

ЭхоКГ ОЦЕНКА ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ



Доц. С.В. Поташев

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

ОСОБЕННОСТИ ПЖ

- Отдельный эмбриогенез
- Более тонкие стенки и податливые по сравнению с ЛЖ (3-5 мм)
- Неправильная «треугольная» форма
- Значительно более выраженная трабекулярность
- Разобщенные АВ- и КЛА (в отличие от МК и АК)
- Области: принос.тракт (синус), верхушка, и вынос.тракт (конус)

ОСОБЕННОСТИ ПЖ

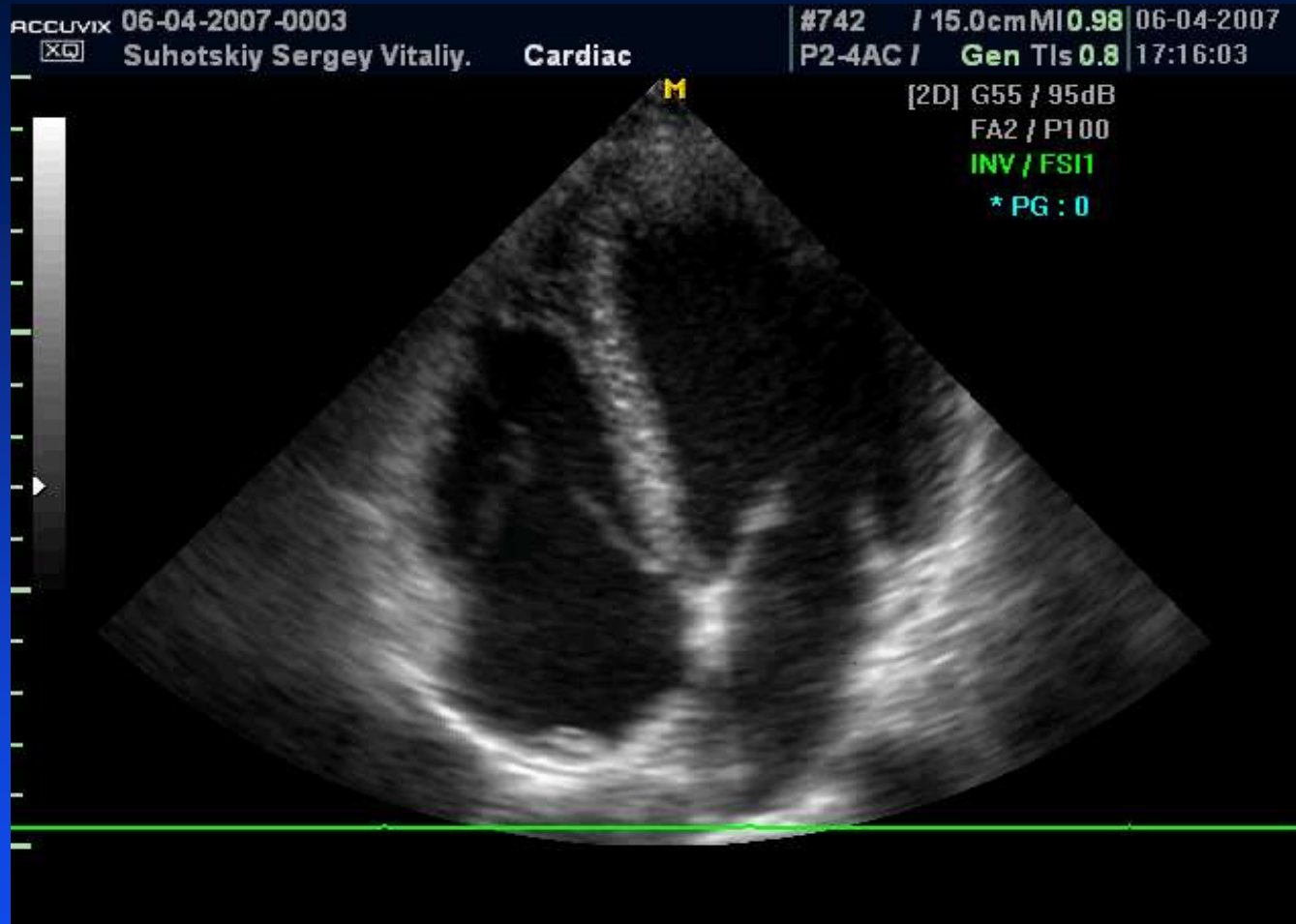
- Сокращается перистальтической волной от синуса к конусу
- Энергозатраты до 25% от затрат ЛЖ
- Менее подвержен ишемии по сравнению с ЛЖ
- Легче переносит объемную перегрузку, а не перегрузку давлением
- Более низкая нормальная ФВ → больший КДО
- МЖП - имеет четко ПЖ- и ЛЖ-стороны («львиная доля» функции ПЖ)

Роль оценки геометрии и функции ПЖ?

- Выявление причин субъективных и объективных симптомов
- Оценка прогноза и стратификация риска при ЛЖ недостаточности, врожденных пороках, легочной гипертензии, ТЭЛА, аритмогенной ПЖ дисплазии/КМП, ХОЗЛ
- Динамическое наблюдение / оценка эффективности лечения

Современные методы оценки размеров и систолической функции ПЖ

Нормальный ПЖ А4С



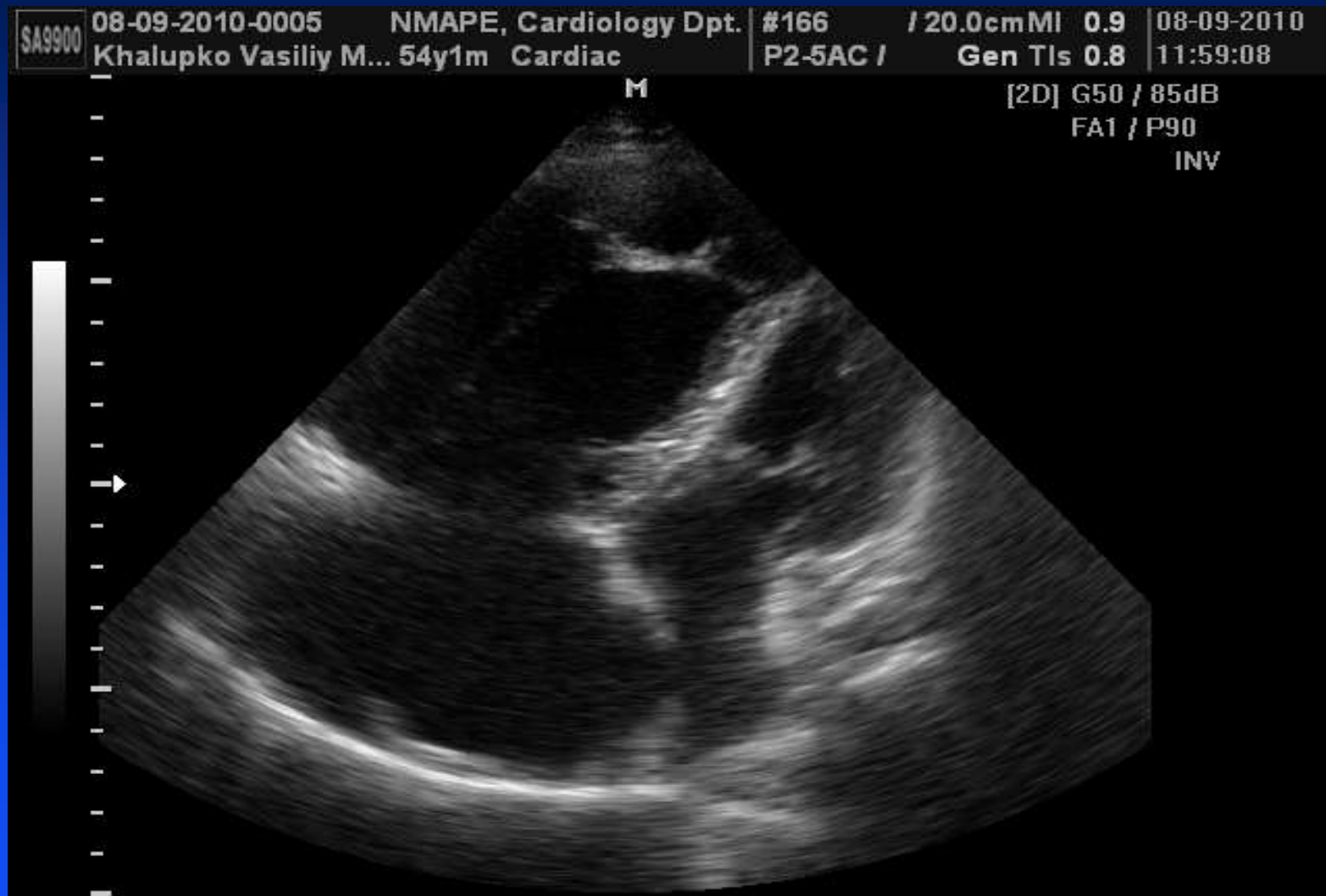
- Нормальные размеры ПЖ составляют $\sim 2/3$ от размеров ЛЖ

В- и М-режимы: размеры ПЖ

- Дилатация ПЖ:
ПЖ примерно соответствует или превышает ЛЖ по размерам;
- принимает участие в формировании верхушки

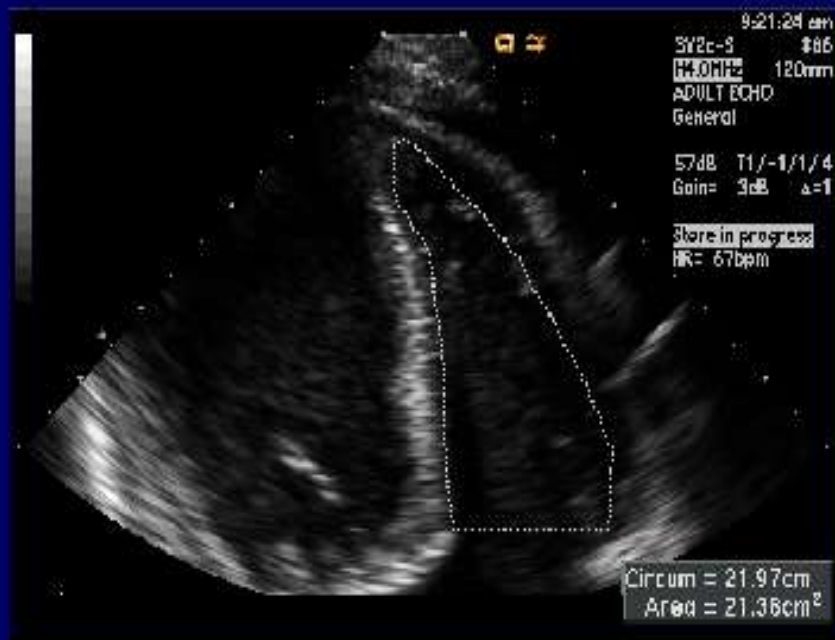


Гигантский ПЖ, формирующий верхушку у пациента с ЛГ на фоне ХОЗЛ



Фракционное изменение площади

В- и М-режимы: фракционное изменение площади (ФИП)



$$\frac{(\text{КДП}) - (\text{КСП}) \times 100}{(\text{КДП})}$$

В- и М-режимы: площадь и ФИПв А4С

		Норма	Легкое ↑	Умеренное ↑	Тяжелое ↑
КДП ПЖ	(см ²)	11-28	29-32	33-37	≥38
КСП ПЖ	(см ²)	7.5-16	17-19	20-22	≥23
ФИППЖ (%)		32-60	25-31	18-24	≤17

- Высоко коррелирует с функцией ПЖ по данным радионуклидной вентрикулографии или МРТ
- Достоверный прогностический признак
- Ограничения: невозможность измерить ФИПпри неадекватной визуализации

В- и М-режимы: толщина свободной стенки ЛЖ



- В норме $<0,5$ см
- Измеряется на уровне хорд ТК на пике R ЭКГ в субкостальной или парастеранальной позициях по длинной оси ЛЖ
- Хорошо коррелирует с максимальным систолическим давлением в ЛЖ (САД_{ЛЖ})

Пациент с легочной гипертензией с тяжелой гипертрофией ПЖ и толщиной стенки ПЖ, эквивалентной толщине ЛЖ



Давление в ПП (ЦВД) = 5 mmHg



Давление в ПП (ЦВД) = 20 mmHg (персистирующая ТЭЛА)



Легочная гипертензия:

Оценка

- $4V^2 = \text{Градиент давления } (\Delta P)$

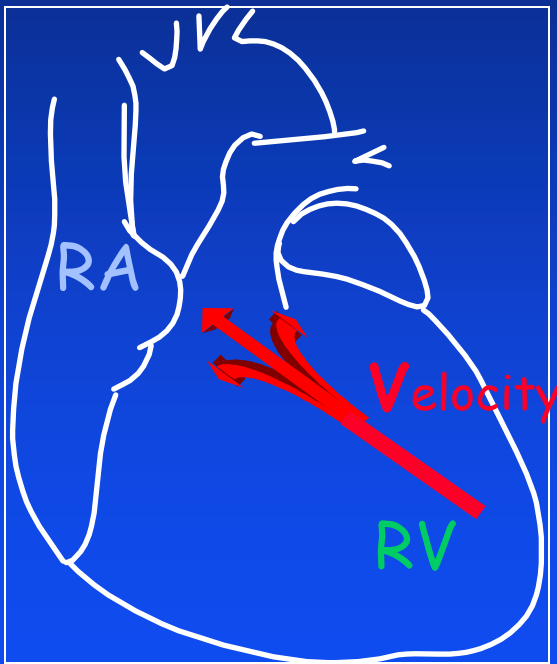
- (Модифицированное уравнение Бернулли)

