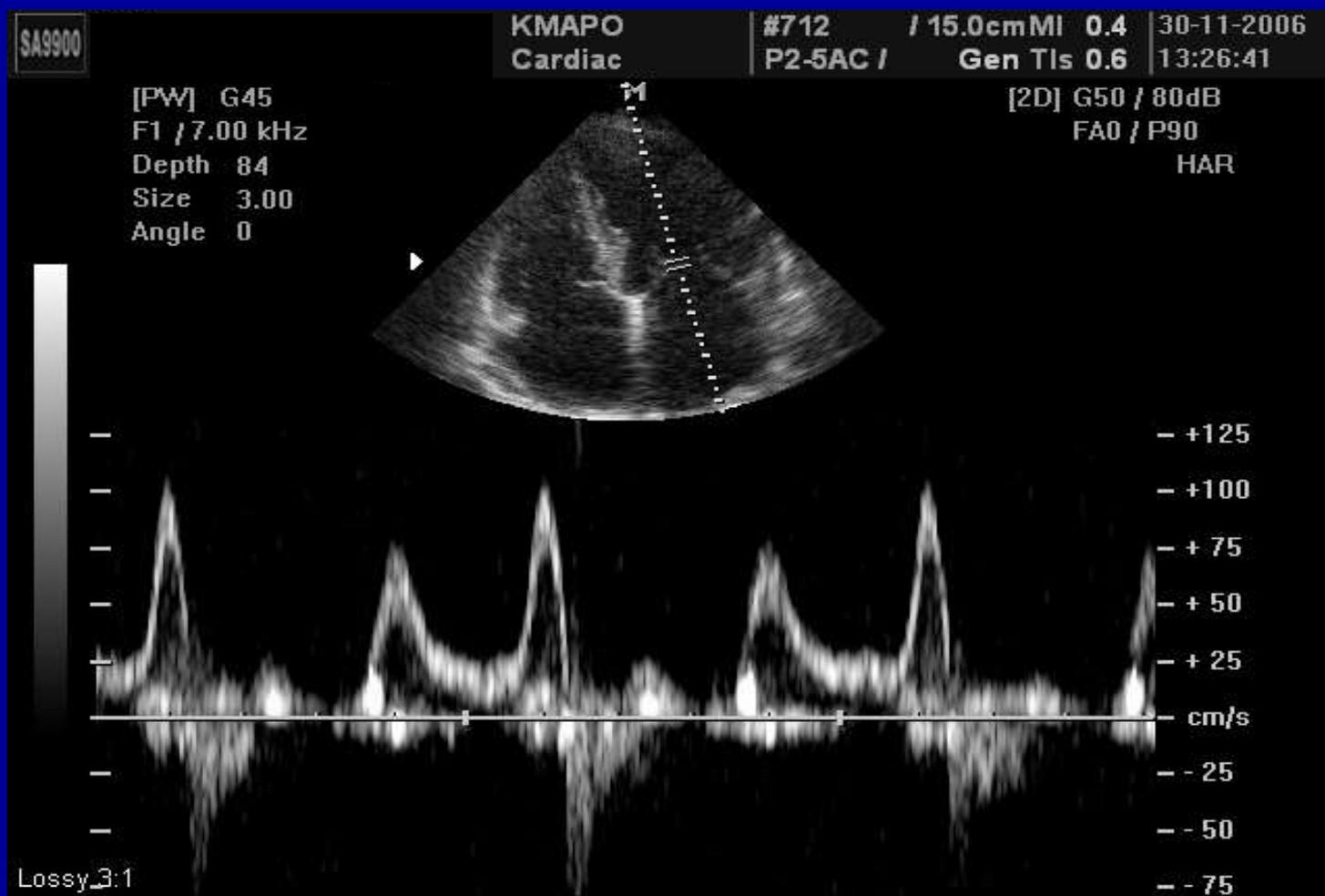


**ТДВ митрального кольца.  
Скорость раннего диастолического  
движения  $E_m=5$  см/с.**

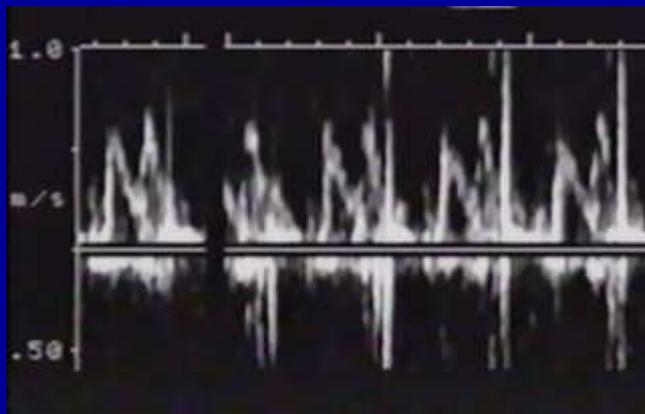
**М-ЦДК потока крови в ЛЖ.  
Скорость распространения  
диастолического потока  
 $V_p=28,12$  см/с.**



