

Эхокардиография при клапанных пороках

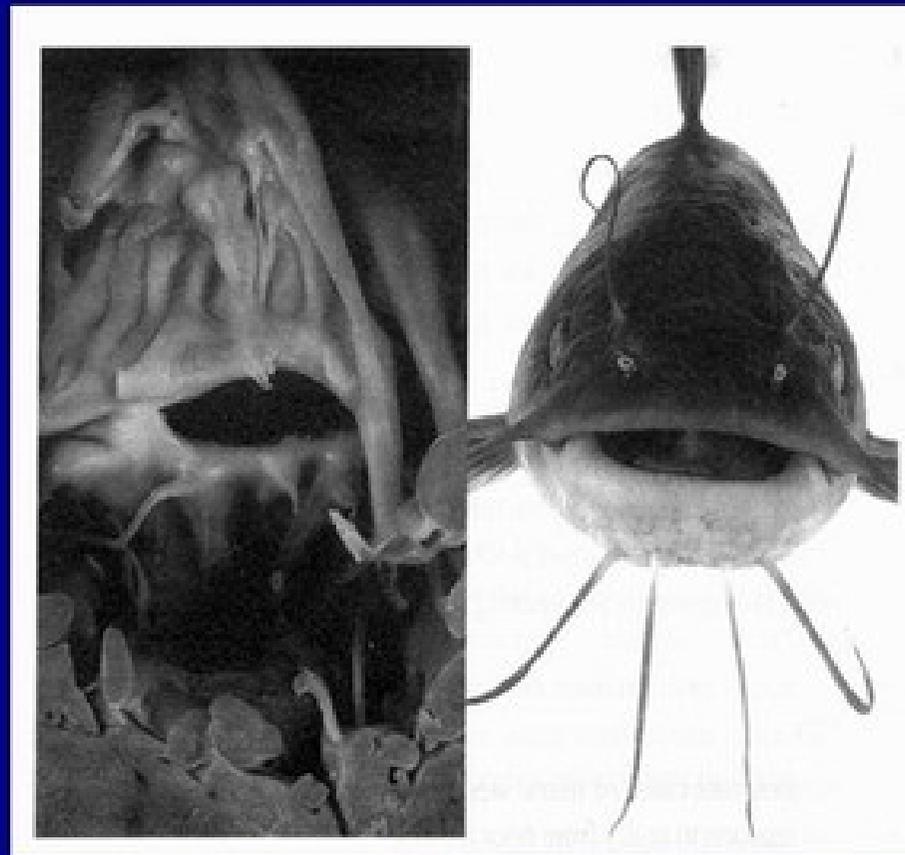
**Поташев С.В.,
к.м.н., ассистент кафедры кардиологии и
функциональной диагностики
НМАПО им. П.Л. Шупика**

2006

МИТРАЛЬНЫЙ СТЕНОЗ

Митральный стеноз: этиология

- **№1 -Ревматизм**
- Врожденный порок
 - Кальциноз митрального кольца с распространением на клапан или подклапанные стр-ры
- Редкие причины:
 - системная красная волчанка,
 - синдром Лютембаше,
 - трехпредсердное сердце

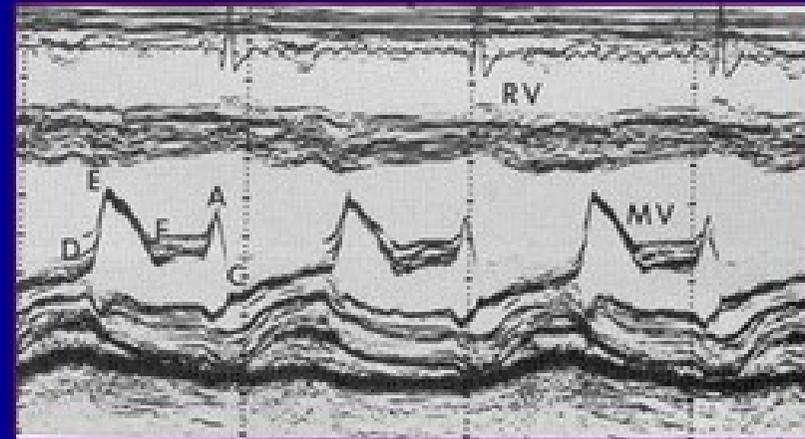


Митральный стеноз: патофизиология

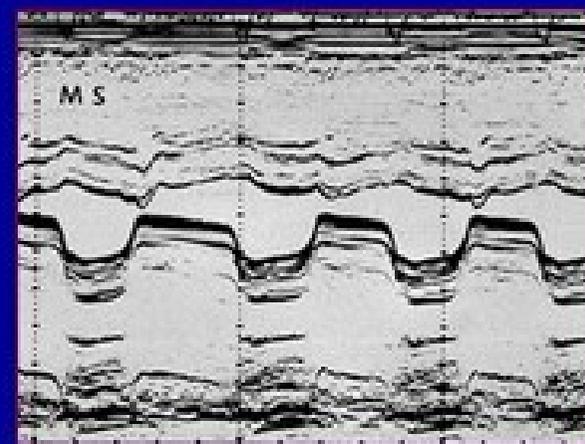
- До площади МО <2-2,5 см² клиника отсутствует
- обструкция притока в ЛЖ приводит к ↑ диастолического трансмитрального градиента
- повышение давления в ЛП ведет к застою в малом круге кровообращения
 - «пассивная гипертензия» вследствие ↑ давления в ЛП
 - повышение легочного сосудистого сопротивления
 - повышение сопротивления легочных артериол
 - реактивное: возможно, механизм адаптации
 - вазоконстрикция
 - эндотелин-обусловленные гипертрофия меди и утолщение интимы

МИТРАЛЬНЫЙ СТЕНОЗ

- М-режим
 - Уплотнение склона EF
 - Переднее движение ЗСМК



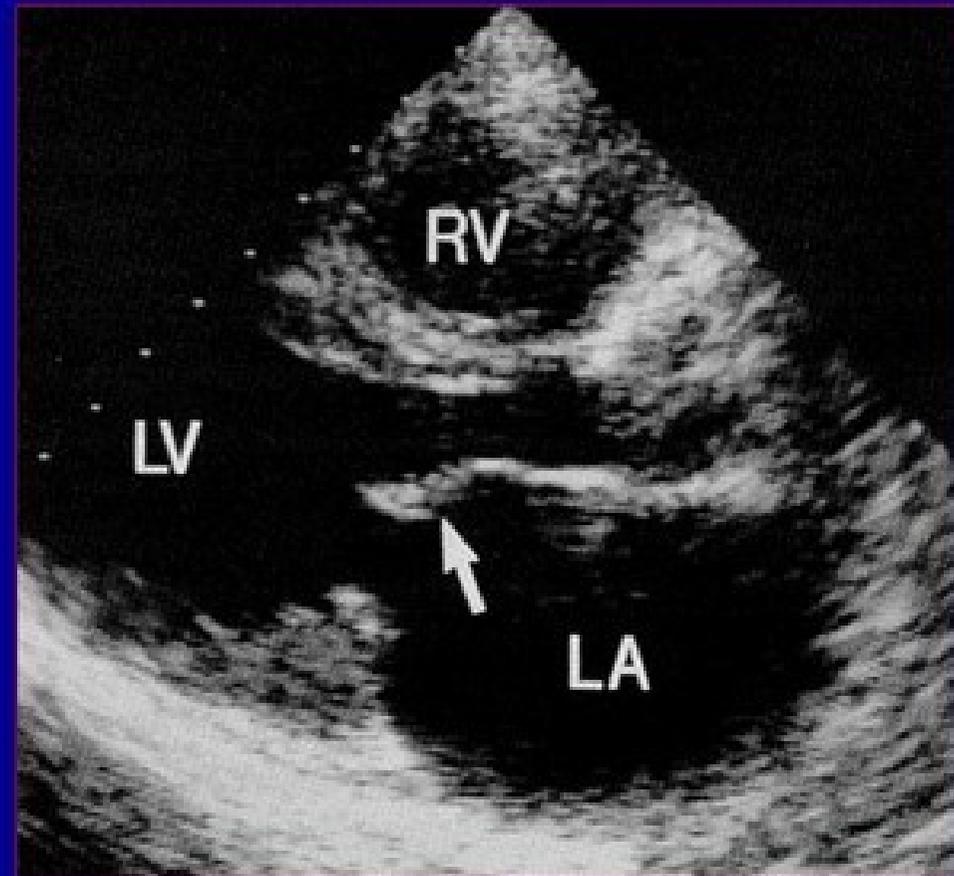
Normal MV



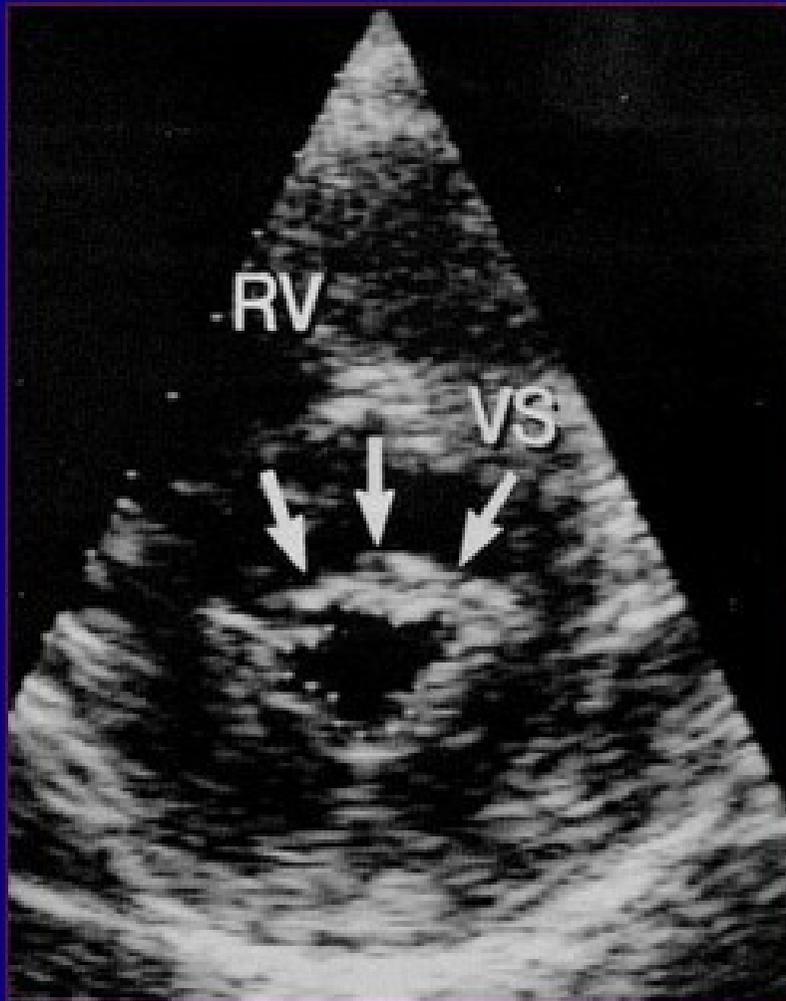
Mitral Stenosis

МИТРАЛЬНЫЙ СТЕНОЗ

- 2D
 - утолщение створок и подклапанных структур
 - «Хоккейная клюшка» - ПСМК в диастолу
 - увеличение ЛП