- $\text{СДПЖ} = \text{ДПП} + \Delta P$

- $\text{СДПЖ} = \text{СДЛА}$ (при отсутствии легочного стеноза)

Screen

Echo



$$\text{СДПЖ} = 4(3.05)^2 + 20 = 57 \text{ mmHg}$$

$$\text{СрдЛА} = 19.85 + 20 = 40 \text{ mmHg}$$

SA9900 29-04-2008-0001 NMAPE, Cardiology Dpt. #972 / 18.0cm MI 0.07 29-04-2008
 Galko Vasiliy Vasil. 56y4m Cardiac P2-5AC / Gen TIs 2.4 11:03:47

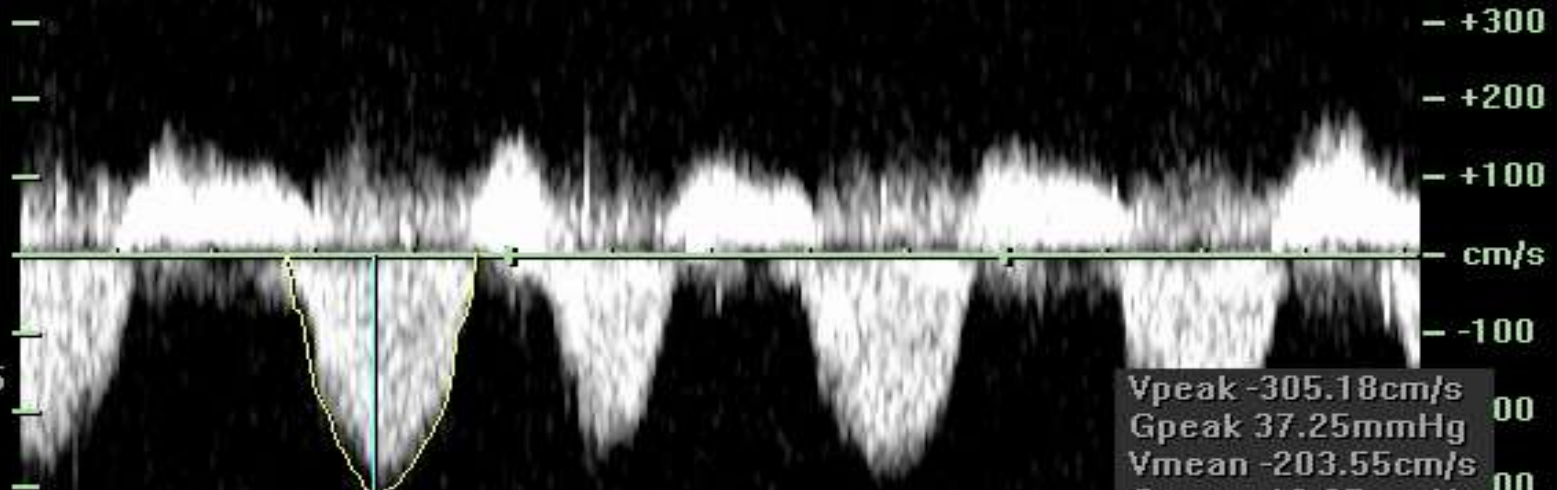
[CW] G41
 F1 / 31.25 kHz / P100
 Depth 90

[2D] G50 / 80dB
 FA1 / P90

HAR

[C] G50 / 2.50 kHz
 FA1 / F1 / 11

Vel 37.50cm/s
 Area 6.03cm²
 Rate 226.29ml/s
 ERO -0.74cm²
 Vol. -58.70ml

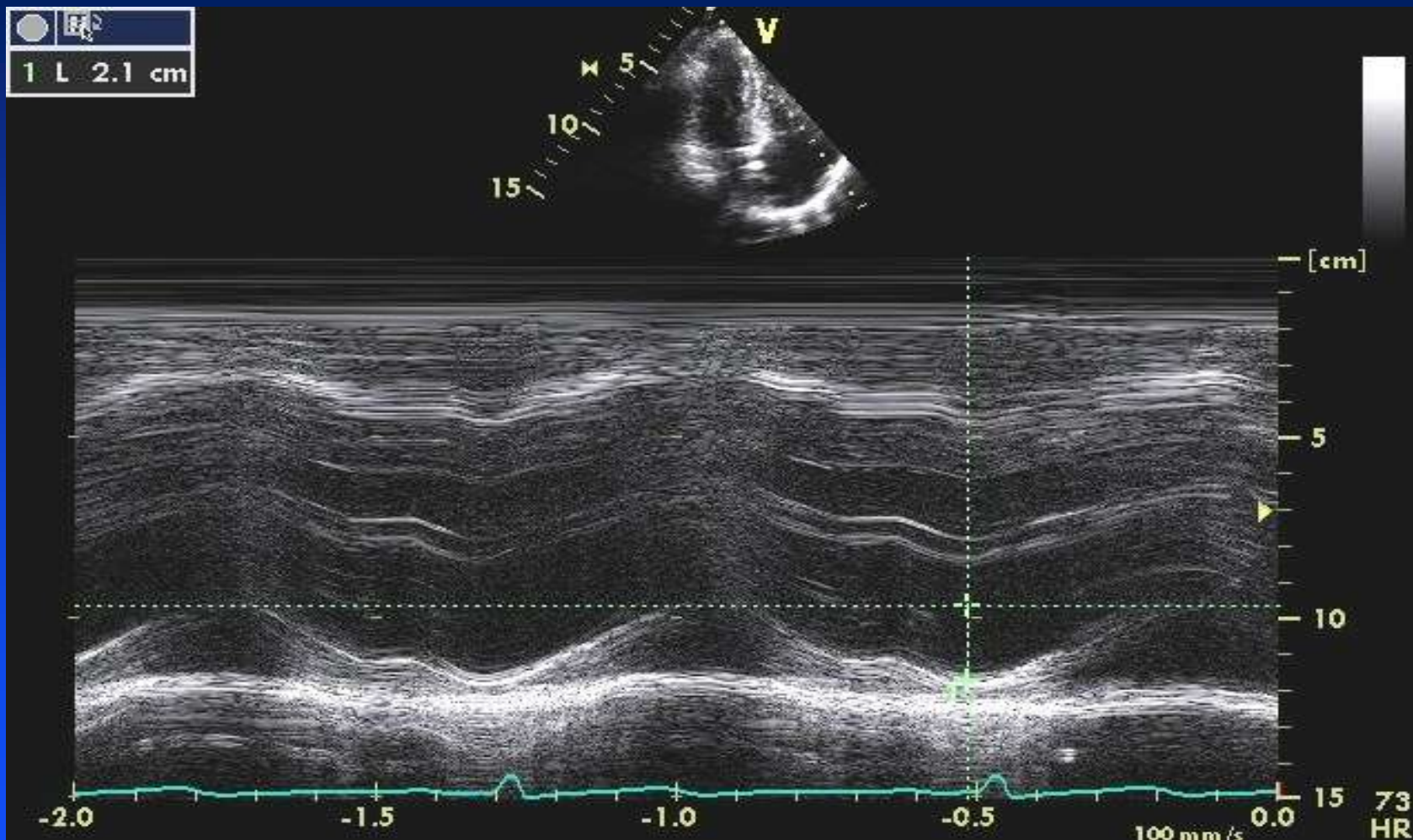


Vpeak -305.18cm/s
 Gpeak 37.25mmHg
 Vmean -203.55cm/s
 Gmean 19.85mmHg
 VTI 79.16cm

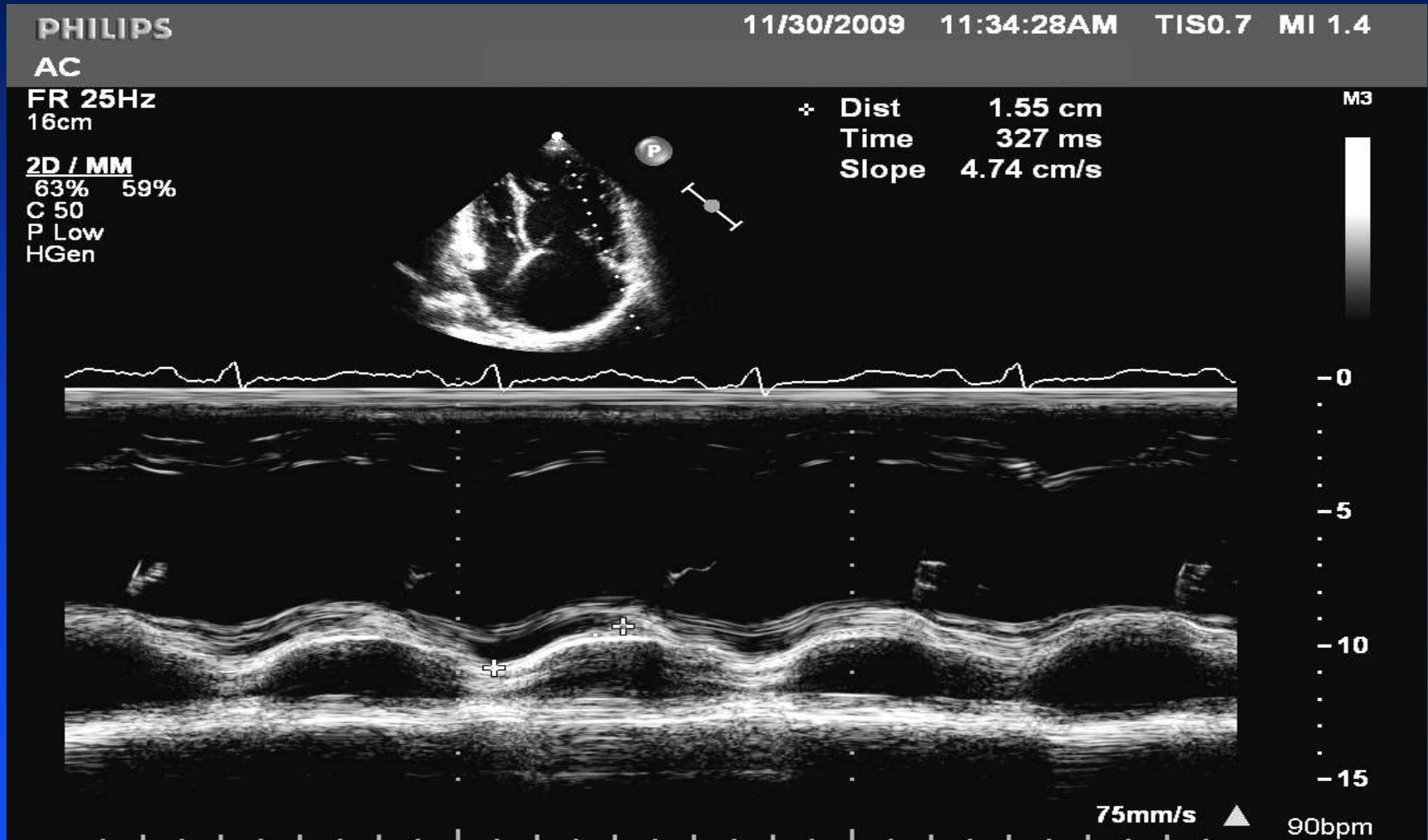
Lossy 6:1

**ЭхоКГ в М-режиме-TAPSE:
Систолическая экскурсия
плоскости
трикуспидального кольца**

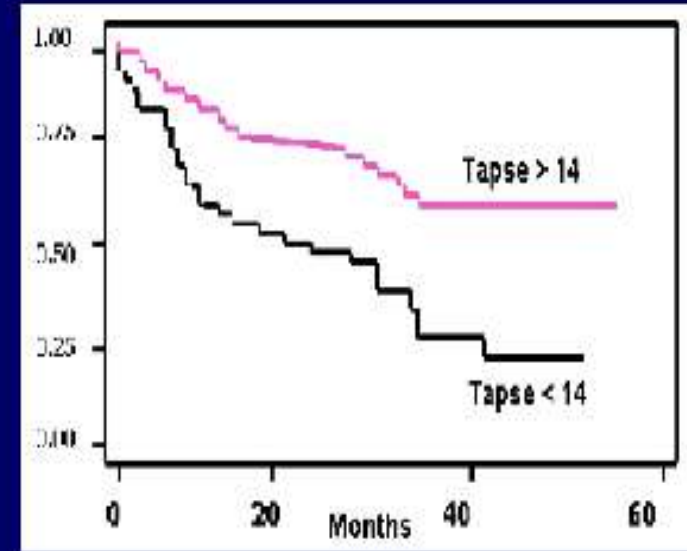
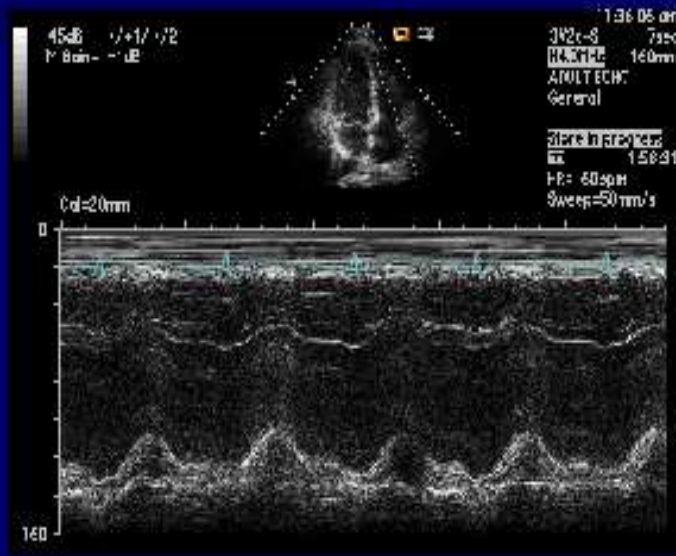
Систолическая экскурсия плоскости трикуспидального кольца в М-режиме = TAPSE = 2.1 cm