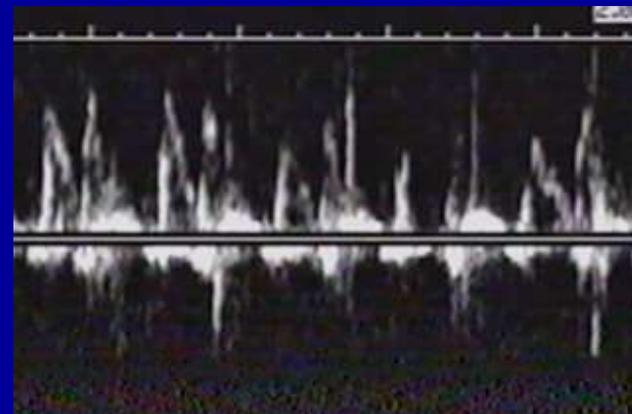
# ИБС. Состояние после АКШ и аневризмэктомии ЛЖ



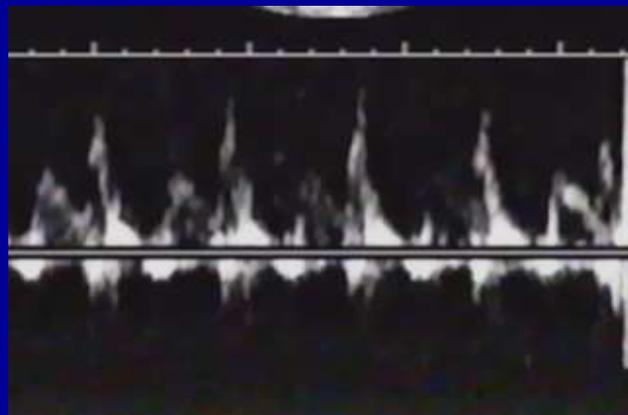
# ИБС. Состояние после АКШ



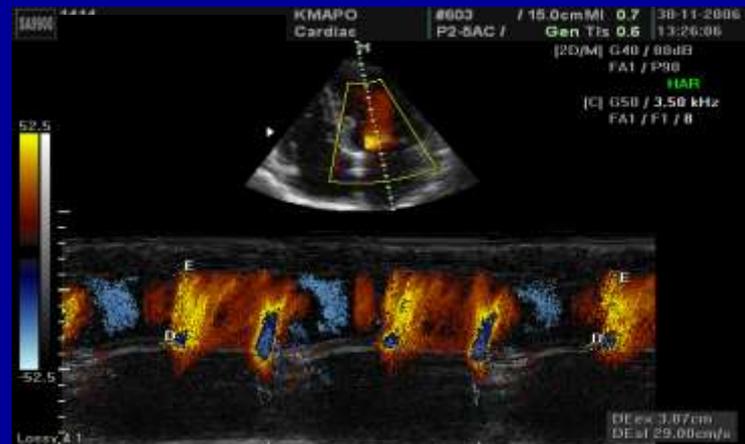
До пробы Вальсальвы



Начало пробы Вальсальвы