МИТРАЛЬНЫЙ СТЕНОЗ



- 2D:
 - Симтом «рыбьего рта»
 - Прямая планиметрия митрального отверстия в парастернальной позиции по короткой оси ЛЖ

Расчет времени полуснижения давления

- Время полуснижения давления (РНТ) – интервал, за который пиковый градиент давления достигнет своего половинного значения или скорость достигнет значения $1/\sqrt{2}$ от исходного

$$P_{1/2} = 1/2 P_{\max}$$

$$4 \times (V_{1/2})^2 = 1/2 [4 \times V_{\max}^2]$$

$$(V_{1/2})^2 = 1/2 (V_{\max}^2)$$

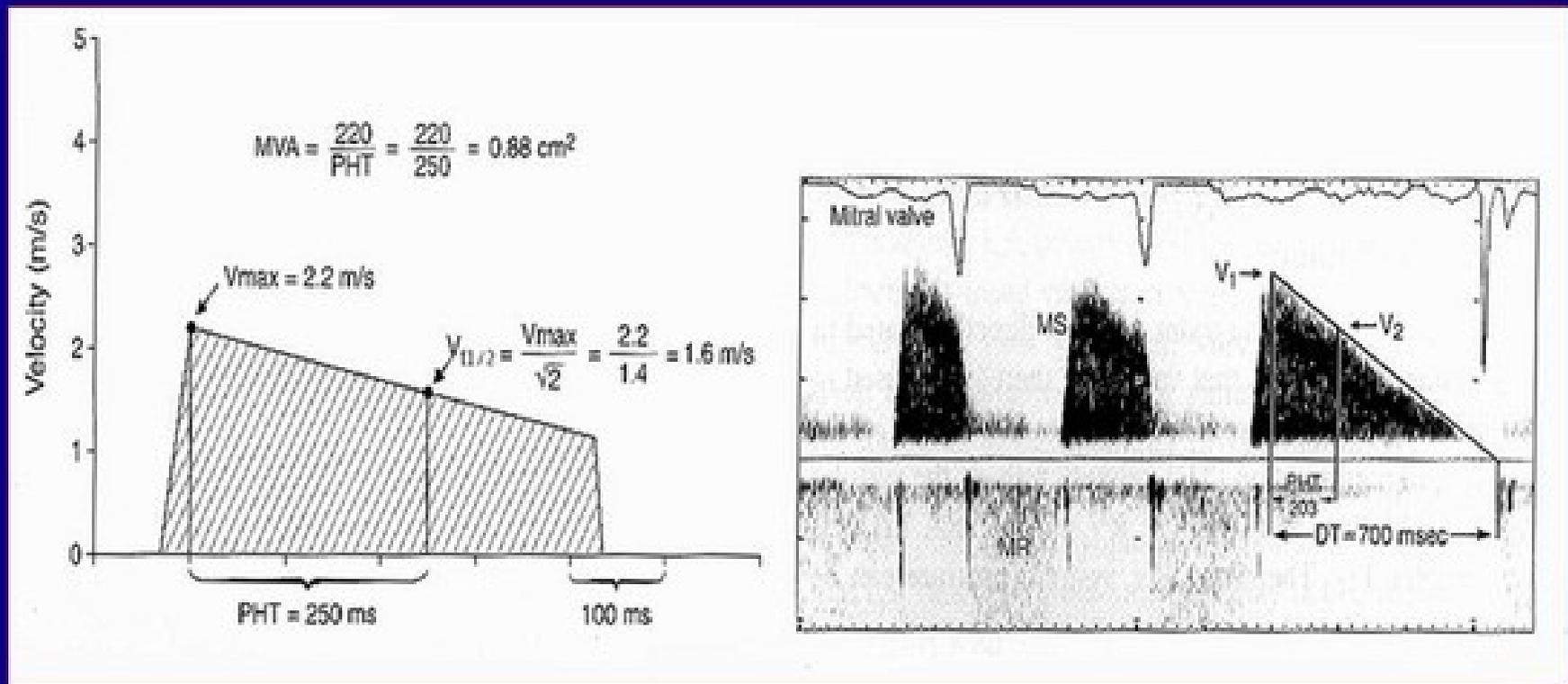
$$V_{1/2} = V_{\max} / \sqrt{2}$$

$$V_{1/2} = V_{\max} / 1.4$$

- РНТ = 0.29 x Время замедления потока (DT)

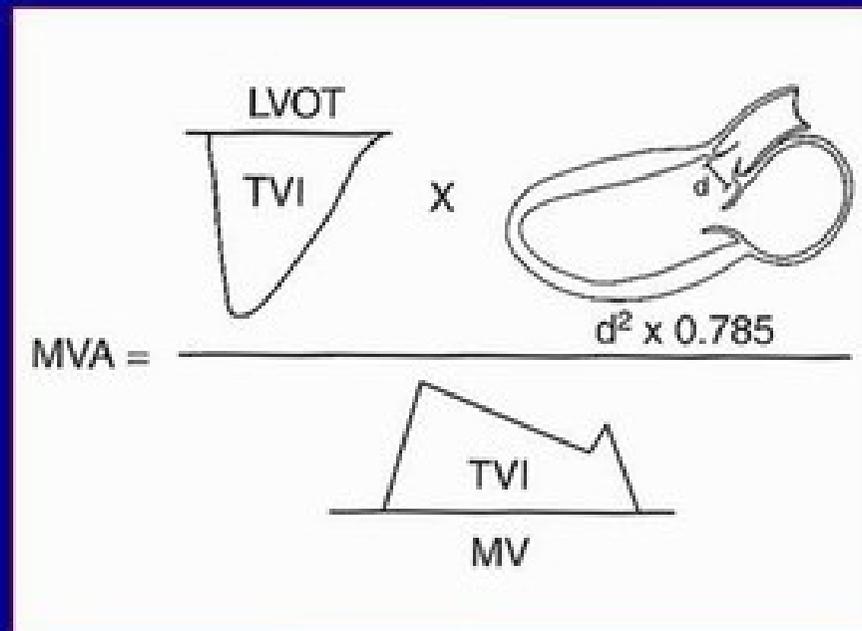
Время полуснижения давления (PHT)

Площадь митрального отверстия = $220 / \text{PHT}$



Площадь МО по уравнению непрерывности потока

- Площадь МО \times VTI на МК = Площадь LVOT \times VTI LVOT
- Площадь МО = Площадь LVOT \times VTI LVOT
VTI на МК



МИТРАЛЬНЫЙ СТЕНОЗ

- Нормальный МК: 4-6 см²
- Легкий МС: 1,6-2,0 см²
- Умеренный МС: 1,1-1,5 см²
- Тяжелый МС ≤ 1 см²
 - средний градиент давления ≥ 12 mm Hg
 - PHT ≥ 220 msec

Классификация Митрального Стеноза

- Легкий
 - Площадь МО $>1.5 \text{ cm}^2$; Градиент $<5 \text{ mm Hg}$
- Умеренный
 - Площадь МО $1 - 1.5 \text{ cm}^2$ Градиент $5 - 10 \text{ mm Hg}$
- Тяжелый
 - Площадь МО $\leq 1 \text{ cm}^2$; Градиент $> 10 \text{ mm Hg}$

Нормальная площадь МО $\sim 4-5 \text{ cm}^2$

Митральный Стеноз: Клиническое Течение

- длительный латентный период – 20-40 лет от первой ревматической атаки
- в развивающихся странах латентный период короче
- при отсутствии или минимальных симптомах 10-летняя выживаемость 80%
- при симптомах СН III-IV ф.к. 10-летняя выживаемость 15%

Митральный стеноз: прогрессирование гемодинамических нарушений

- Значительная гетерогенность скорости прогрессирования расстройств гемодинамики
- От отсутствия или минимального прогрессирования стеноза до 0,3 см² / год
 - предикторы: чем более выражены патоморфологические изменения, тем выше трансмитральный градиент

Митральный стеноз – консервативное ведение

- Неинвазивное наблюдение
 - симптоматика и функциональное состояние
 - эхокардиография для диагностики и далее по показаниям
- Профилактика инфекционного эндокардита
- Профилактика обострений ревматизма по показаниям
- Антикоагулянты при фибрилляции предсердий или эпизодах эмболии (? также при тяжелом МС+ ЛП > 55 мм)
- Лечение симптомов застоя в малом кругу

Лечение – Перкутанная Митральная Баллонная Вальвулопластика (ПМБВ)

- краткосрочный и долговременный прогноз зависят от морфологии клапана
- Шкала Абаскаля основана на ЭхоКГ-оценке:
 - подвижности створок
 - утолщения створок
 - утолщения подклапанных структур
 - кальциноза клапана

≤8 баллов: отличные результаты, низкий риск осложнений

>10 баллов: ↑риска осложнений; субоптимальные результаты

- Перед вмешательством обязательно ЧПЭхоКГ для исключения тромбоза ЛП и верной оценки регургитации (ПМБВ противопоказана при МН 3-4+)