TAPSE = 1.55 cm у женщины 44 лет с тяжелой ЛГ



Систолическая экскурсия плоскости трикуспидального кольца



✳ TAPSE и ФВ ПЖ

- : TAPSE 2cm = RVEF 50%
- : TAPSE 1.5cm = RVEF 40%
- : TAPSE 1cm = RVEF 30%
- : TAPSE 0.5cm = RVEF 20%

Выживаемость без конечных точек в зависимости от TAPSE у пациентов с застойной СН

TAPSE при легочной гипертензии

Forfia et al, Am J Respir Crit Care Med 2006,174:1034-1041

- TAPSE ≥ 1.8 cm указывает на более высокие СИ, фракционное изменение площади, и лучшую выживаемость по сравнению с TAPSE < 1.8 cm

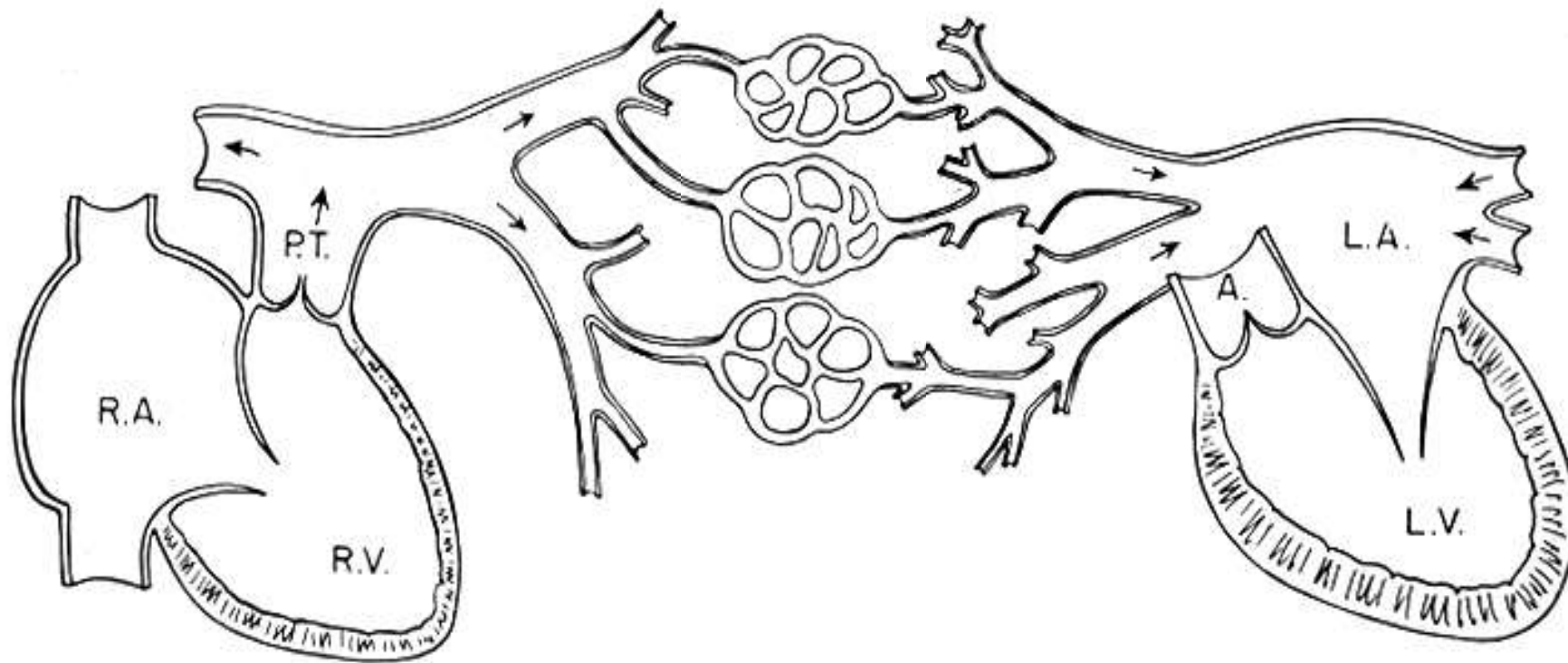
TAPSE, cm	Выживаемость, % 1 год	Выживаемость, % 2 года
≥ 1.8	94	88
< 1.8	60	50

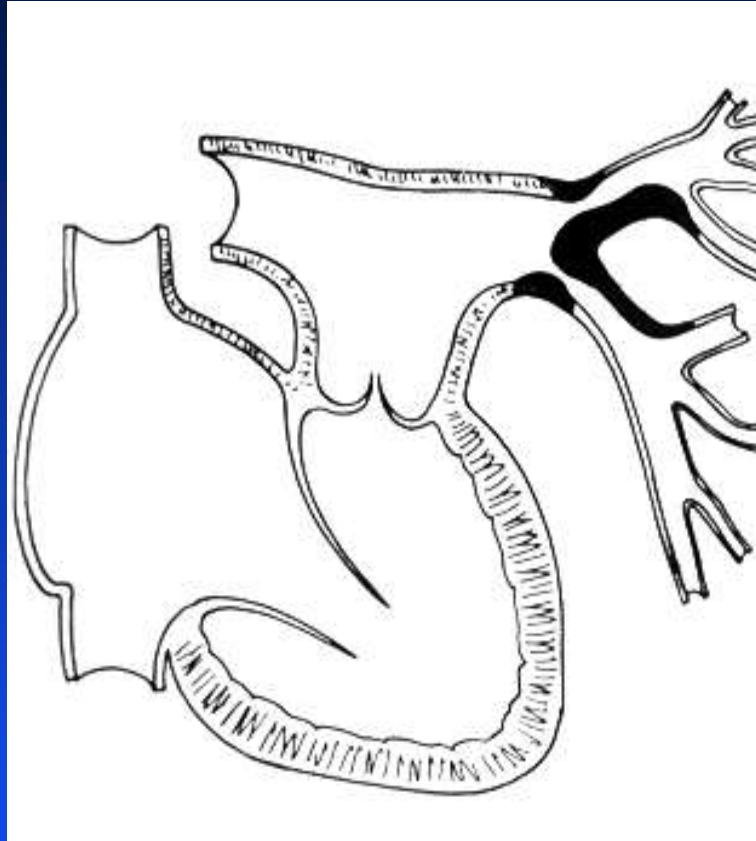
- При оценке TAPSE предполагается, что ПЖ сокращается одинаково хорошо, и что базальная сократимость отражает глобальную функцию ПЖ.

- При акинезе верхушки ПЖ при сохранной подвижности основания ПЖ использование TAPSE приведет к переоценке функции ПЖ.

Этиология легочной гипертензии (Dana)

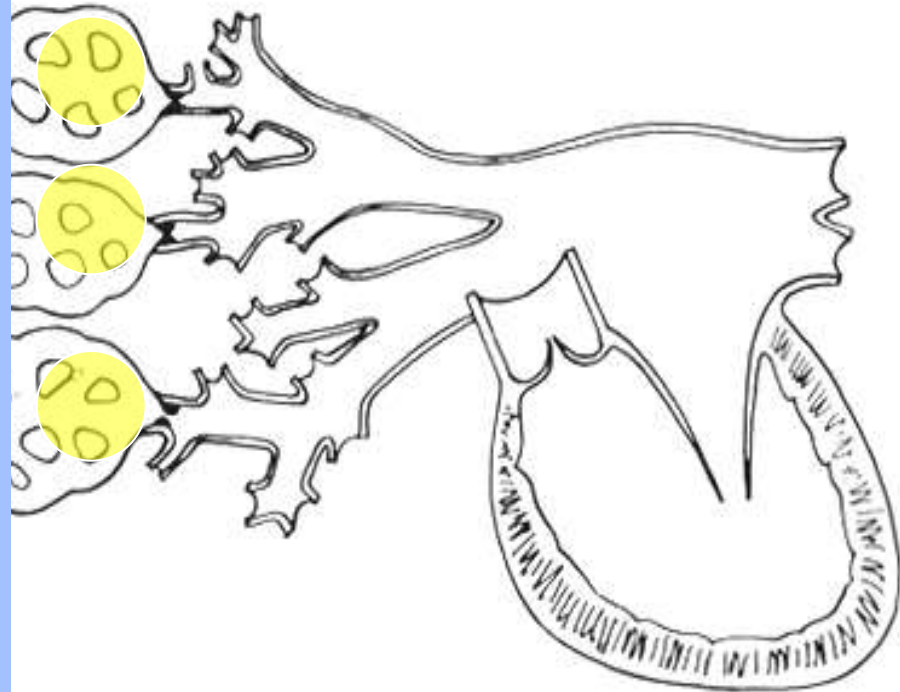
- **Группа 1:** 1.1. Идиопатическая. 1.2. Семейная. 1.3. Ятрогенная (лекарственная). 1.4 Ассоциированная с ДЗСТ, ВИЧ, портальной гипертензией, ВПС, гемолитич.анемией, шистостомозом
- **Группа 2.** Вторичная ЛГ при поражении левых отделов (PVHTN)
- **Группа 3.** ЛГ при легочной патологии или гипоксии
- **Группа 4.** ЛГ при хронической ТЭЛА
- **Группа 5.** Разное: саркоидоз, миелопролиферативные заболевания, etc.





- **Этиология**
 - **ТЭЛА**
 - **Гипоксемия**
 - **Лево-правый шунт**
 - **Идиопатическая**

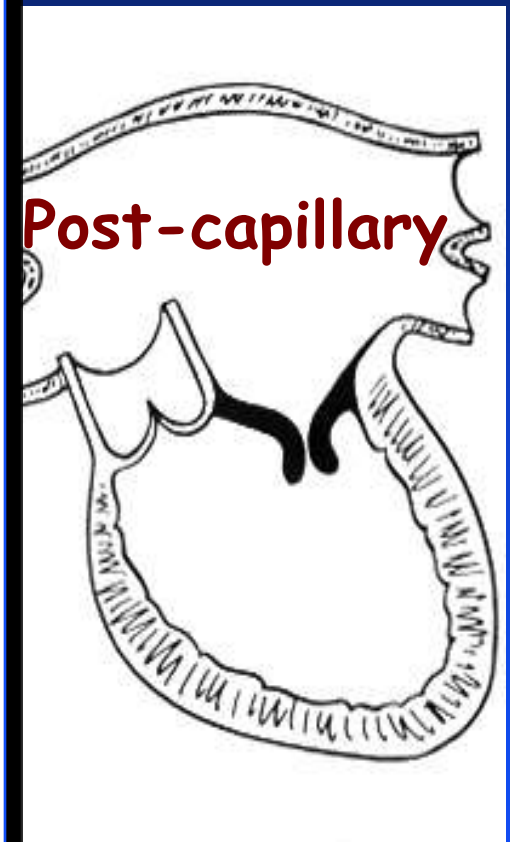
- **Этиология**
 - **Патология легочных вен**
 - **стеноз**
 - **медиастинальный фиброз**
 - **неопластич.**
 - **болезнь легочной венозной окклюзии**



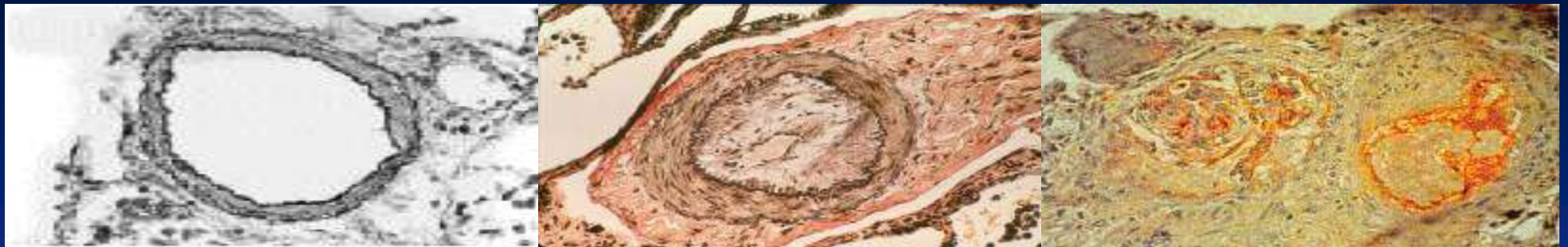
Легочная гипертензия: Локализация проблемы