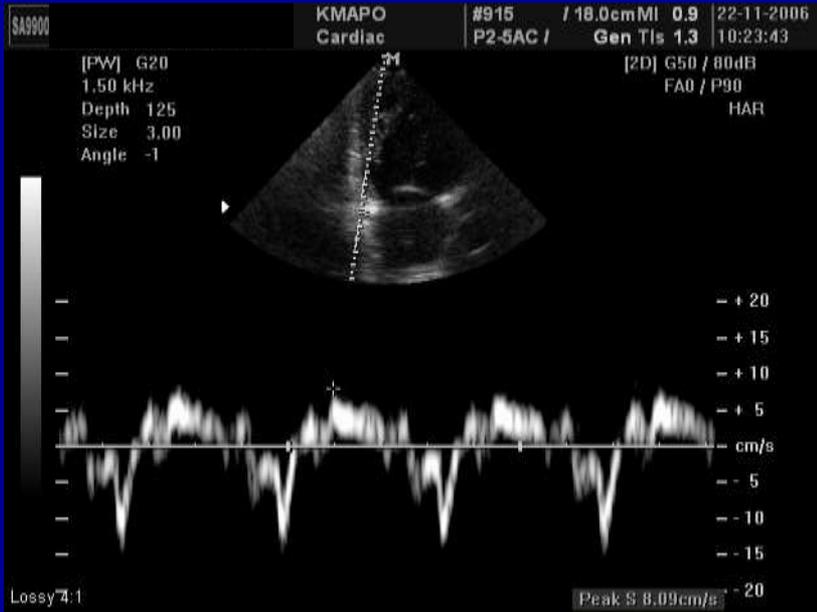


На высоте пробы Вальсальвы

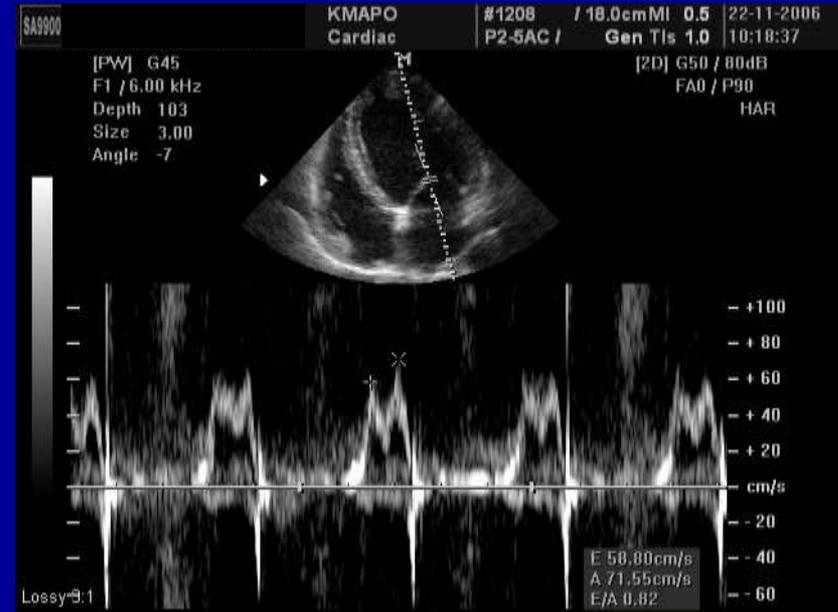


$V_p=29$  см/с

# ИБС. Состояние после АКШ

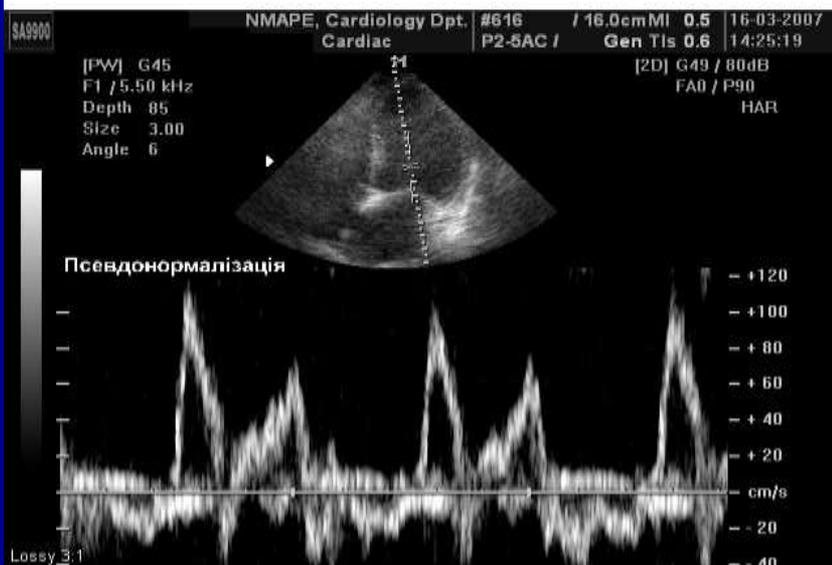
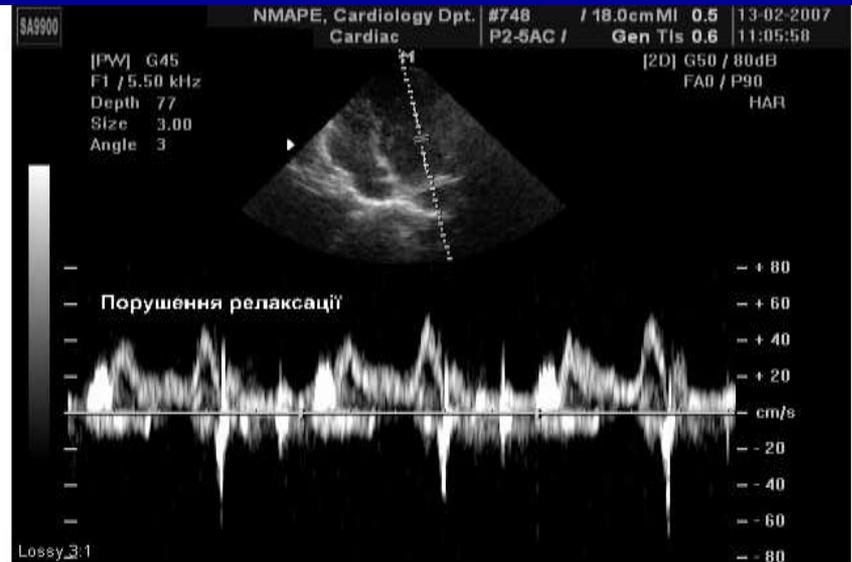