ЭхоКГ Шкала Оценки Митрального Клапана

Балл	Подвижность	Подклапанное утолщение	Утолщение створок	Кальциноз
1	Высокоподвижный, ограничение только кончиков створок	Минимальное утолщение под створками	По толщине близки к норме (4-5 мм)	Единичный участок ярких эхо-сигналов
2	Нормальная подвижность середины и оснований створок	Утолщение хордальных структур до 1/3 длины	Значительное утолщение краев створок (5-8 мм), основания - N	Редкие участки, ограниченные краями створок
3	Клапан движется в диастолу вперед в основном за счет оснований створок	Утолщение хордальных структур до дистальной 1/3	Утолщение по всей площади створок (5-8 мм)	Яркие сигналы до середины створок клапана
4	Отсутствие или миним. диастолическое движение створок вперед	Тотальное утолщение и укорочение до папиллярных мышц	Значительное утолщение всей площади створок (>8-10 мм)	Интенсивные сигналы по большинству площади створок

Результаты Перкутанной Митральной Баллонной Вальвулотомии

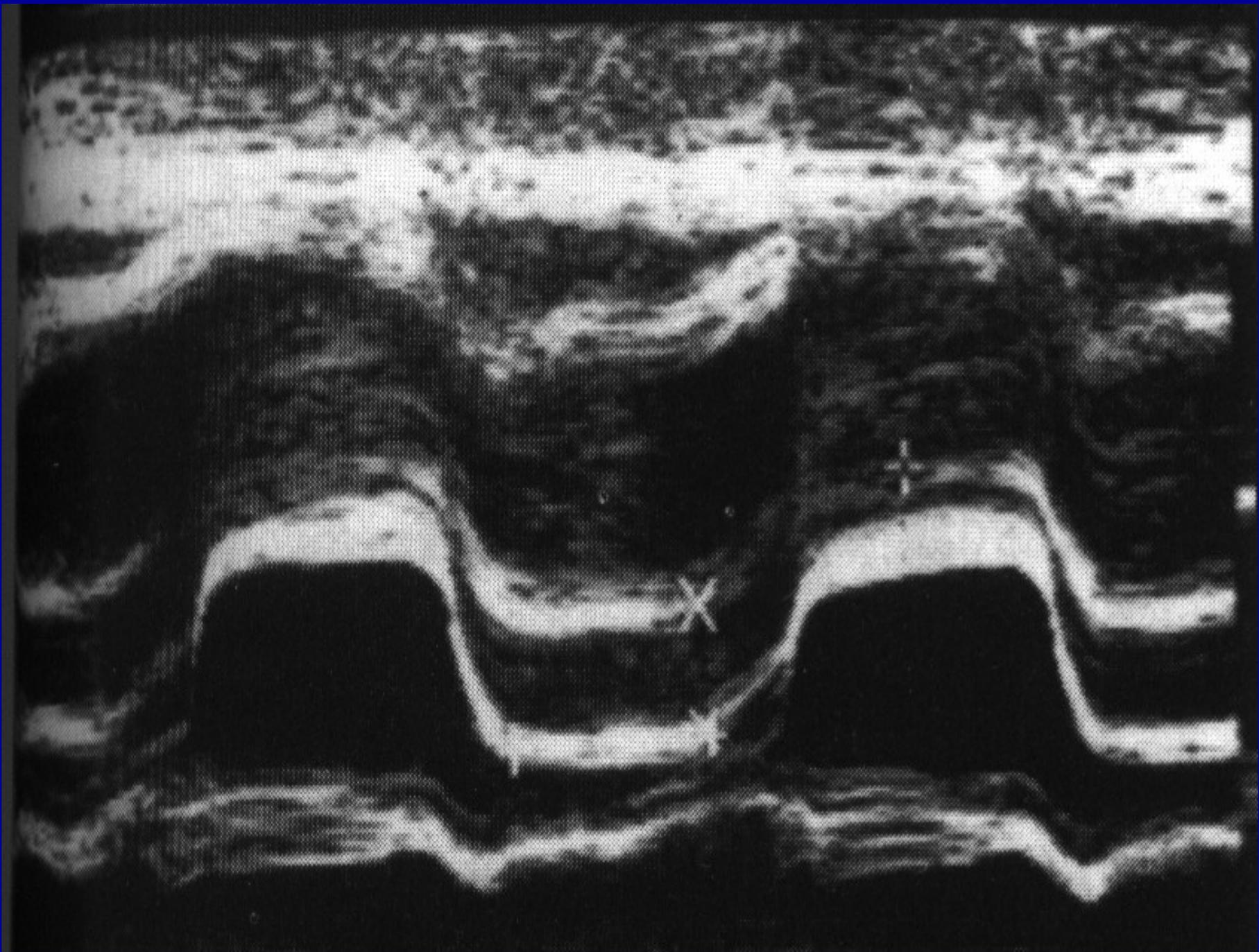
- Сопоставимы с хирургической комиссуротомией
- В среднем МО удваивается в площади (с 1.0 до 2.0 см²) со снижением трансмитрального градиента на 50-60%
- Успешная процедура (итоговая площадь МО >1,5 см²) возможна у 80-95% пациентов
- Срок выживания без клинических событий при МО >1.5 см² и ДЗЛК <18 мм Hg
95% в течение 7-летнего наблюдения
- Смертность <1%, тяжелая МН 2-10%, ДМПП <5-12%

Рекомендации АСС/АНА по инвазивному лечению МС

- **Пластика митрального клапана**
 - Манифестные пациенты, $МО < 1,5 \text{ см}^2$, благоприятная морфология, легочная гипертензия (САДлг $> 50 \text{ mm Hg}$ в покое или $> 60 \text{ mm Hg}$ при нагрузке) при невозможности проведения ПМБВ, либо тромбозе ЛП, неподатливом кальцинированном клапане с возможностью протезирования в ходе операции
 - ??? Асимптомные пациенты, однако есть повторные эпизоды тромбоэмболий при адекватной антикоагулянтной терапии

Рекомендации АСС/АНА по инвазивному лечению МС

- Протезирование митрального клапана
 - Симптомы СН III-IV NYHA, умерен./тяжелый МС ($MO < 1,5 \text{ см}^2$) при невозможности проведения ПМБВ либо пластики МК
 - ??? СН I-II NYHA, $MO < 1,0 \text{ см}^2$, САД_{длг} $> 60-80 \text{ mm Hg}$, прочим процедурам не подлежат



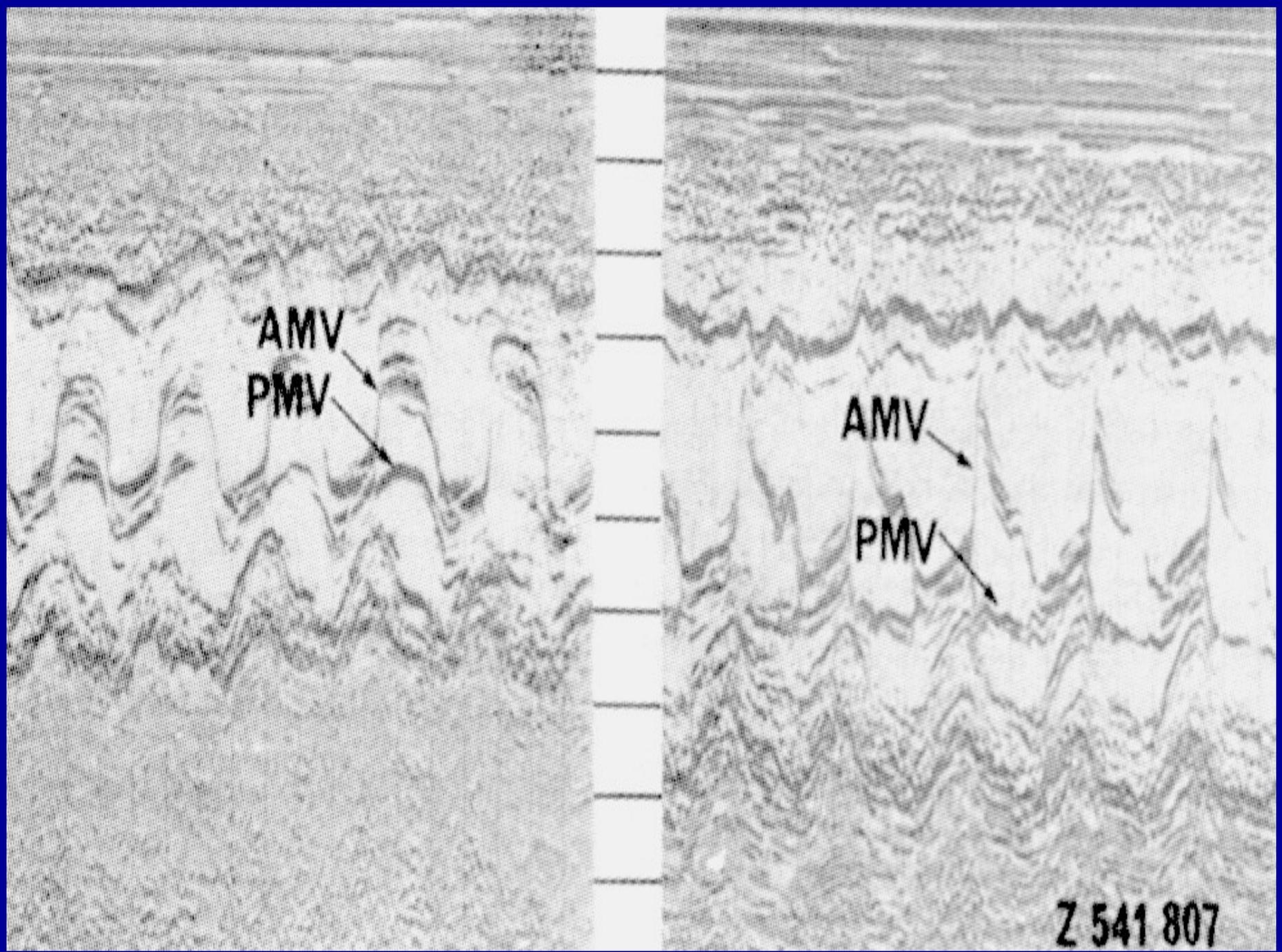
Z481365

MC.