Этиология левых отделов

- ИБС, «аритмогенное сердце»
- ЛП – опухоль, тромб, врожд.трабек.сеть
- МК –МС/МН
- ЛЖ –миокард.рестрикция/
констрикция
- Ao/АК – АС, коарктация



Прогрессирование ЛГ



Бессимптомная/
Компенсированная

Симптомная/
Декомпенсированная

Необратимая/
Декомпенсированная

CO

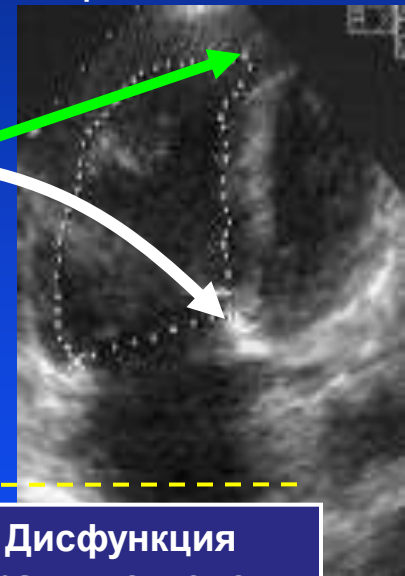
Симптомный порог

СДЛА

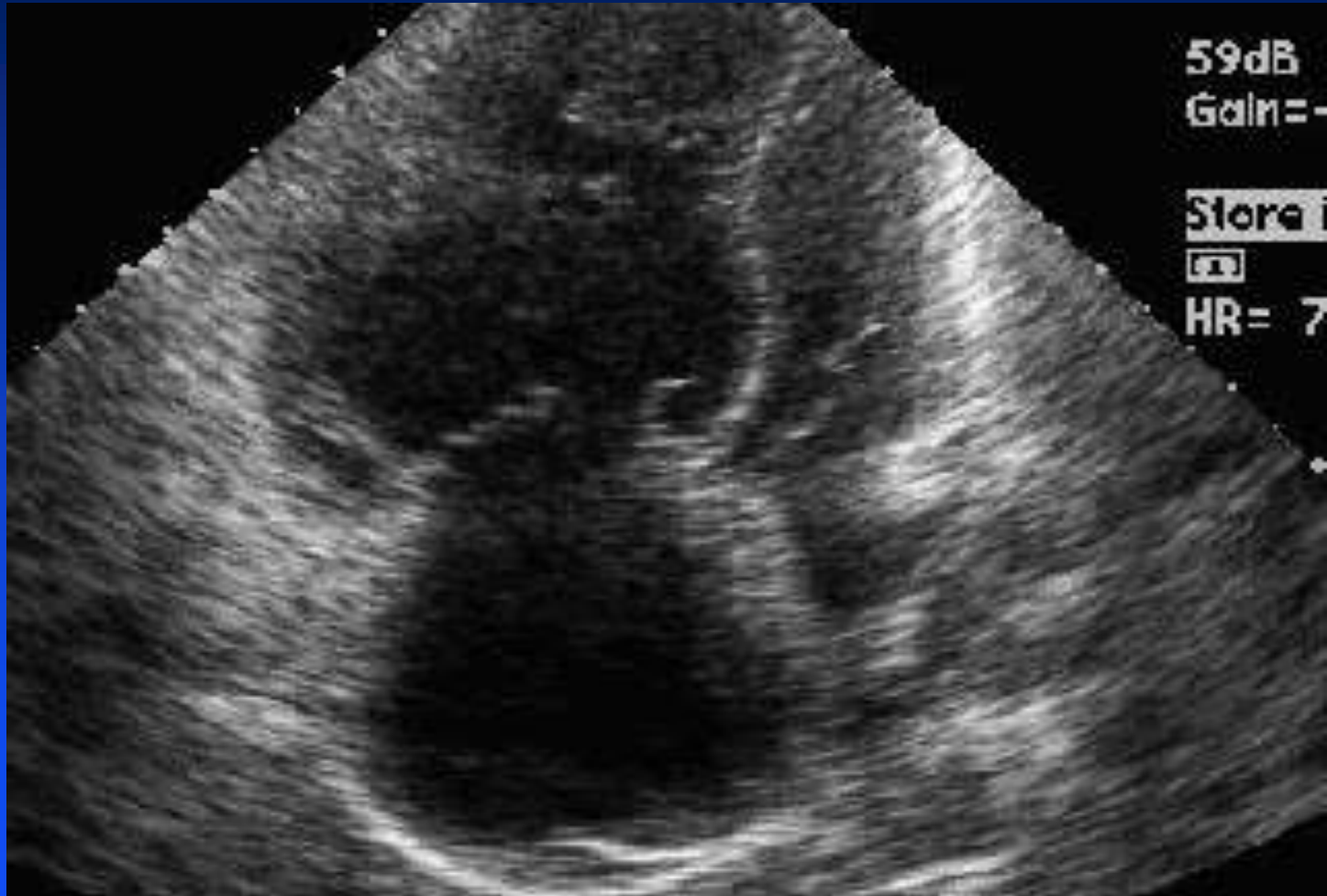
ЛР

Время

Дисфункция
правых отделов



Гигантские правые отделы при первичной ЛГ



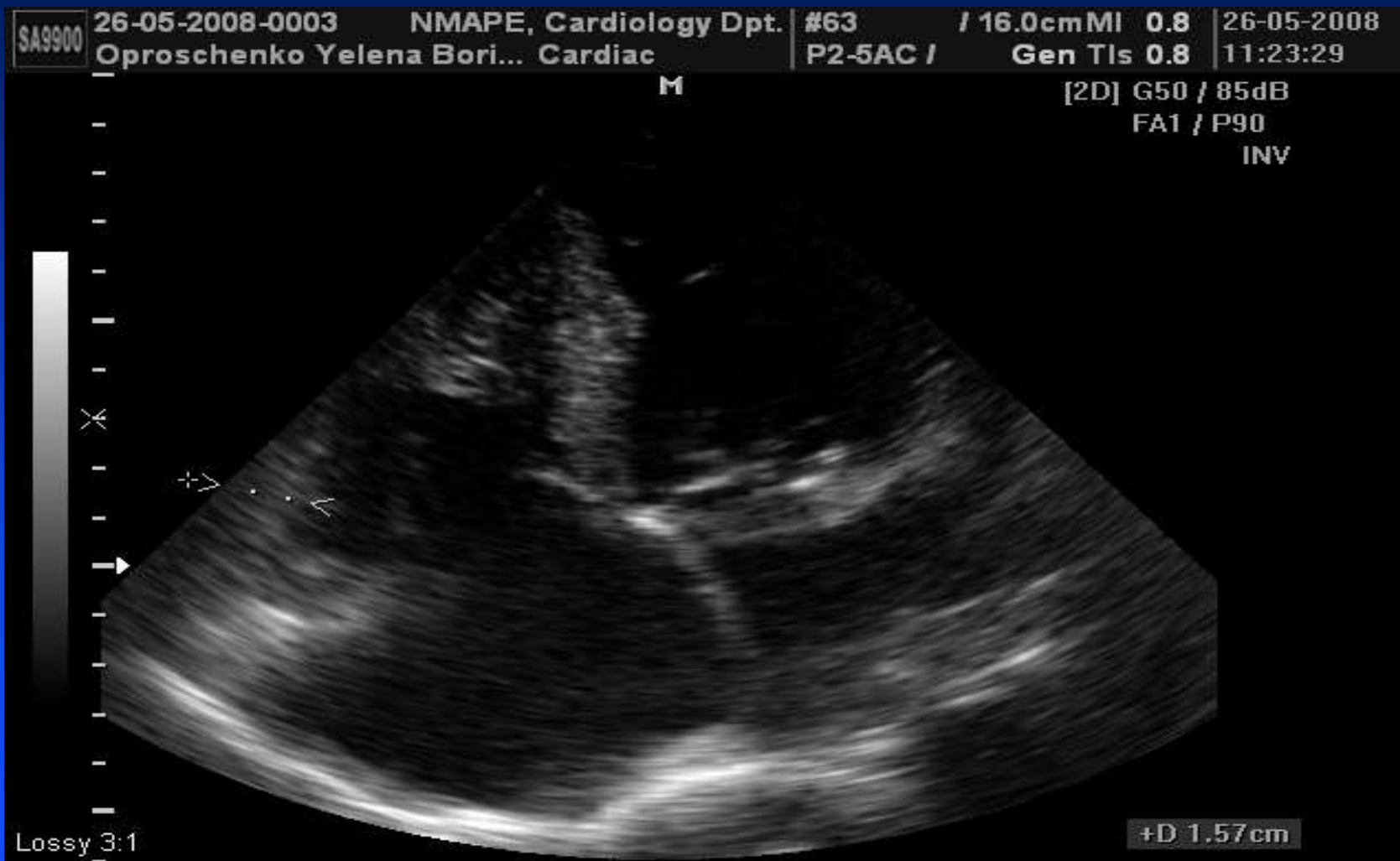
Аномалия Эбштейна - “атриализация” ПЖ



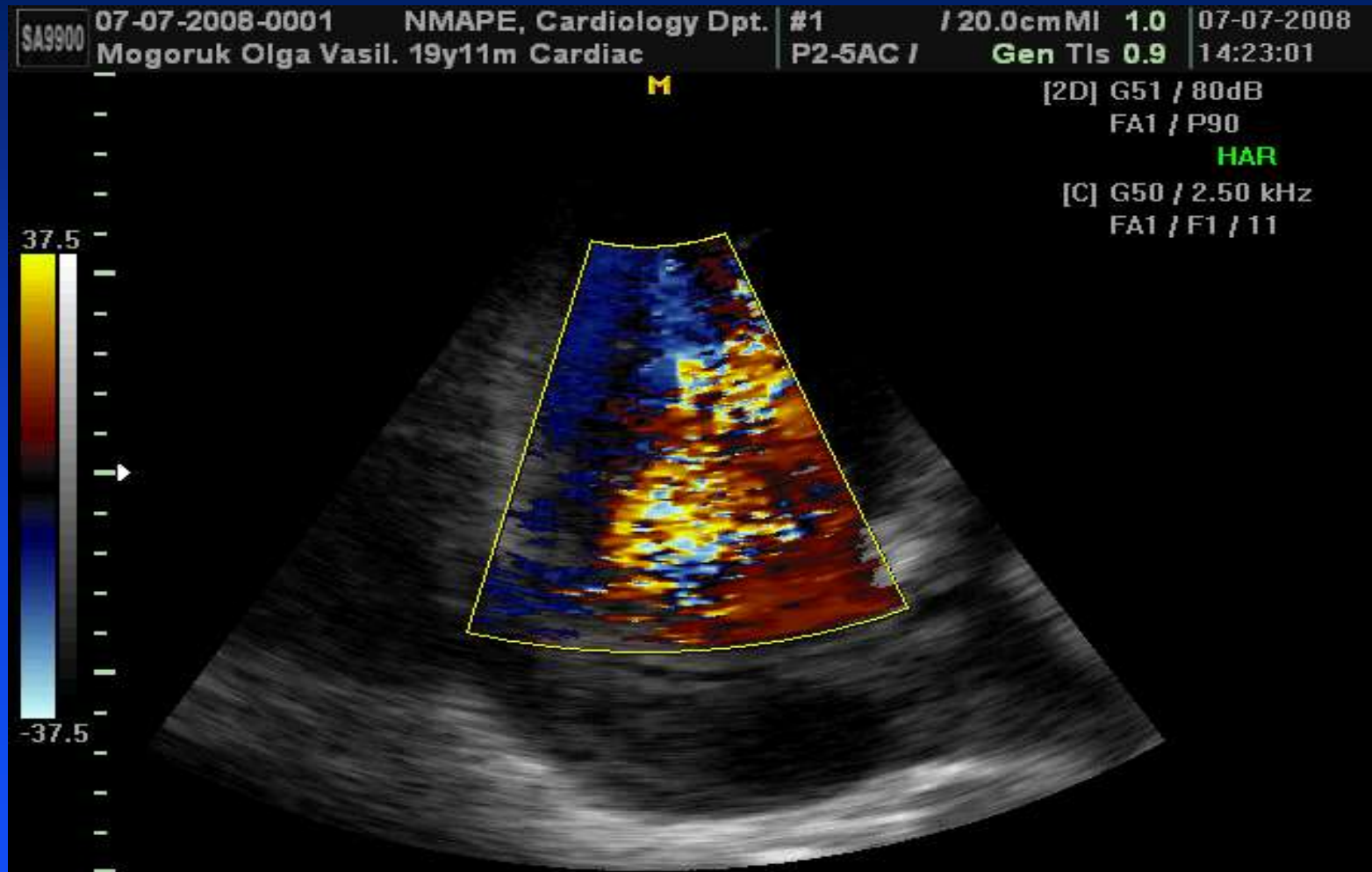
Врожденные пороки: Объемная перегрузка при высоком ДМПП (дефект венозного синуса)



ВПС/Клапанные пороки: Тяжелая ЛН в отдаленном периоде после коррекции тетрады Фалло