ТДВ

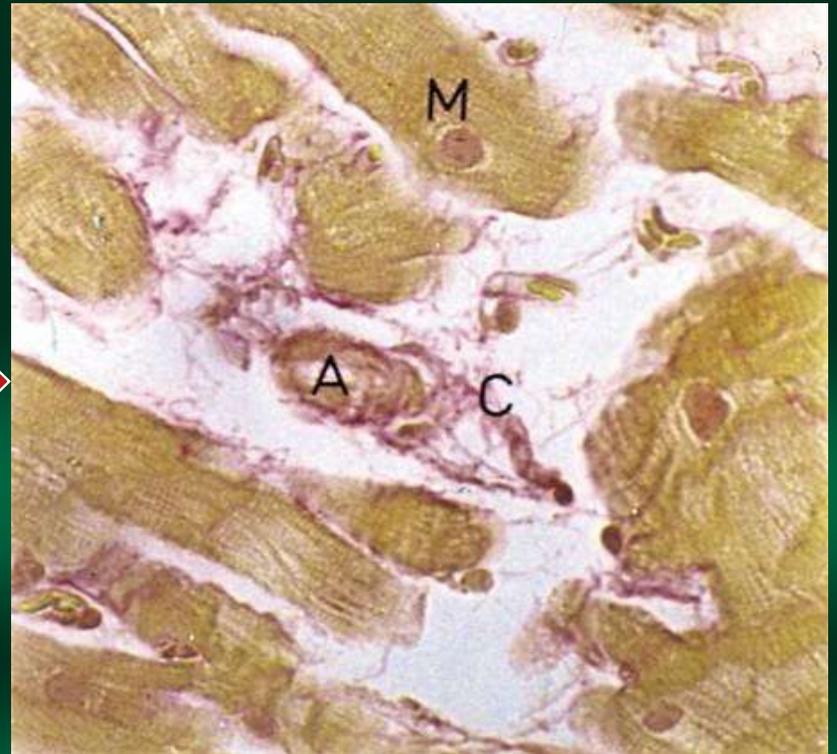
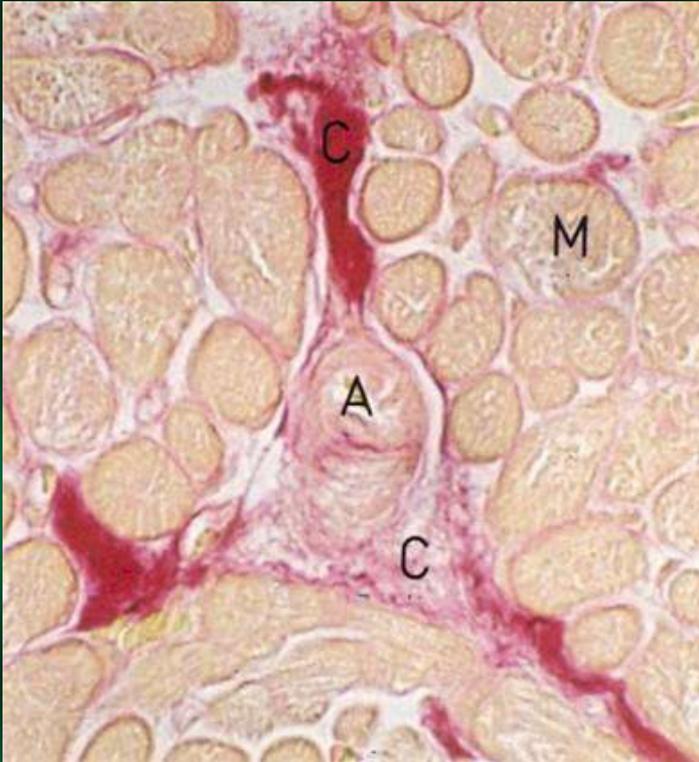