A

B





AMV
PMV

AMV
PMV

Z 541 807

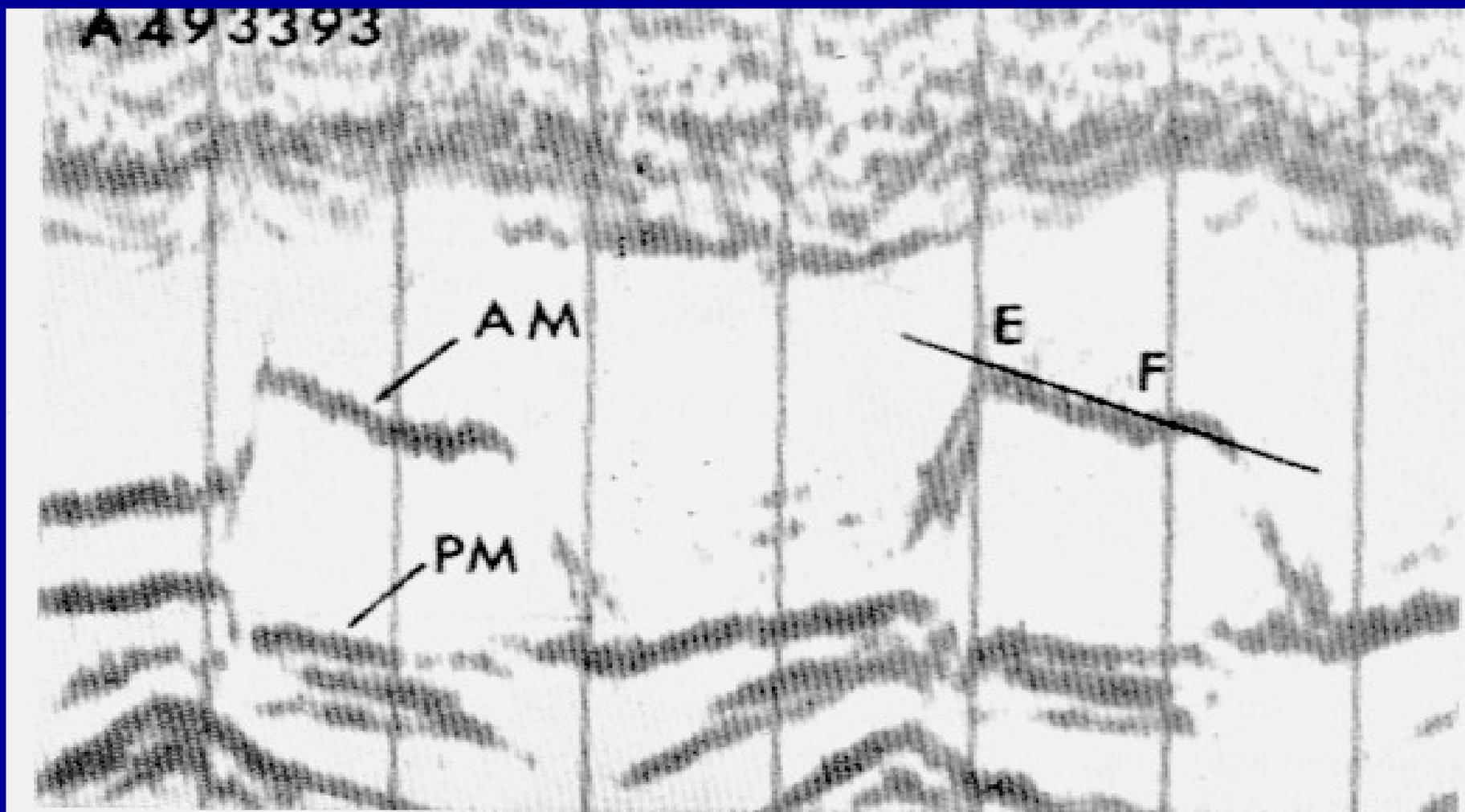
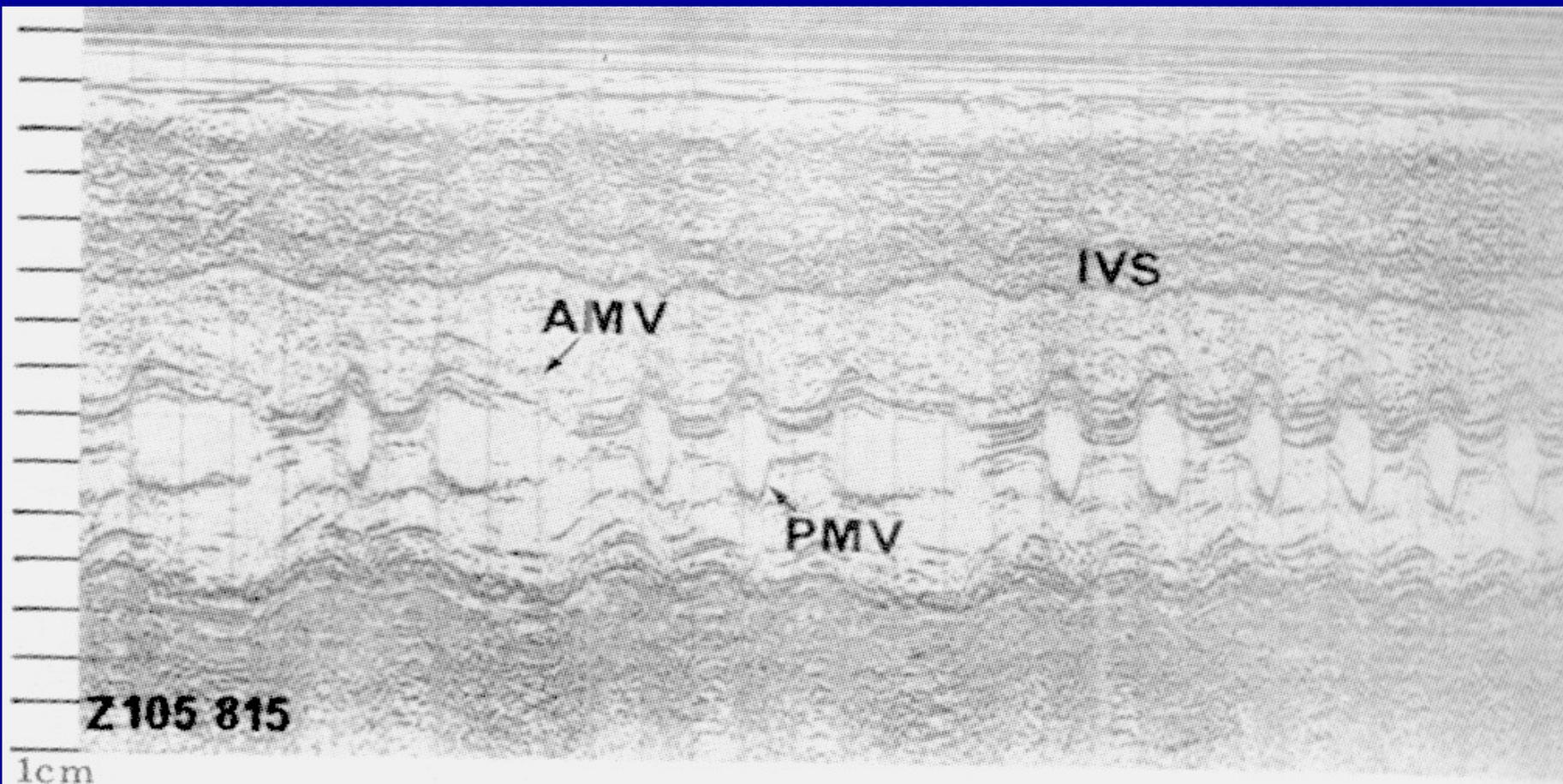
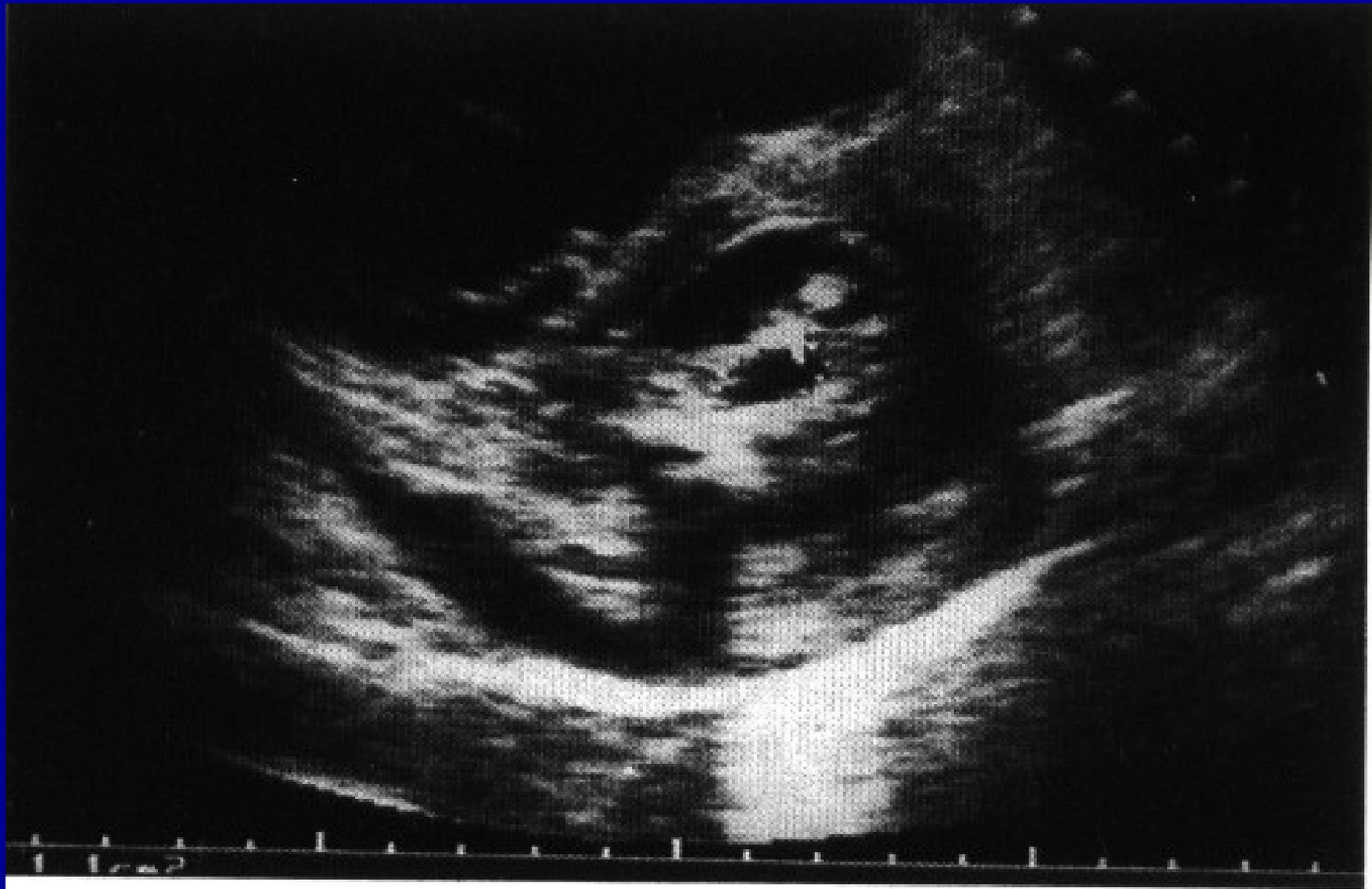