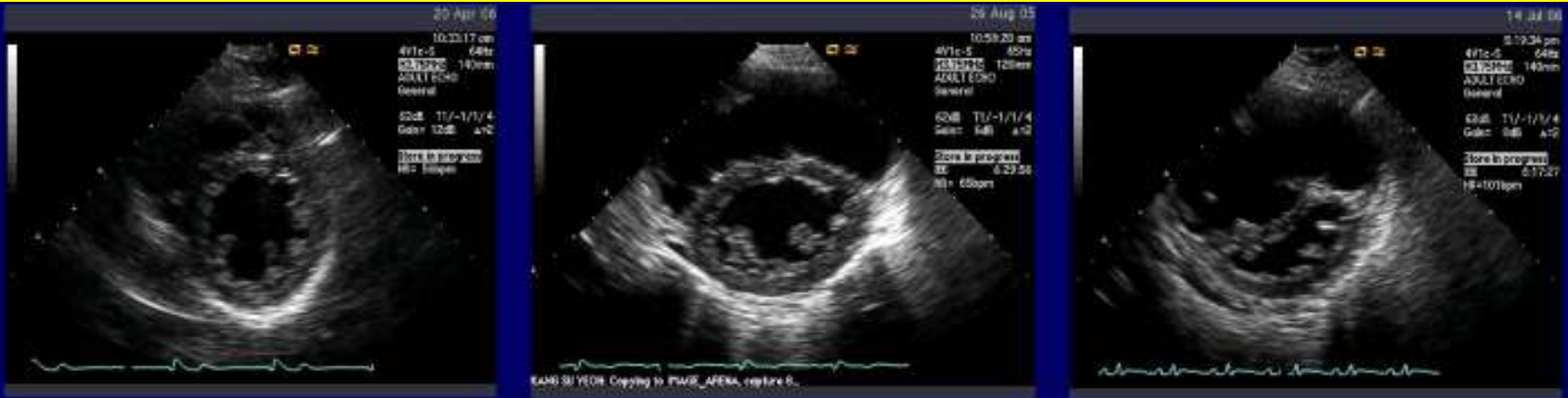


ВПС/Клапанные пороки: Тяжелая ЛН в отдаленном периоде после коррекции тетрады Фалло



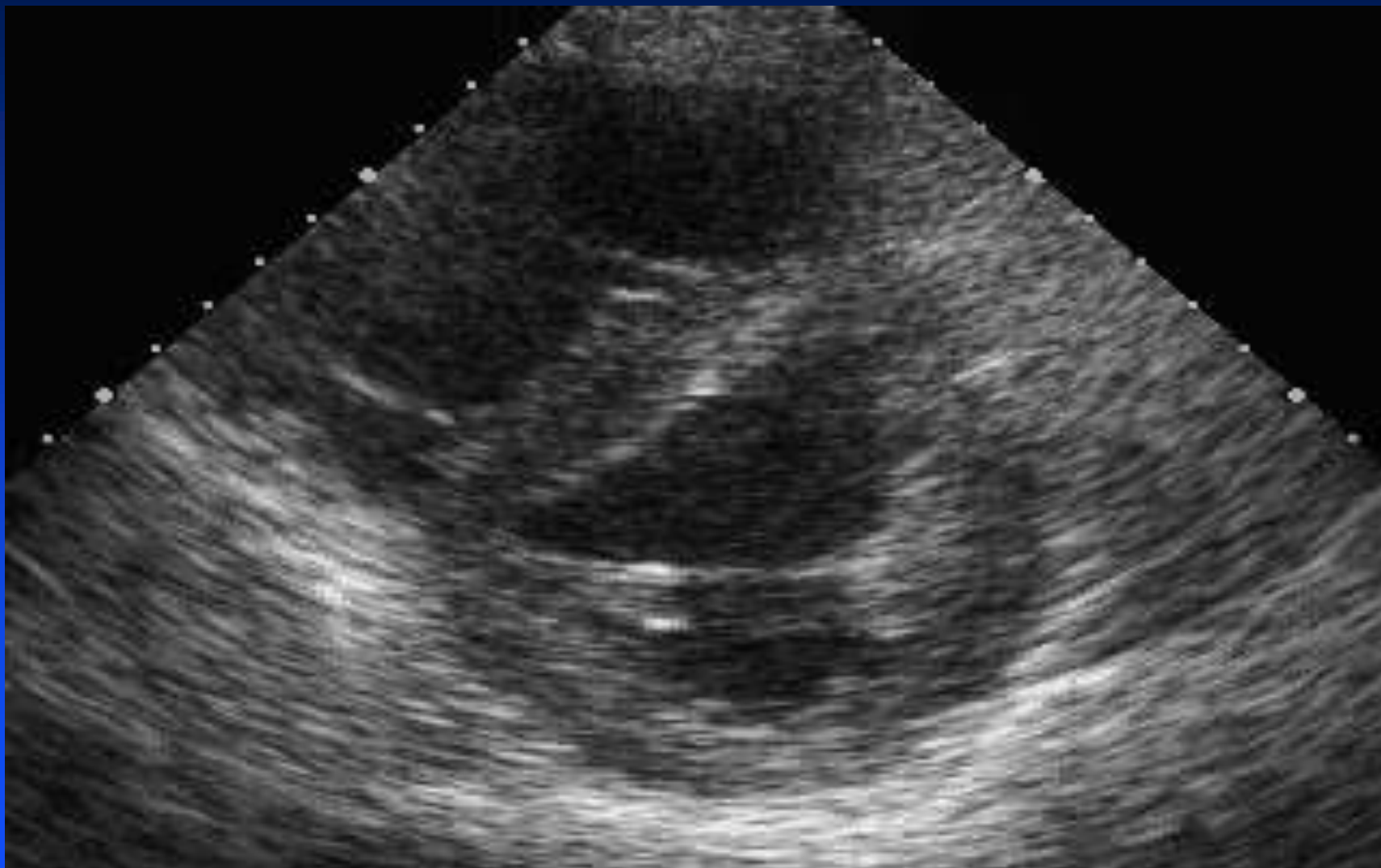
**Индекс эксцентричности:
количественное выражение
того, что видно
невооруженным глазом 😊**

В- и М-режимы: индекс эксцентричности



- Соотношение двух ортогональных коротких осей ЛЖ на уровне папиллярных мышц по короткой оси
- Отражает степень уплощения МЖП в результате нарушения контуров ЛЖ
- Норма: ~ 1.0 в любую фазу сердечного цикла

Компрессия дельтовидного ЛЖ при первичной ЛГ



Гигантский ПЖ с крайне тяжелой систолической дисфункцией, компрессией дельтовидного ЛЖ и гидроперикардом – декомпенсированное ХОЗЛ



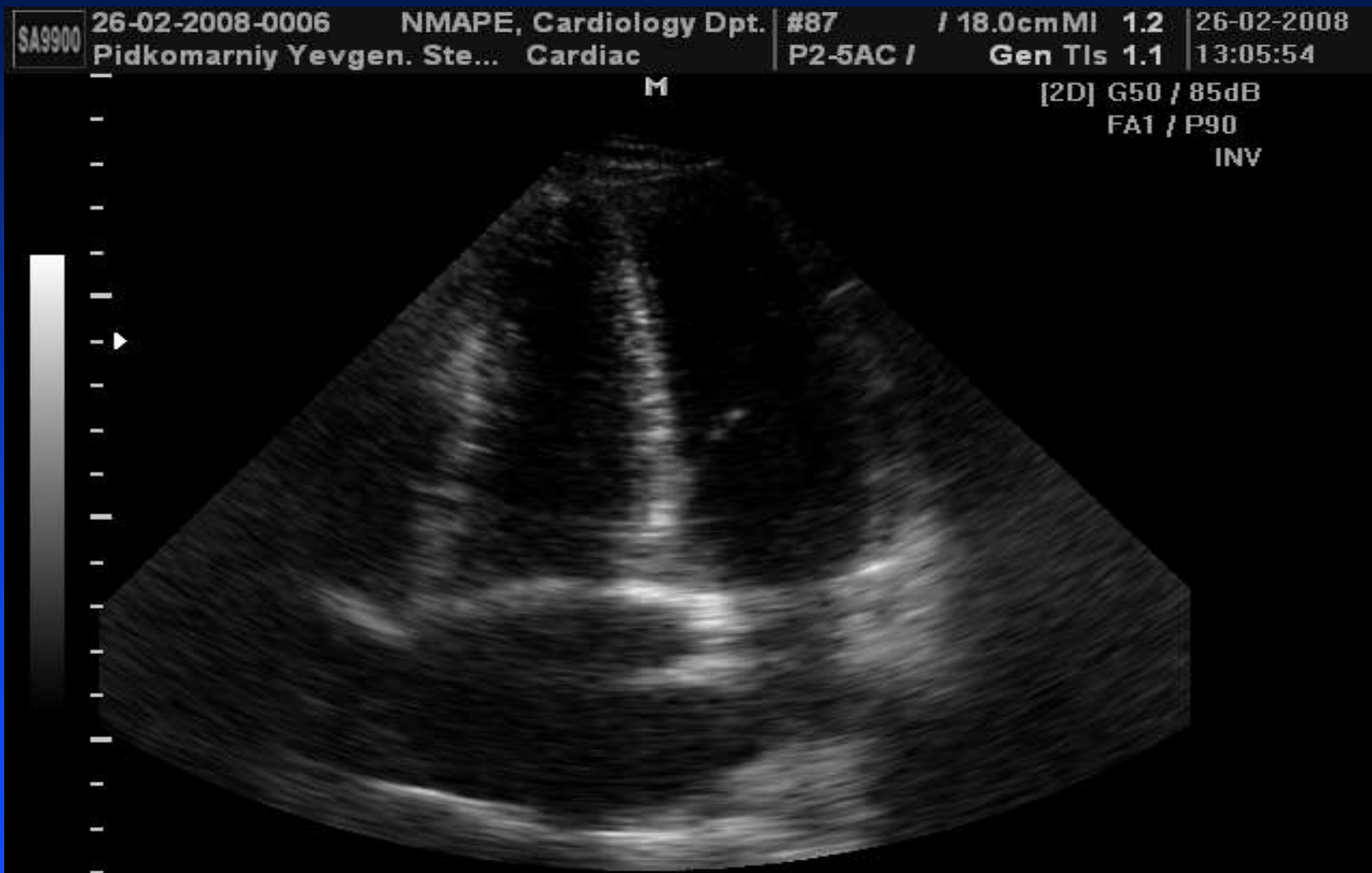
Нарушение геометрии ЛЖ, ведущее к нарушению расслабления ЛЖ



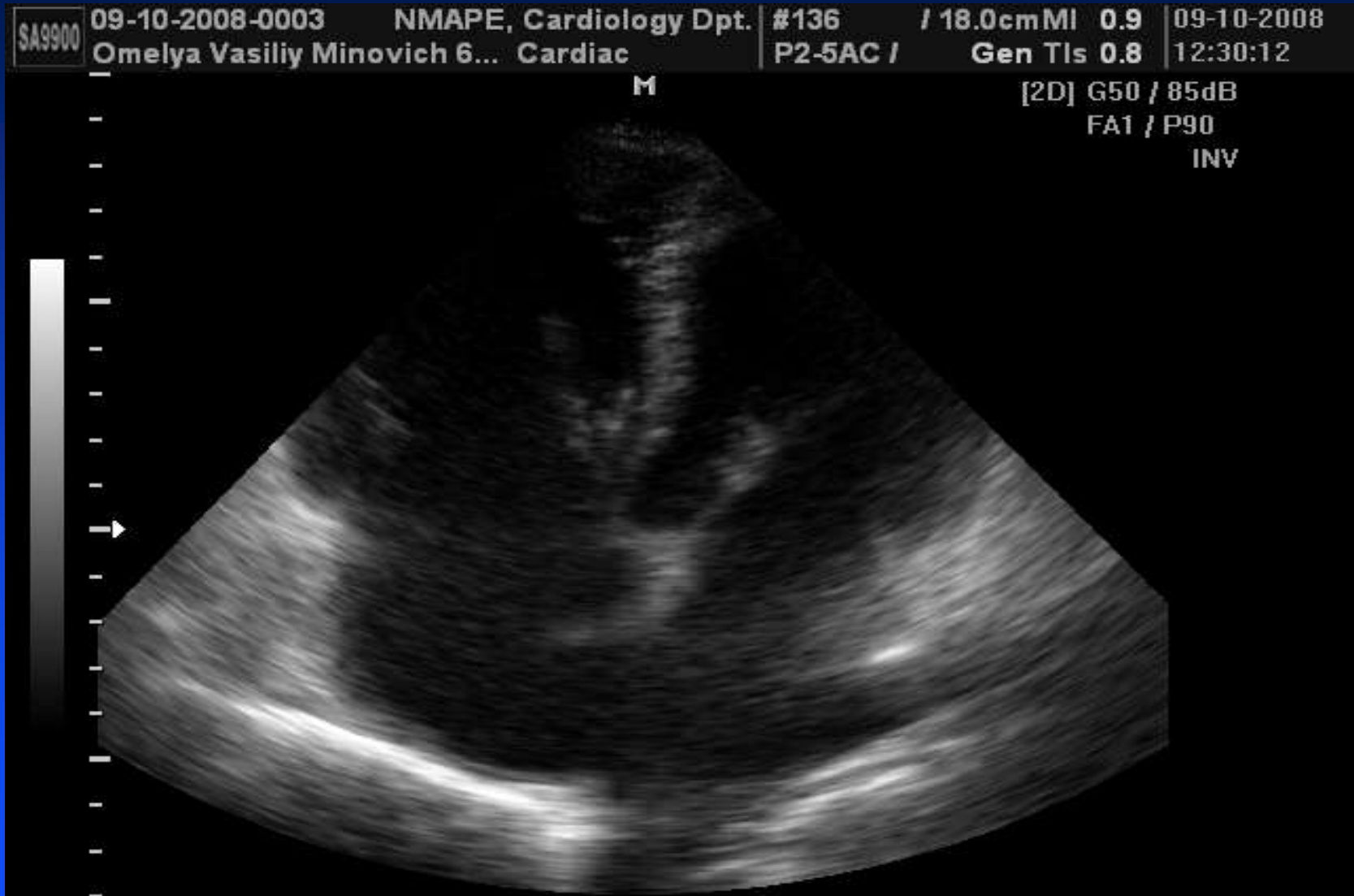
Хроническая ТЭЛА у женщины 44 лет на фоне ВБВНК