Через 5 мин. после начала  
исследования

# Дилатационная КМП

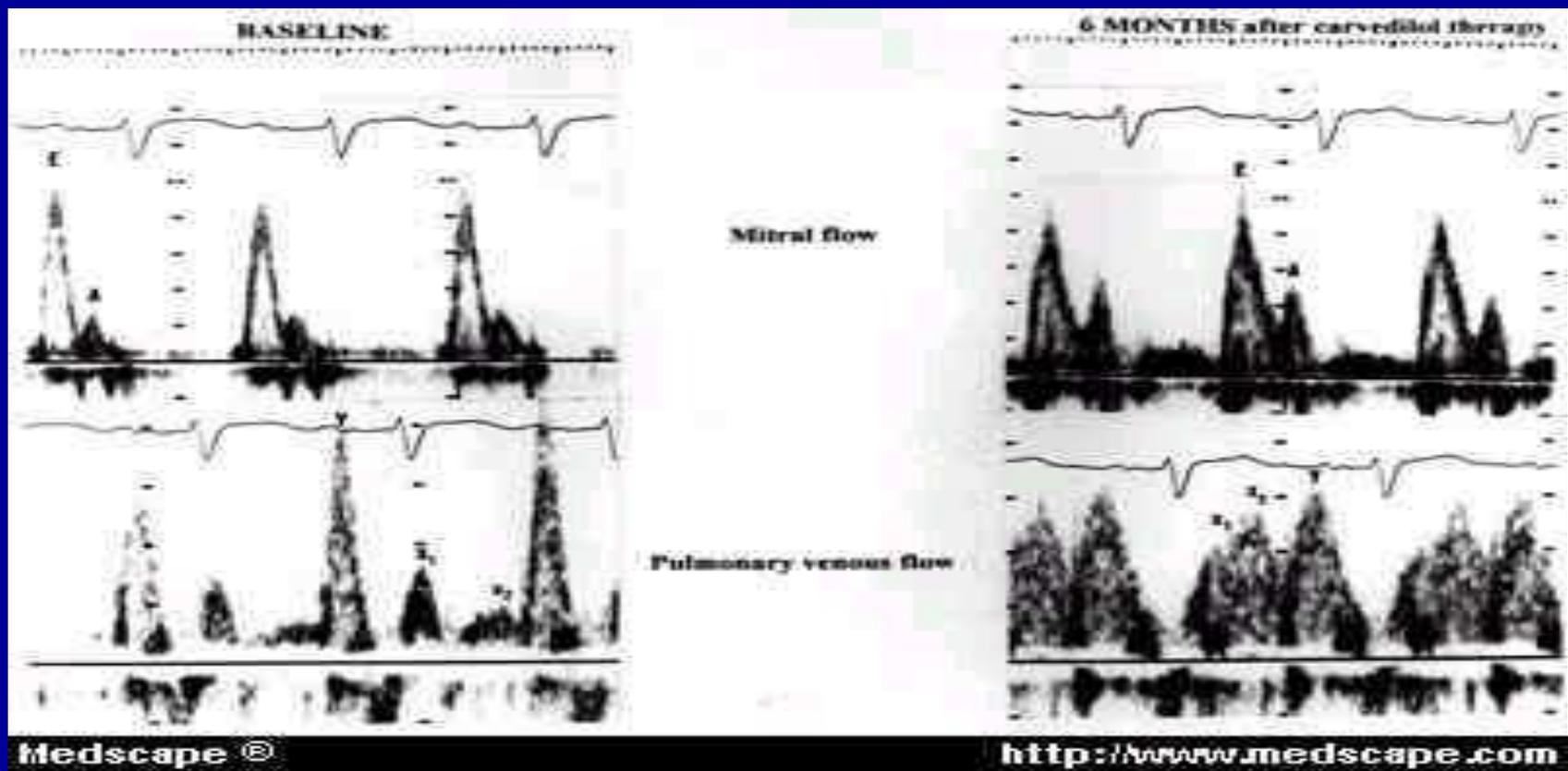


# Регрессия периартериолярного фиброза при лечении Престариумом (1 год)



*М-миоцит, А-артериола, С-колаген*

# Влияние эффективного лечения на диастолические показатели



# Как оценить состояние диастолической функции в данном случае?