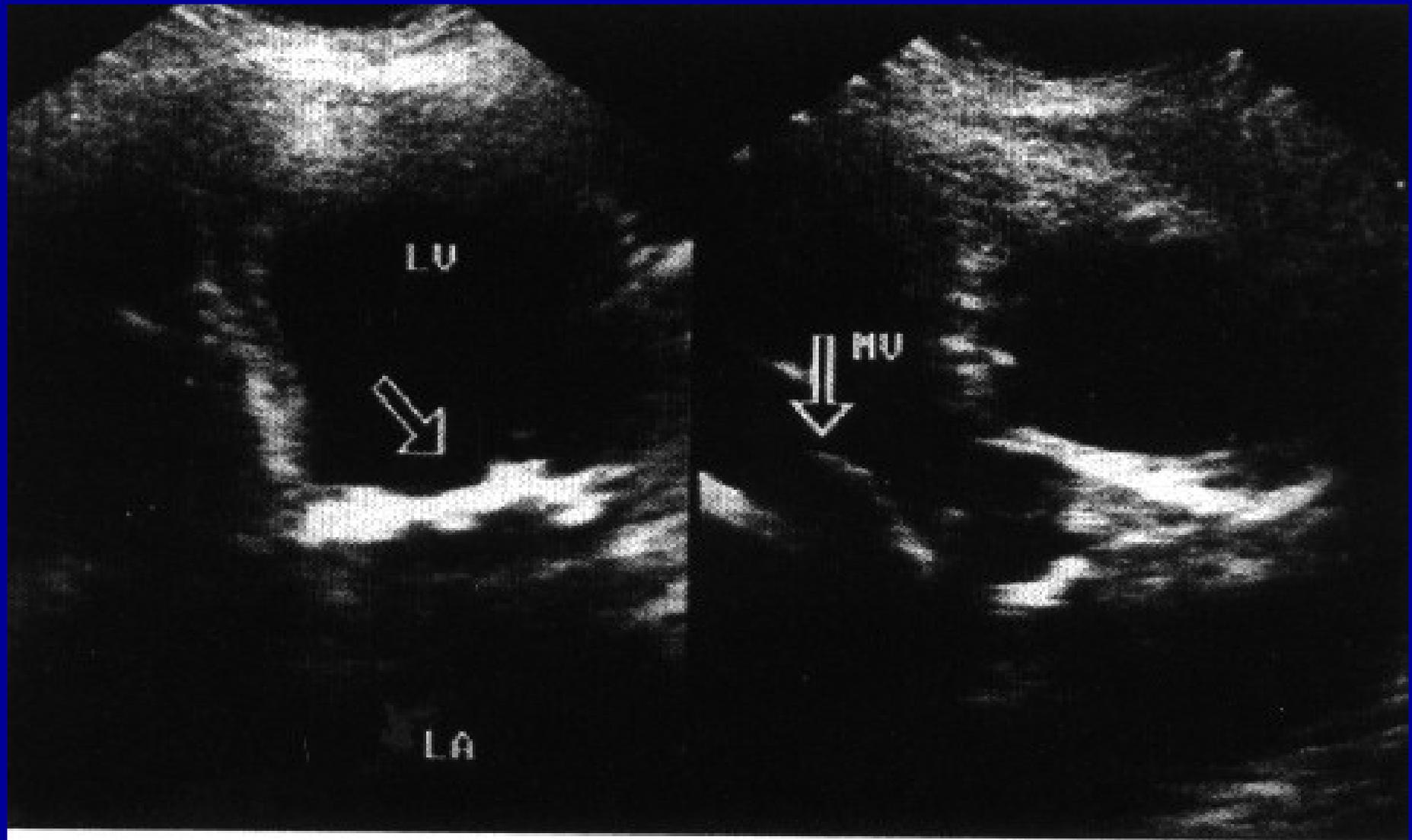
Рис. 6.3. Эхокардиограмма движения митрального клапана при уменьшенном наклоне диастолического склона передней створки митрального клапана (AM) в отсутствие митрального стеноза. Несмотря на уменьшенный наклон E–F, створки тонкие, и задняя створка митрального клапана (PM) двигается нормально.



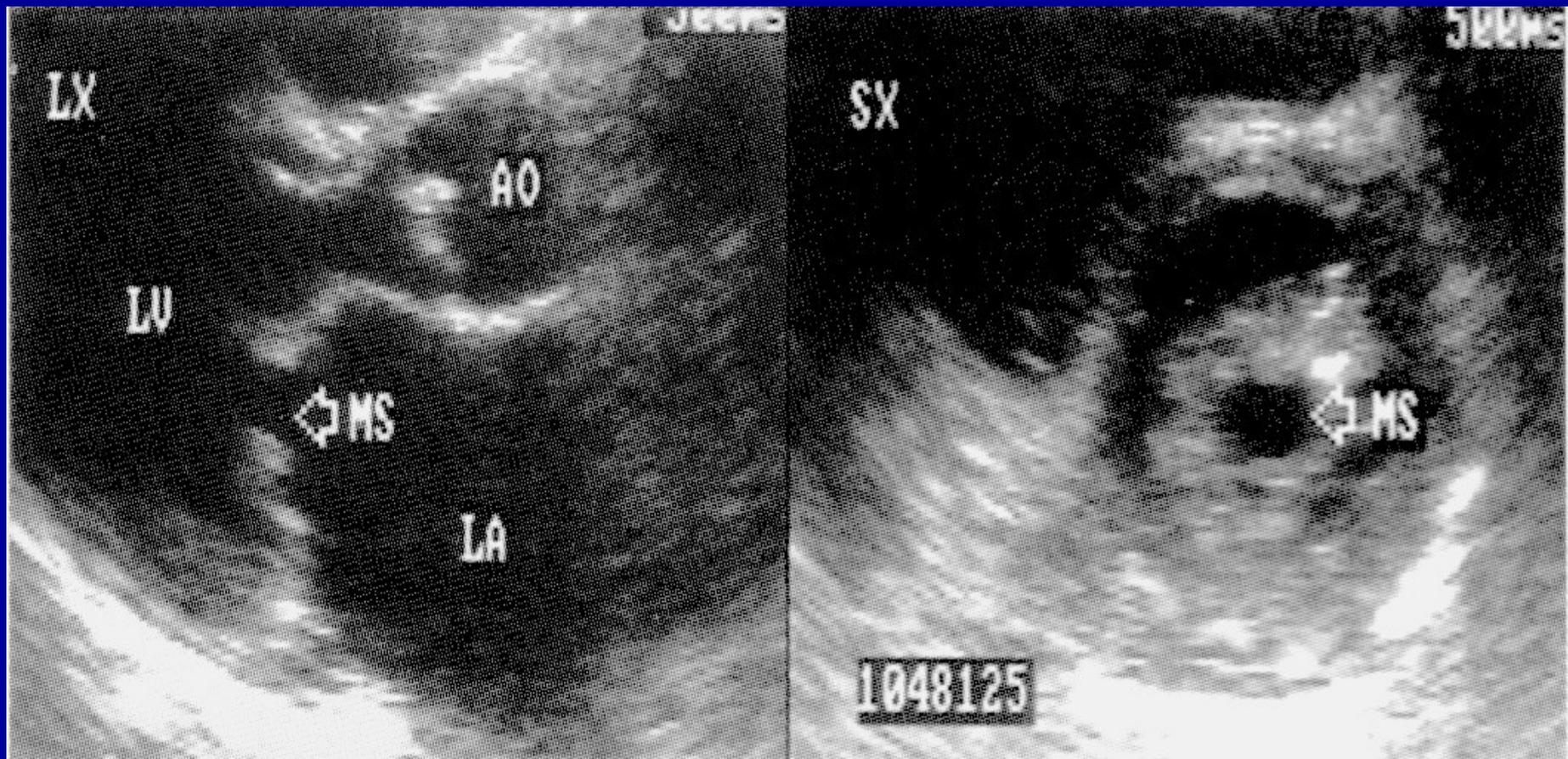
Эхокардиограмма движения митрального клапана пациента с ревматическим поражением клапана; пациент ранее перенес митральную комиссуротомию и имеет небольшой остаточный митральный стеноз. Несмотря на утолщенную и относительно неподвижную переднюю створку митрального клапана (AMV), задняя створка митрального клапана (PMV) более тонкая и движется вниз в диастолу. IVS – межжелудочковая перегородка.