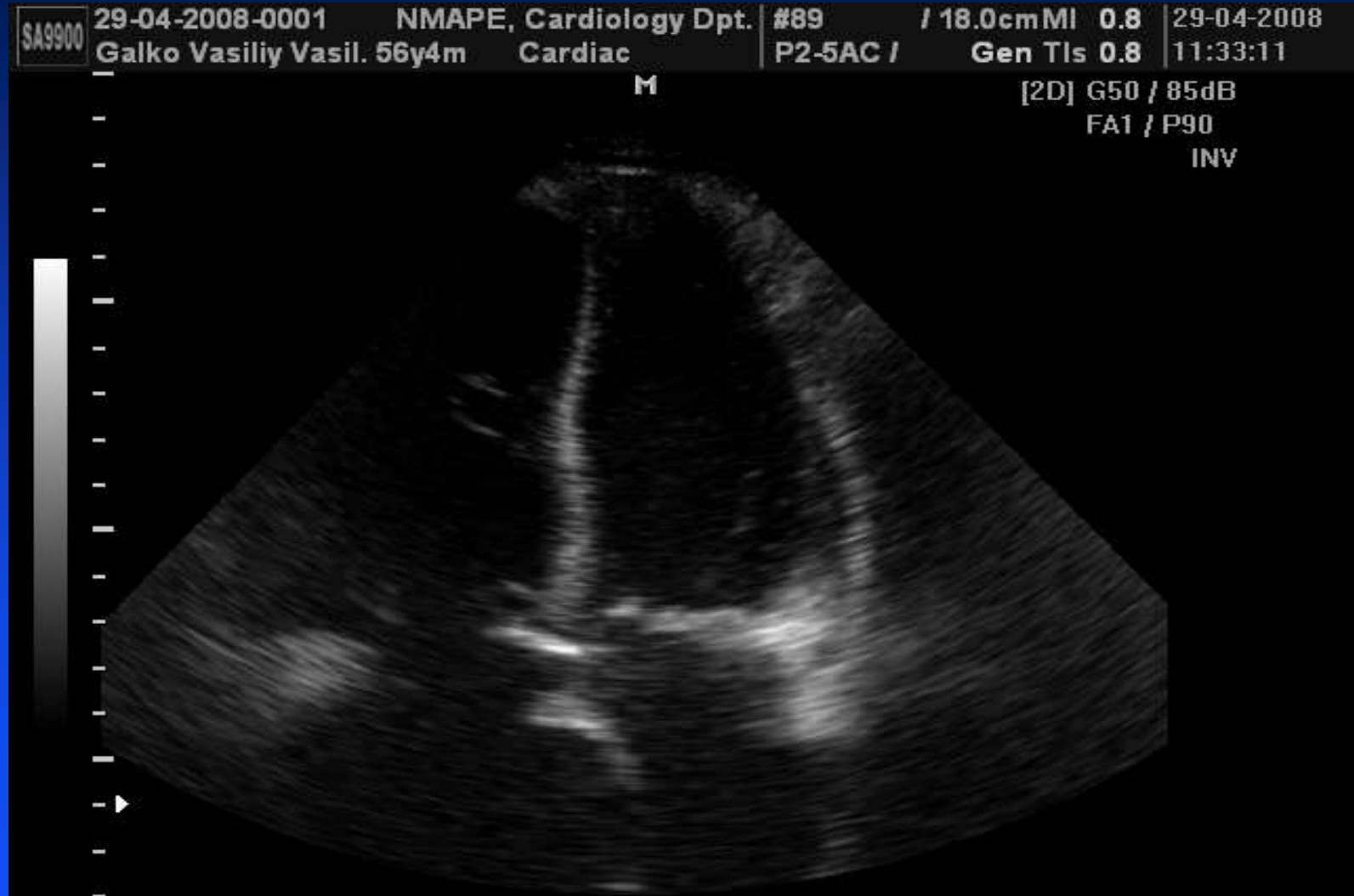
Значительная компрессия ЛЖ и ЛП при тяжелой ПЖ-недостаточности - ХОЗЛ



Компрессия ЛЖ и ЛП при тяжелой ПЖ-недостаточности – отрыв хорд ТК



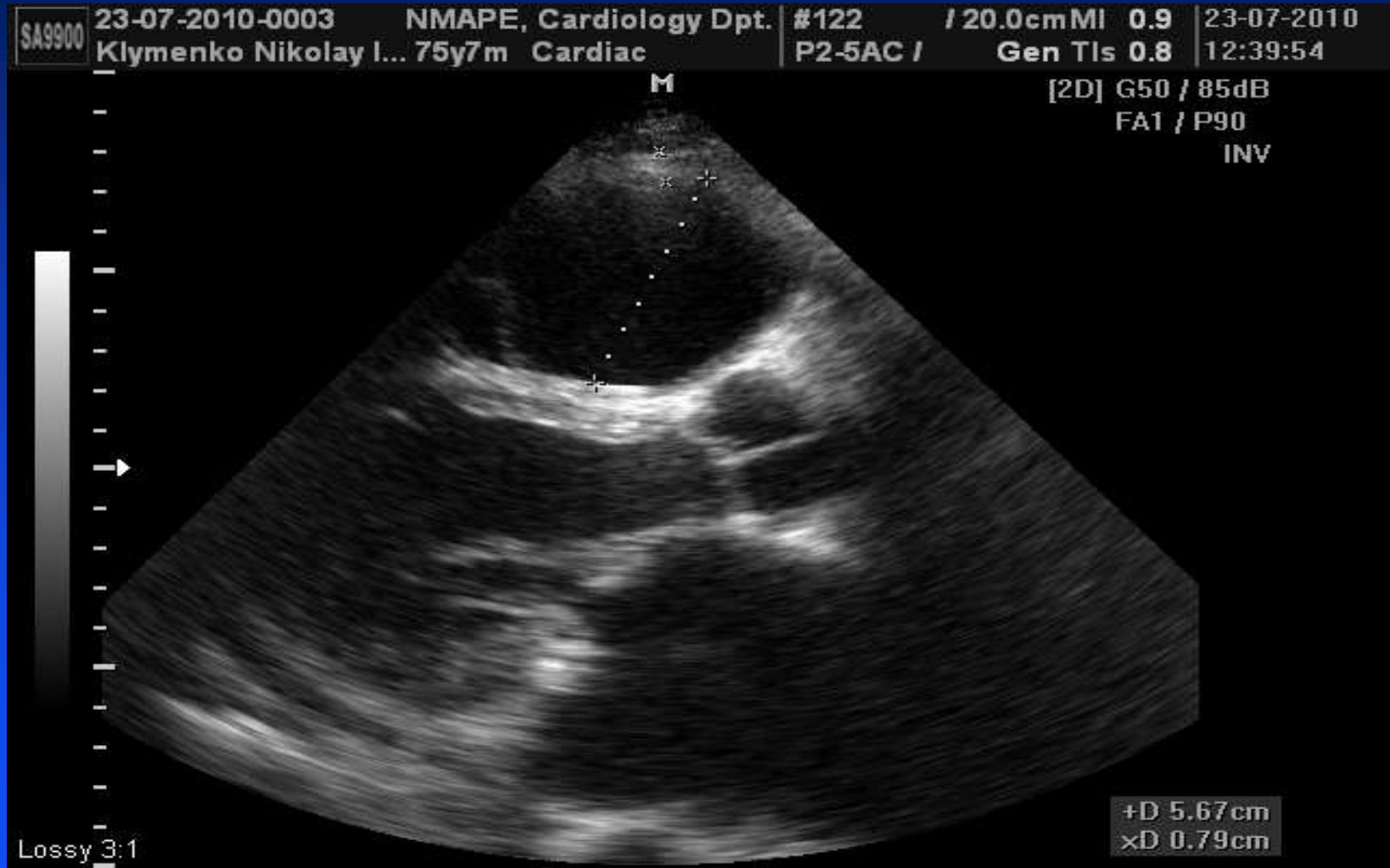
Компрессия ЛЖ и ЛП при тяжелой ПЖ-недостаточности – отрыв хорд ТК



Гидроперикард – частая находка при «легочном сердце»



Количественная оценка: Насколько она надежна и необходима?

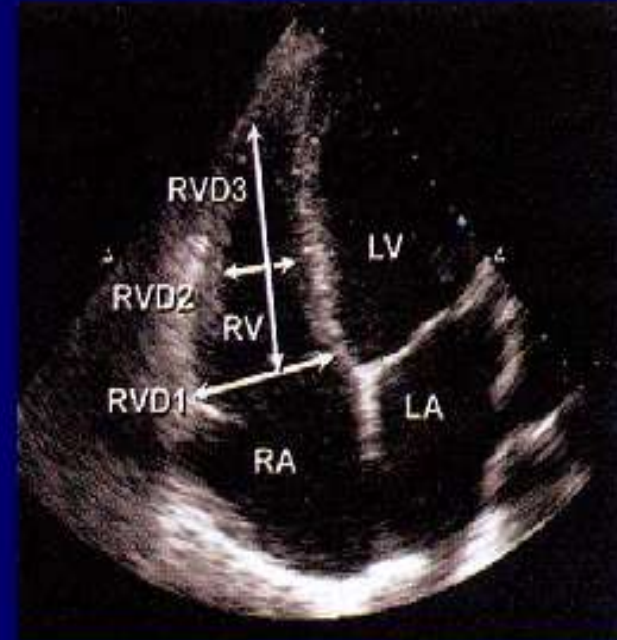
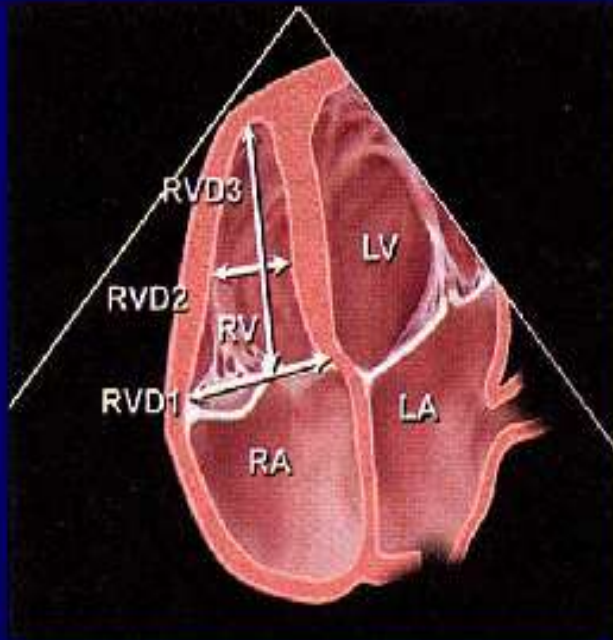


В- и М-режимы: площадь и ФИПв А4С

		Норма	Легкое ↑	Умеренное ↑	Тяжелое ↑
КДП ПЖ	(см ²)	11-28	29-32	33-37	≥38
КСП ПЖ	(см ²)	7.5-16	17-19	20-22	≥23
ФИППЖ (%)		32-60	25-31	18-24	≤17

- Хорошо коррелирует с функцией ПЖ по данным радионуклидной вентрикулографии или МРТ
- Хороший прогностический предиктор
- Ограничения: невозможность измерить ФИП при неадекватной визуализации

В- и М-режимы: размеры ПЖ



Норма Легкое ↑ Умеренное ↑ Тяжелое ↑

Basal RV diameter (RVD1), cm	2.0-2.8	2.9-3.3	3.4-3.8	≥3.9
Mid-RV diameter (RVD2), cm	2.7-3.3	3.4-3.7	3.8-4.1	≥4.2
Base-to-apex (RVD3). cm	7.1-7.9	8.0-8.5	8.6-9.1	≥9.2

Точность количественной оценки размеров и функции ПЖ в В-режиме по ASE

- Эхо размеры в В-режиме меньше, чем по данным МРТ с очень слабой корреляцией
- Наибольшая разница результатов между методами особенно при дилатации ПЖ вследствие перегрузки объемом!

Lang et al, JASE 2005;18:1440-1463

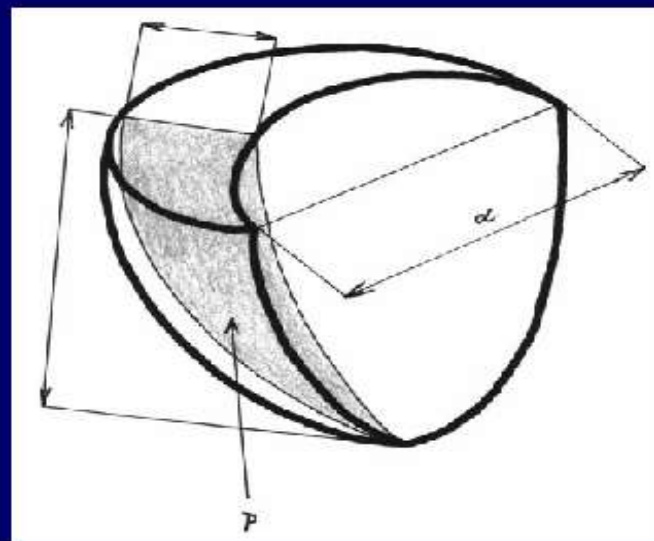
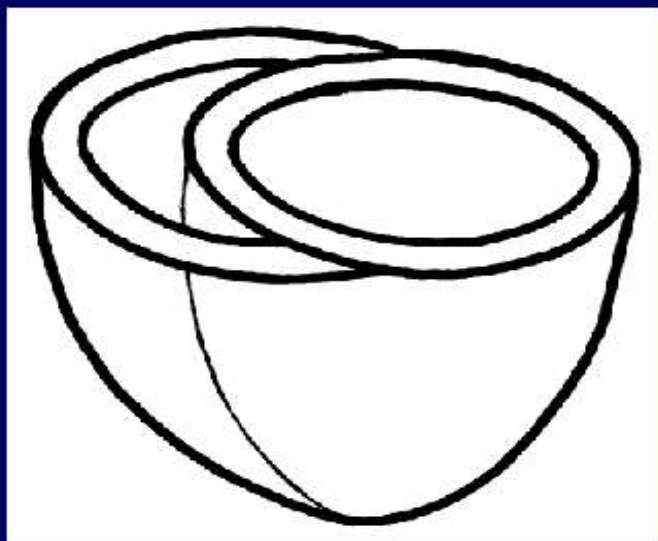
Lai et al, Int J Cardiovasc Imaging 2008;24:691-698

Каковы нормальные показатели для ПЖ?

- ФВ ПЖ = $61 \pm 7\%$
- Снижение сократимости ПЖ:
 - Легкое 40 – 50%
 - Умеренное 30 – 40%
 - Тяжелое $< 30\%$
- КДИ ПЖ index = $75 \pm 13 \text{ ml/m}^2$
- Тяжелая дилатация определяется, как $> 6 \text{ SD}$ выше среднего значения, т.е., $> 150 \text{ ml/m}^2$

Мы понимаем и полагаемся на ФВЛЖ - почему мы не можем рассчитывать такой же для ПЖ? – Нет простых достоверных формул для расчета объемов «неправильной» камеры

В- и М-режимы:
Объем или ФВ ПЖ



Right ventricular volume = $\frac{2}{3} Pd$

- **Продольная сократимость – свойство преимущественно субэндокардиальных волокон**
- **Радиальное и циркулярное сокращения осуществляются преимущественно внешними слоями волокон**



Торрент-Гуасп и соавт. Структура и функция спирального сердца. Semin Thorac Cardiovasc Surg 2001;13:301-319

Ограничения ЭхоКГ в оценке функции ПЖ

- Неоптимальная визуализация (загрудинная локализация)
- Не позволяет визуализировать ПЖ целиком вследствие серповидной (полулунной) формы
- Расположения приносящего и выносящего трактов в разных плоскостях
- **Нет адекватной геометрической модели!**
- Сложно очертить эндокардиальную поверхность
- Региональная гетерогенность сократимости/релаксации
- Значительно подвержен влиянию пред-, постнагрузки, давлению в левых отделах

В-режим – оценка “на глаз” размеров и систолической функции ПЖ по сравнению с МРТ

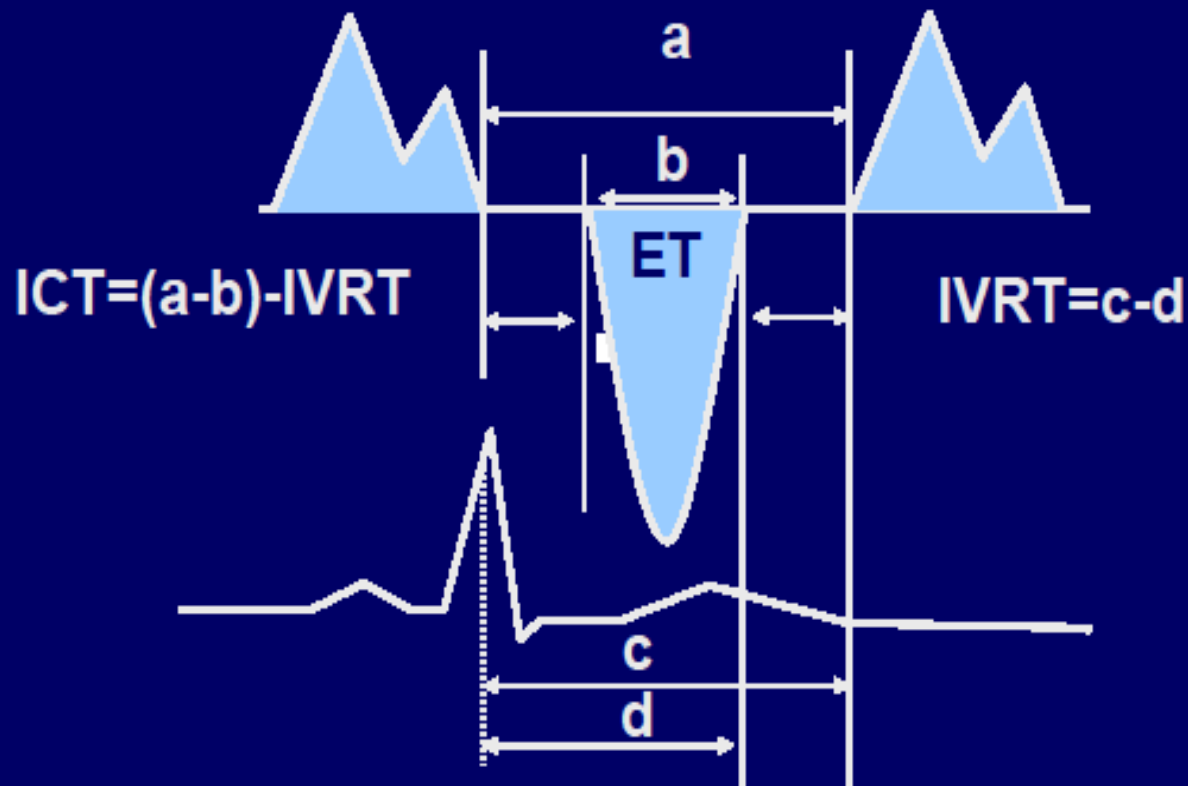
Карра 0.25 при выявлении тяжелой дилатации ПЖ = **СЛАБАЯ**

- Карра 0.43 при выявлении умеренной-тяжелой сист.дисфункции = **УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНАЯ**

- Соответствие коэффициентов Карра между собой 0.07-0.12 = **ПЛОХОЕ**

Импульсный Допплер:

ИФМ (Индекс Тея)

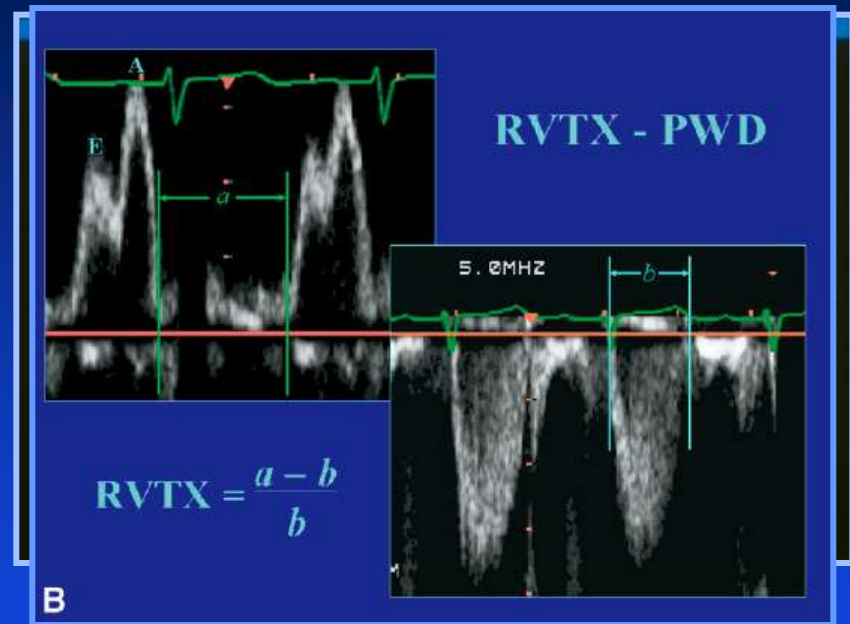


$$IMP = (a-b) / b = (IVCT + IVRT) / ET$$

Оценка ПЖ

Индекс функции миокарда

- **Допплеровский индекс**
- Соотношение общего времени изоволюмической активности к времени, затраченному на систолическое изгнание
- **ИФМ ПЖ = 0.28 ± 0.04**
- **Увеличение значений** указывает на ухудшение глобальной функции ПЖ
- Коррелирует с ф.к. СН и **выживаемость.**



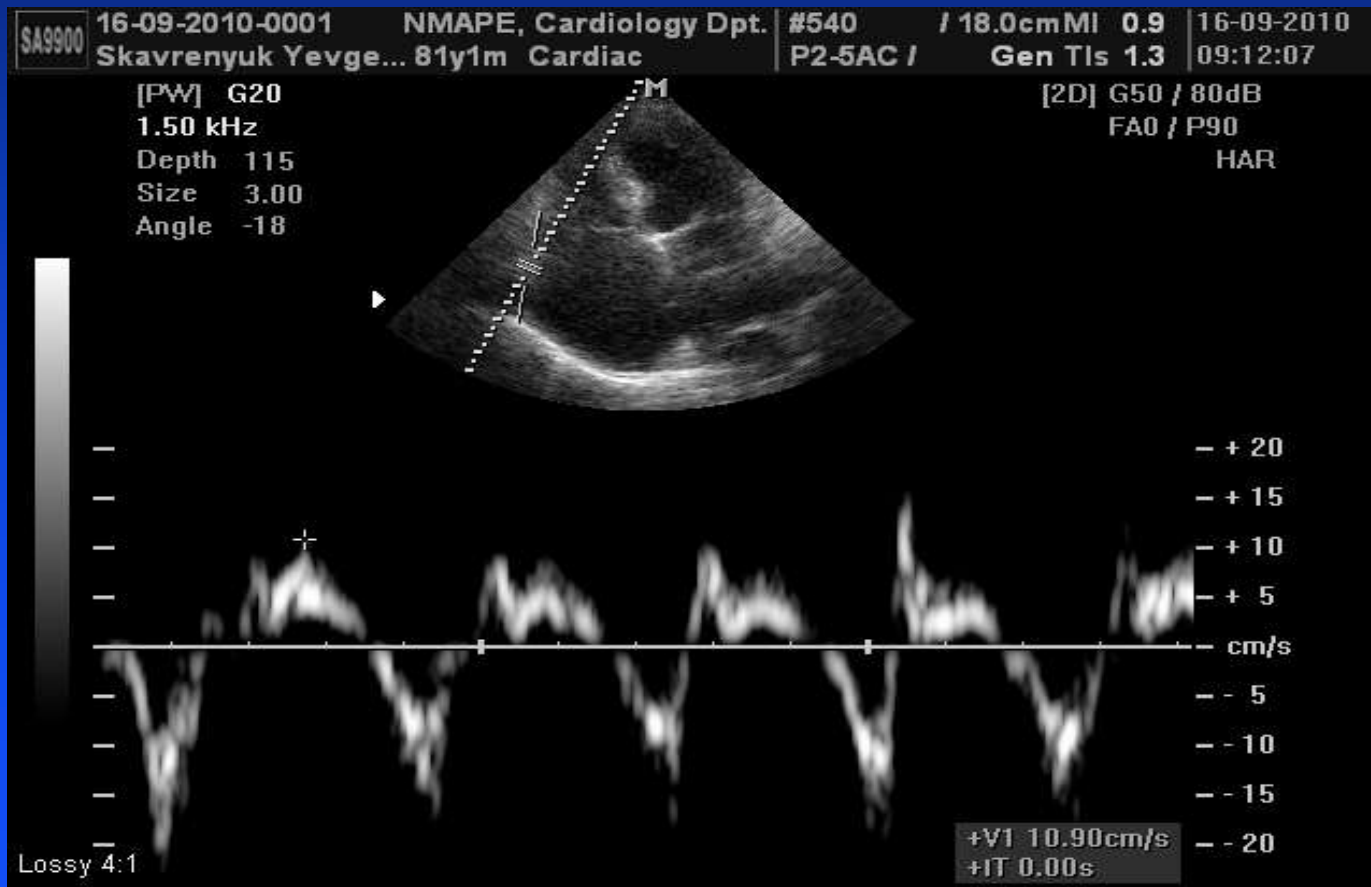
Сравнительно независим от геометрии ПЖ, пред-, постнагрузки, и ЧСС, наличия ТН