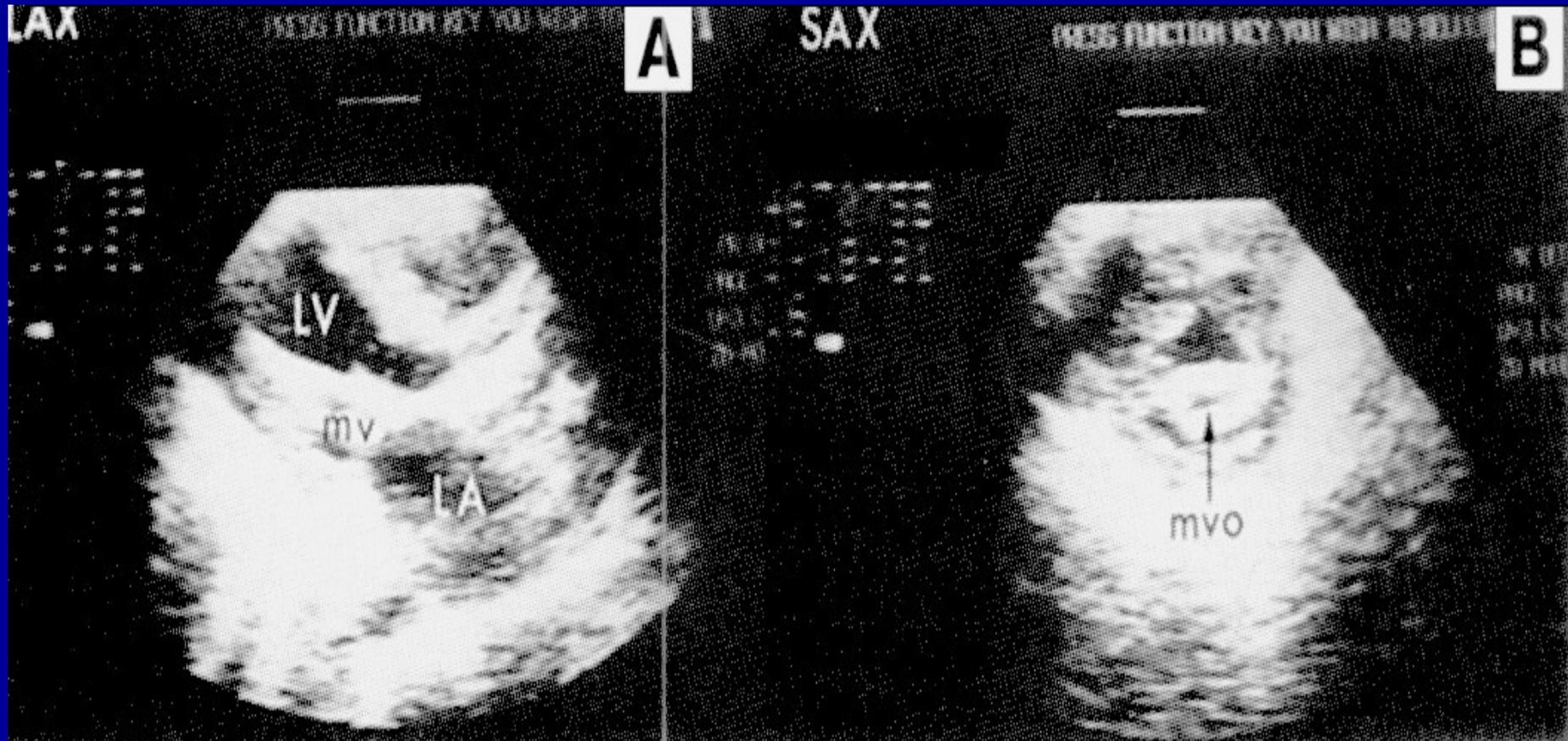
Умеренно выраженный митральный стеноз. Площадь митрального отверстия $1,1 \text{ см}^2$.



Верхушечный четырехкамерный вид сердца. Левая стрелка указывает на выраженный кальциноз митрального кольца, правая стрелка – на интактную переднюю створку МК.



Двухмерные эхокардиограммы пациента с митральным стенозом. Сечение по длинной оси (LX) показывает типичное парусение обеих створок с уменьшением расхождения (MS) между передней и задней створками. Сечение по короткой оси (SX) показывает эхонегативное отверстие в центре стенозированного клапана (MS).



Двухмерные эхокардиограммы пациента с тяжелым митральным стенозом. Створки митрального клапана (mv) фиброзированы и неподвижны. Отверстие митрального клапана (mvo) значительно уменьшено. LV – левый желудочек; LA – левое предсердие; LAX – длинная ось; SAX – короткая ось.

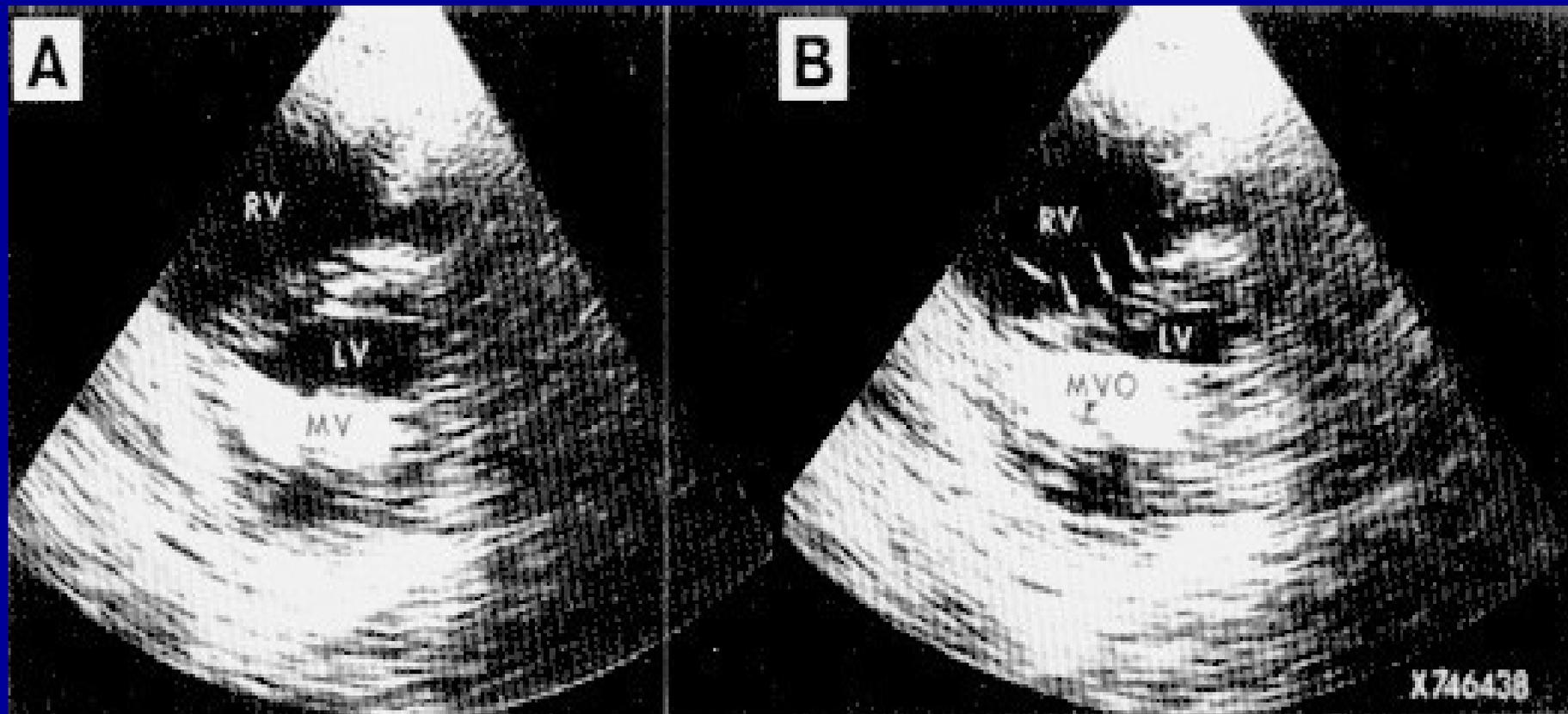
ДИАСТОЛА



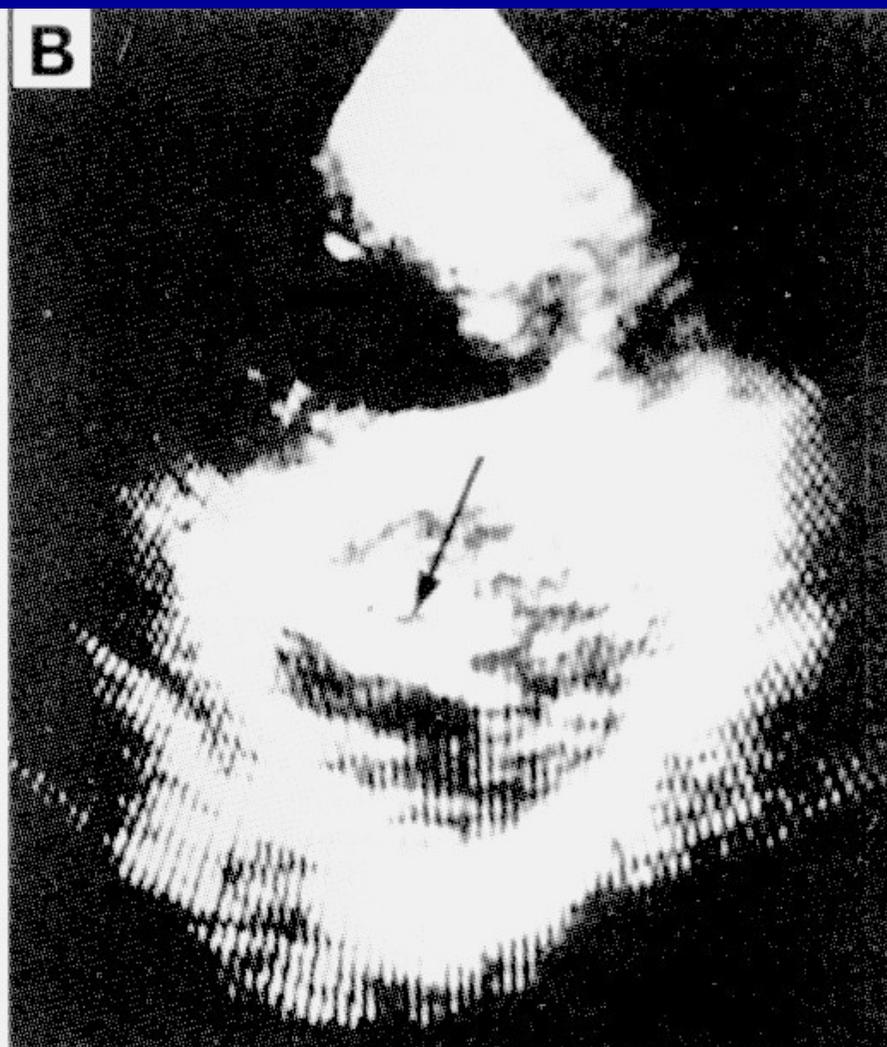
СИСТОЛА



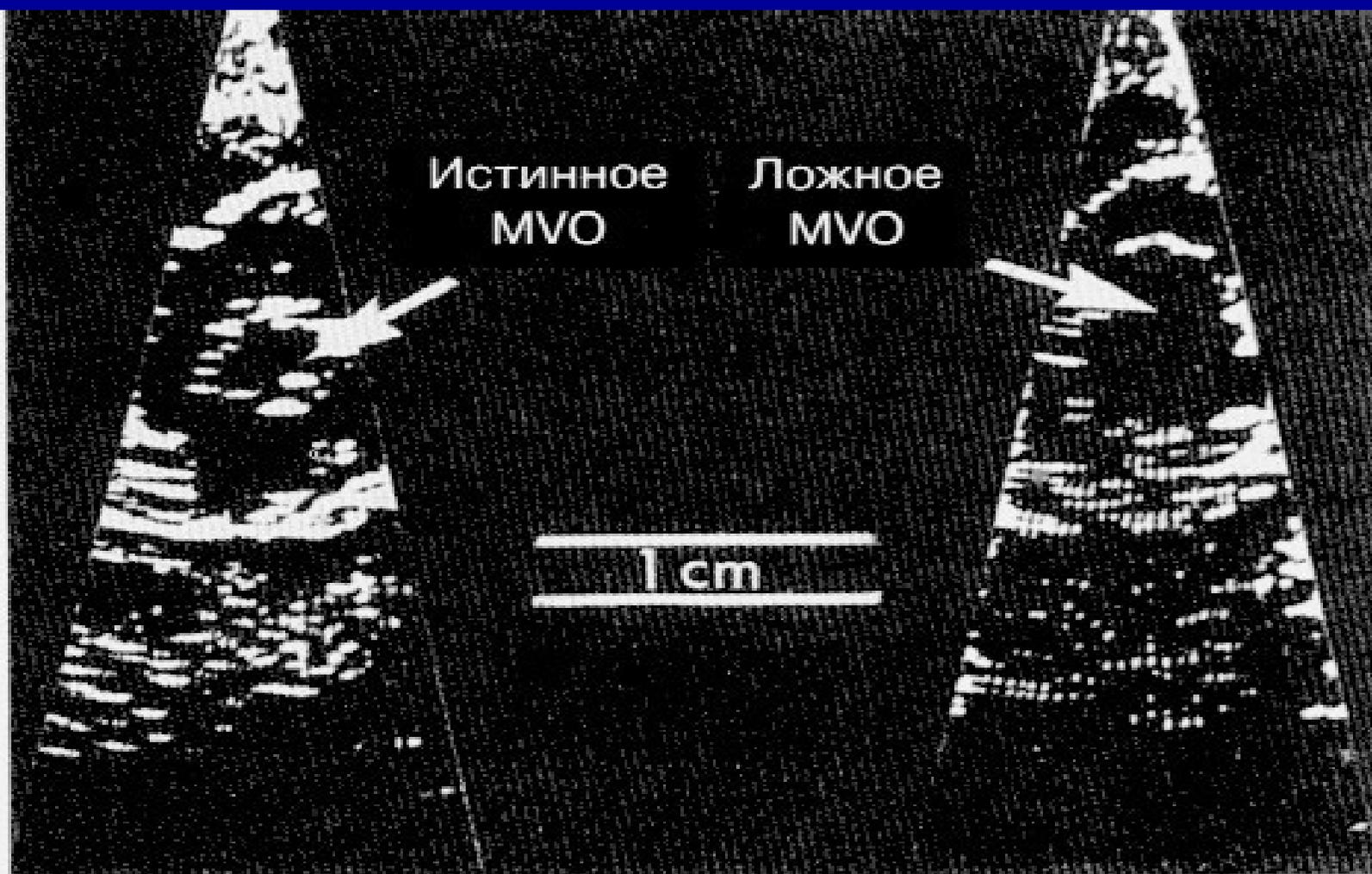
Двухмерные эхокардиограммы по короткой оси при митральном стенозе. Обратите внимание на отверстие митрального клапана (MVO) в диастолу. В систолу створки движутся вместе, и отверстие облитерируется.



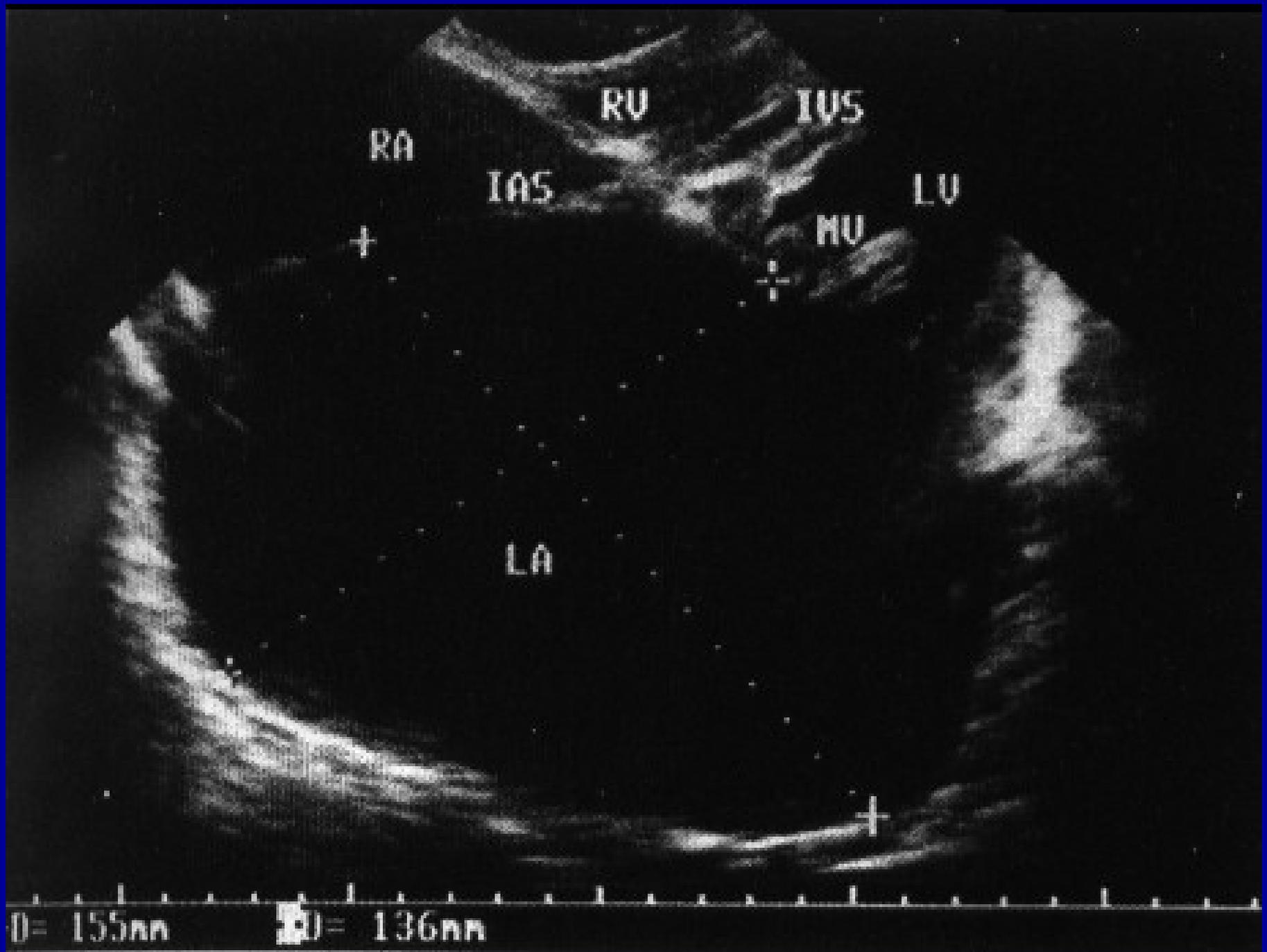
Двухмерные эхокардиограммы по короткой оси при кальцинированном митральном стенозе. В диастолу (B) отверстие митрального клапана (MVO) едва визуализируется. Имеется также уплощение межжелудочковой перегородки в сторону левого желудочка в раннюю диастолу. RV – правый желудочек; LV – левый желудочек.