Импульсный Допплер: Тканевая доплерография

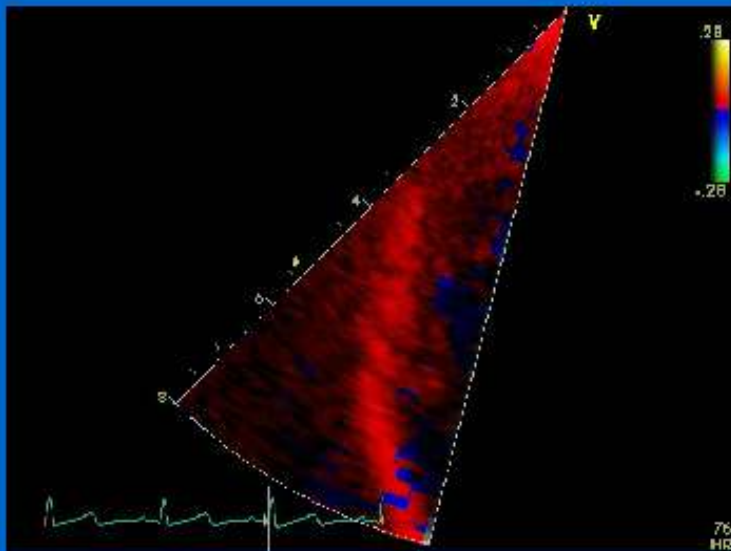
- Позволяет провести количественную оценку систолической и диастолической функции ПЖ с помощью оценки скорости движения миокарда
- Пиковая систолическая скорость (PSV)
 - : PSV <11.5 см/с указывает на дисфункцию ПЖ
 - : Чувствительность 90%, специфичность 85%
 - : Меньше зависит от ЧСС, условий нагрузки, степени ТН
- Скорости движения латерального трикуспидального кольца
 - : Снижены у пациентов с ниже-базальным ОИМ и вовлечением ПЖ
 - : Ассоциированы с тяжестью дисфункции ПЖ у пациентов с СН

Импульсный Допплер: Тканевая доплерография

Пиковая систолическая скорость (PSV) Скорости движения латерального трикуспидального кольца у пациента с ДМПП



Тканевая доплеровская визуализация



Ограничения

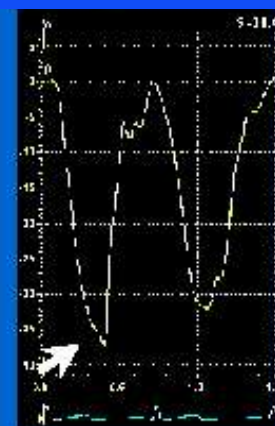
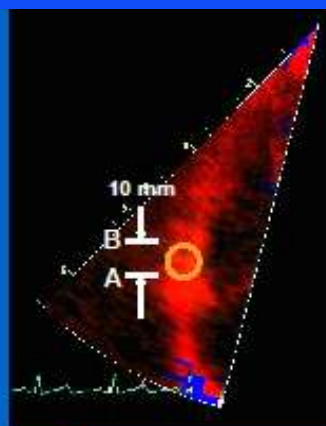
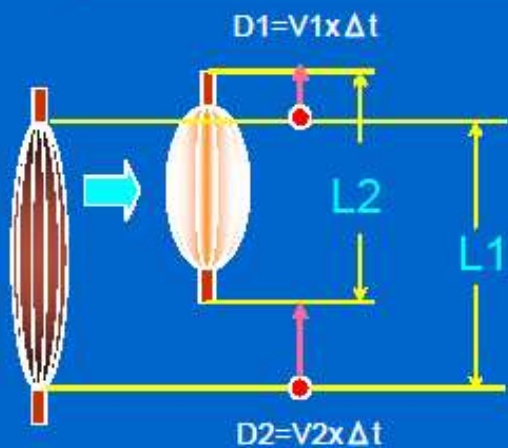
- зависимость от угла
- «шум» (помехи)
- региональная оценка

Допплеровская ЭхоКГ: визуализация скорости деформации миокарда (Strain/Strain-Rate)



Деформация миокарда

Тканевая доплерография



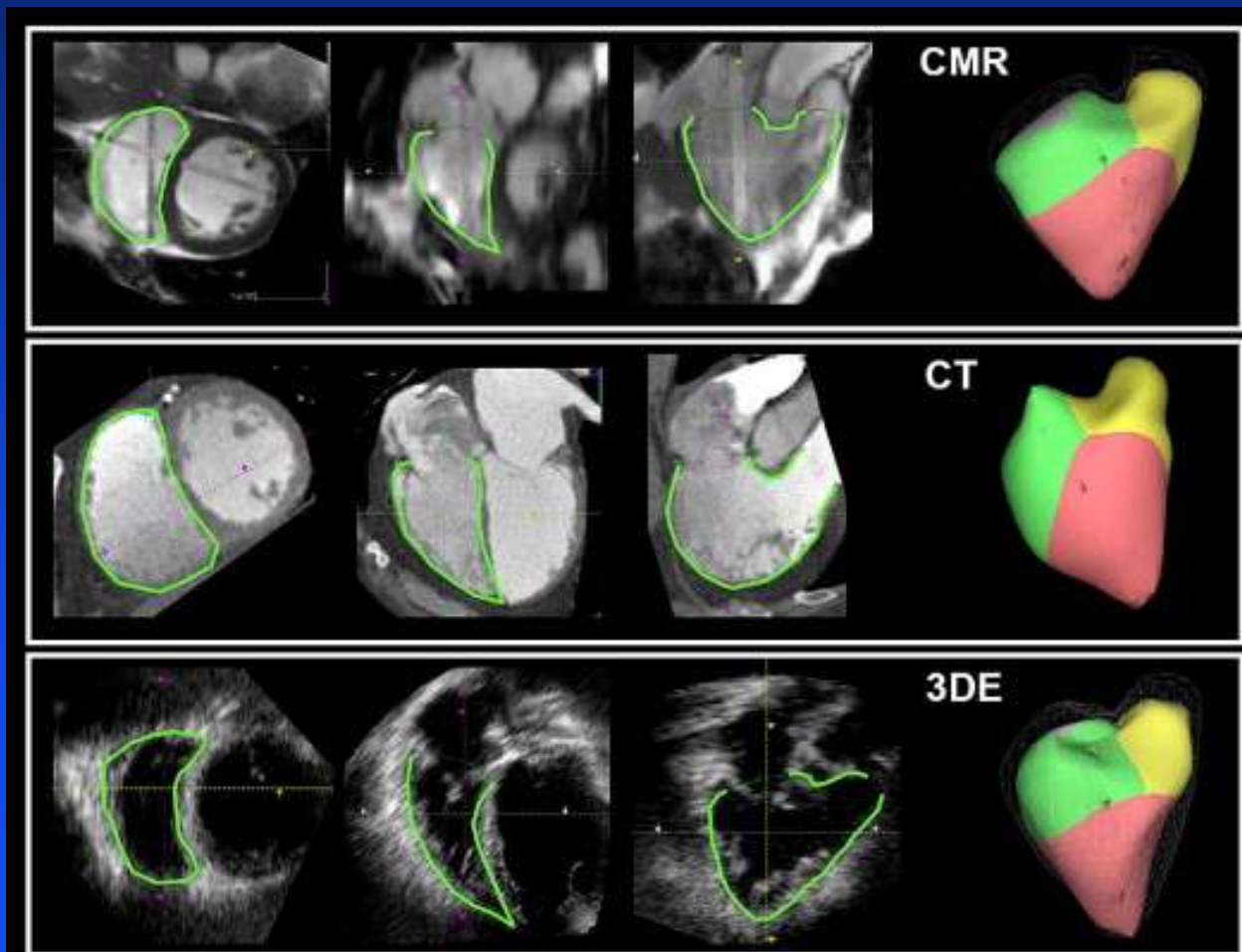
$$\text{Strain (\%)} = \frac{L2 - L1}{L1}$$

$$\text{Strain Rate (1/sec)} = \frac{V1 - V2}{L1}$$

$$\text{SR} \xrightarrow{\int \text{SR} dt} \text{Strain}$$

- Визуализация Strain отражает функцию ПЖ лучше, чем TAPSE **после тромбendarтериэктомии ЛА (ЛТЕАЭ)**
- Показатели деформации, независимые от изменений движения сердца (S, SR) являются предпочтительными для более точного описания региональной функции ПЖ по сравнению с TAPSE.

**Конечно-диастолические изображения
мезовентрикулярного отдела по короткой
оси (слева), А4(посередине) и
коронального среза (справа) Sugeng et al, JACC
CV Imaging 2010;3:10**



	МРТ	МСКТ	3D Эхо
Лучевая нагр.	-	+	-
В/в контраст	-	+	-
Портативность	-	-	+
Стоимость	Высокая	Средняя	Средняя
Разрешение	++	+++	+
Оценка объема	Лучшая	12% < МРТ	7% < МРТ
Оценка ФВ	Лучшая	2% < МРТ	2% < МРТ
Воспроизвод-ть	+++Фантом/+П-ты	+++П-ты	++П-ты
Удобство п-та	+ Клаустро	++	+++
ИВР/ИКВ-ДФ	Нельзя	++	+++

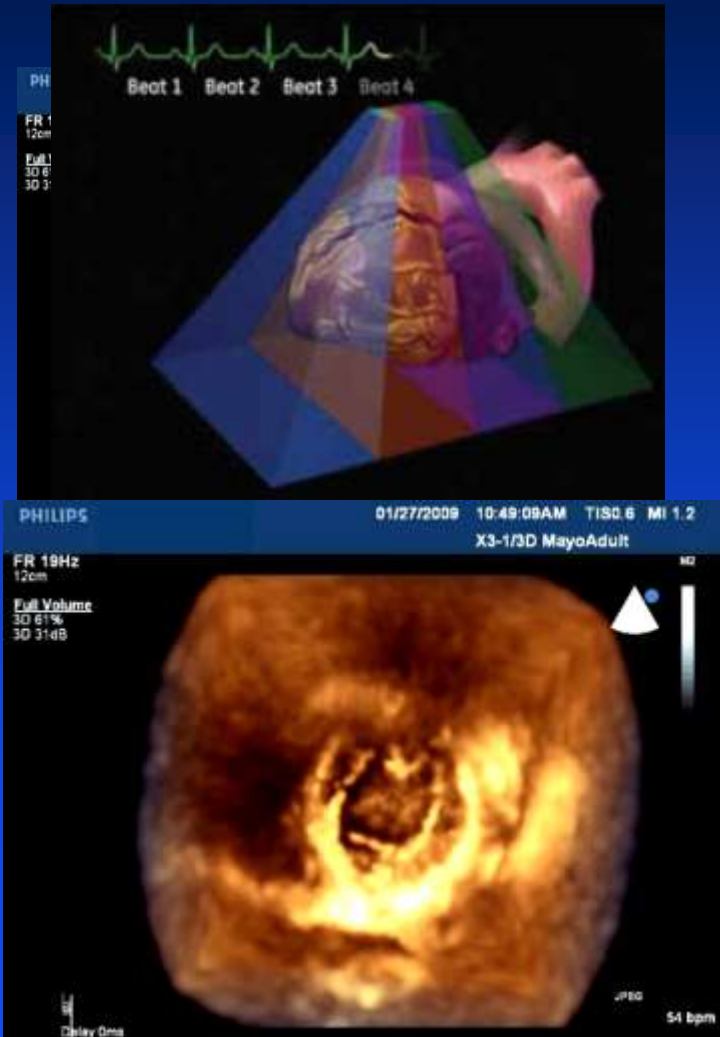
RT3DE = 3-мерная ЭхоКГ в режиме реального времени

- **МСКТ несколько завышает объемы ПЖ;**
- **RT3DE занижает объемы ПЖ по сравнению с МРТ при большей вариабельности результатов (меньшей воспроизводимости).**
- **Программное обеспечение МСКТ может принять трабекулярность или папиллярные мышцы за границу эндокарда, в то время как пространственное разрешение RT3DE существенно ниже В-режима.**
- **При аритмиях (ФП) часто возникают артефакты.**

Эхокардиография

Источники variability

- Источники variability/погрешностей, свойственные только 3D методикам
 - Данные захватываются из ряда множества циклов
 - Артефакты вследствие аритмии = Артефакт «завязания» или «шва»
 - ПО может неправильно проводить контуры эндокарда (т.е. неверно распознавать ПМ или трабекулярность, как эндокардиальную поверхность)



- Courtesy of Ron Roth

Выводы

- Выводы о нарушении геометрии ПЖ должны делаться на серии изображений из разных Апикальный срез под углом может создать иллюзию больших размеров нормального ПЖ, в то время как парастернальные срезы в основном позволяют рассмотреть ВТПЖ.

Выводы

- Основной принцип оценки размеров – пропорции соотношений левого и правого желудочков (правило 2/3). Если ЛЖ достоверно больших размеров, а ПЖ выглядит пропорционально, то это значит, что его размеры также увеличены!
- Всегда принимать во внимание вариабельность оценки даже одним и тем же эхографистом. – Всегда сравнивать текущие данные с предыдущими!