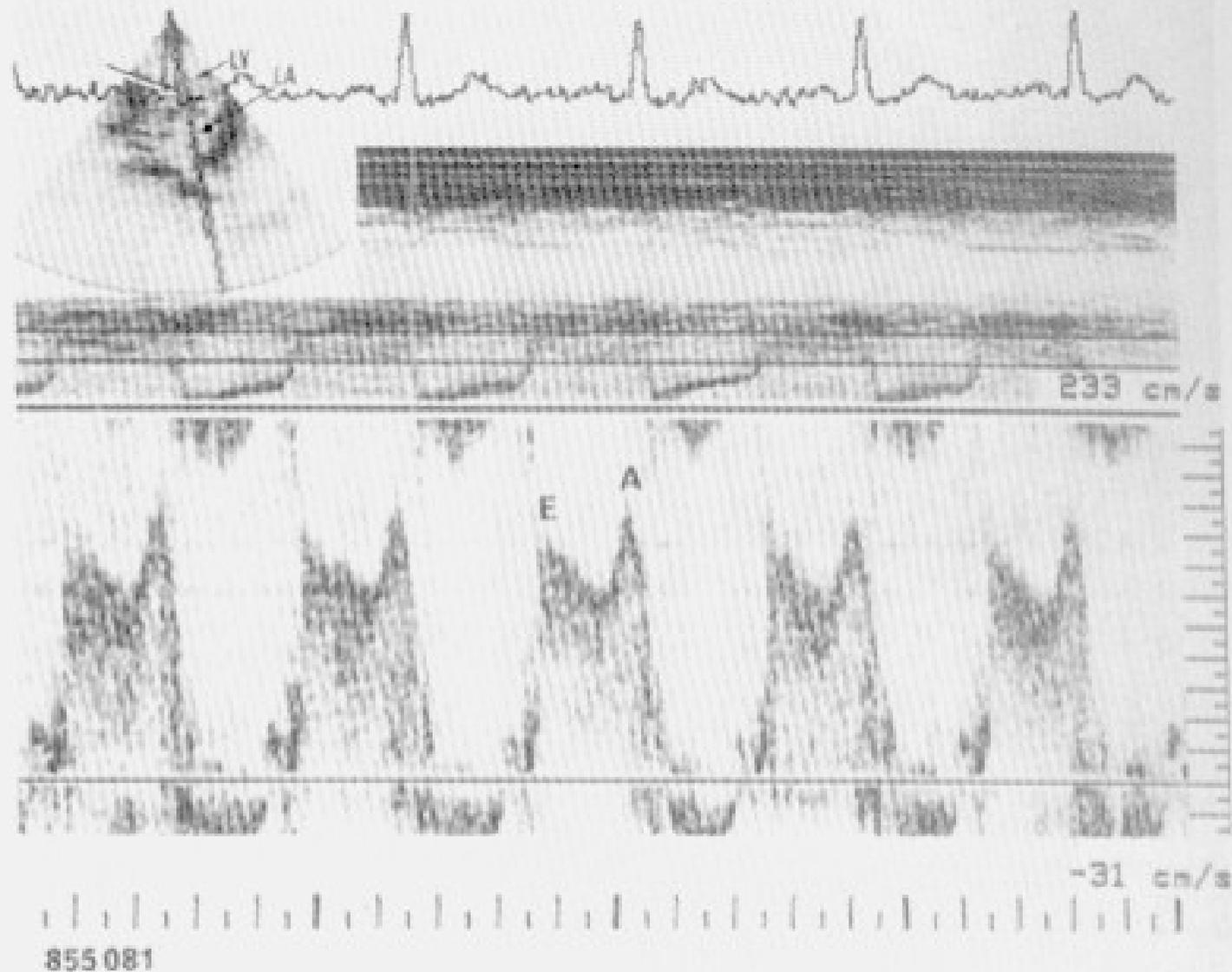


Двухмерные эхокардиограммы стенозированного митрального клапана с двумя различными регулировками усиления. При использовании высокого усиления (В) отверстие митрального клапана на изображении выглядит значительно меньшим.

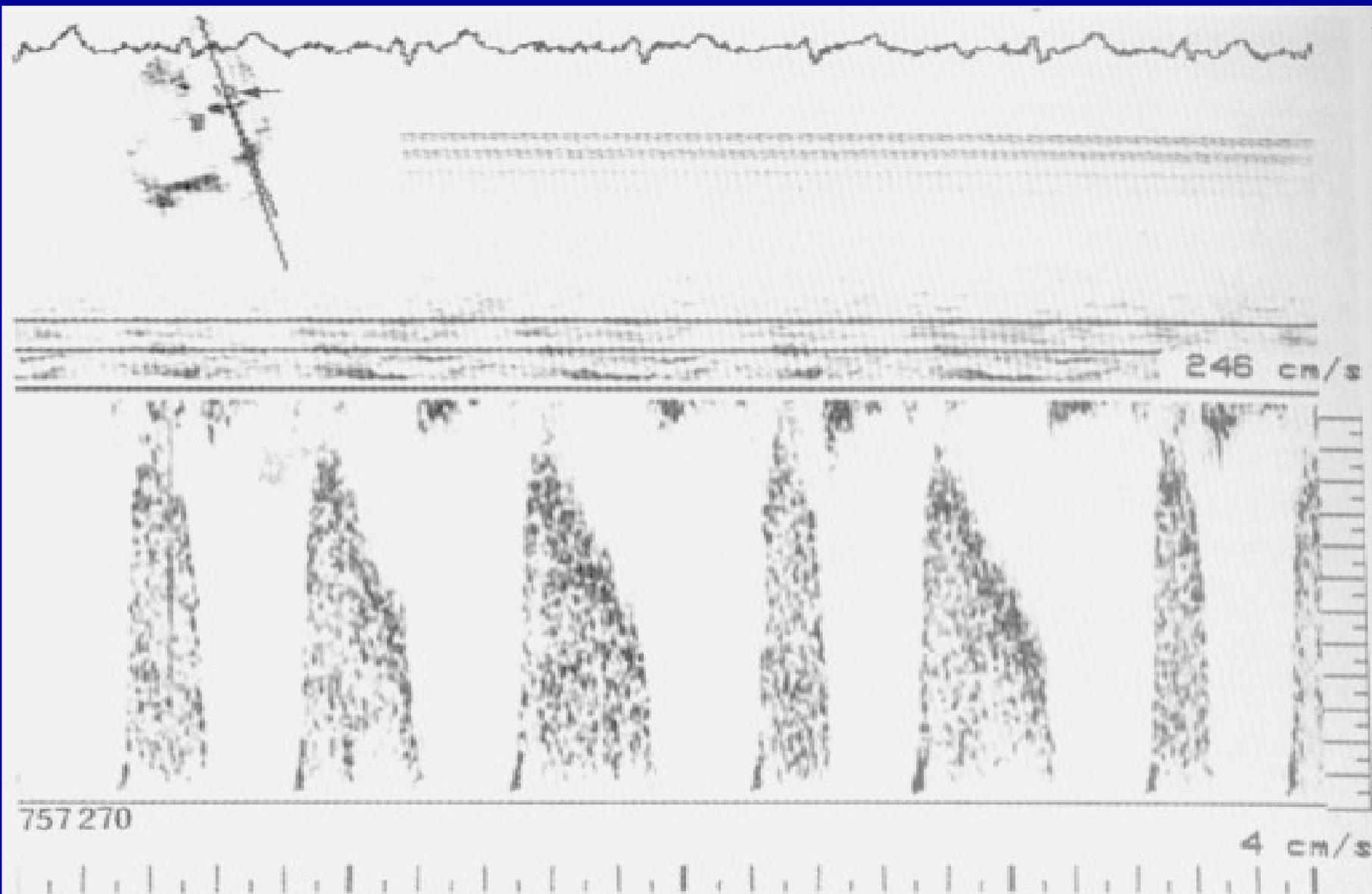


Тот же пациент с митральным стенозом. Двухмерные эхокардиограммы по короткой оси. Истинное митральное отверстие клапана (MVO) расположено в границах створок. Обратите внимание, как при двухмерном сканировании ближе к основанию сердца (правая эхокардиограмма) происходит ложное завышение размера отверстия митрального клапана.

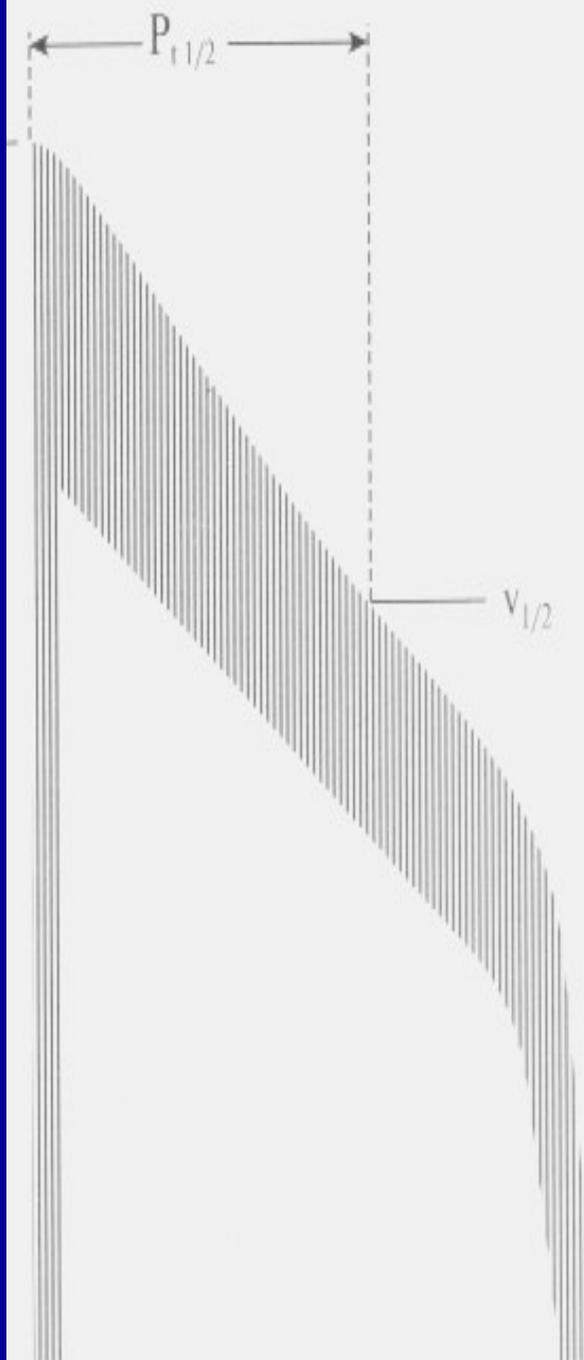




Импульсно-волновая доплерограмма потока через митральный клапан при митральном стенозе. Стрелка — место установки контрольного объема;



Импульсно-волновая доплерограмма потока через митральный клапан при митральном стенозе и мерцании предсердий. Стрелка — место установки контрольного объема.



ΔP – максимальный градиент давления

v_m – максимальная скорость

$v_{1/2}$ – скорость в точке, где градиент давления составляет $1/2 \Delta P$

$P_{1/2}$ – время полуспада, т.е. интервал времени между моментом, когда скорость равна v_m , и когда она равна $v_{1/2}$

Из модифицированного уравнения Бернулли следует:

$$\Delta P = 4v_m^2$$

$$1/2 \Delta P = 4v_{1/2}^2$$

$$4v_{1/2}^2 = 1/2 (4v_m^2)$$

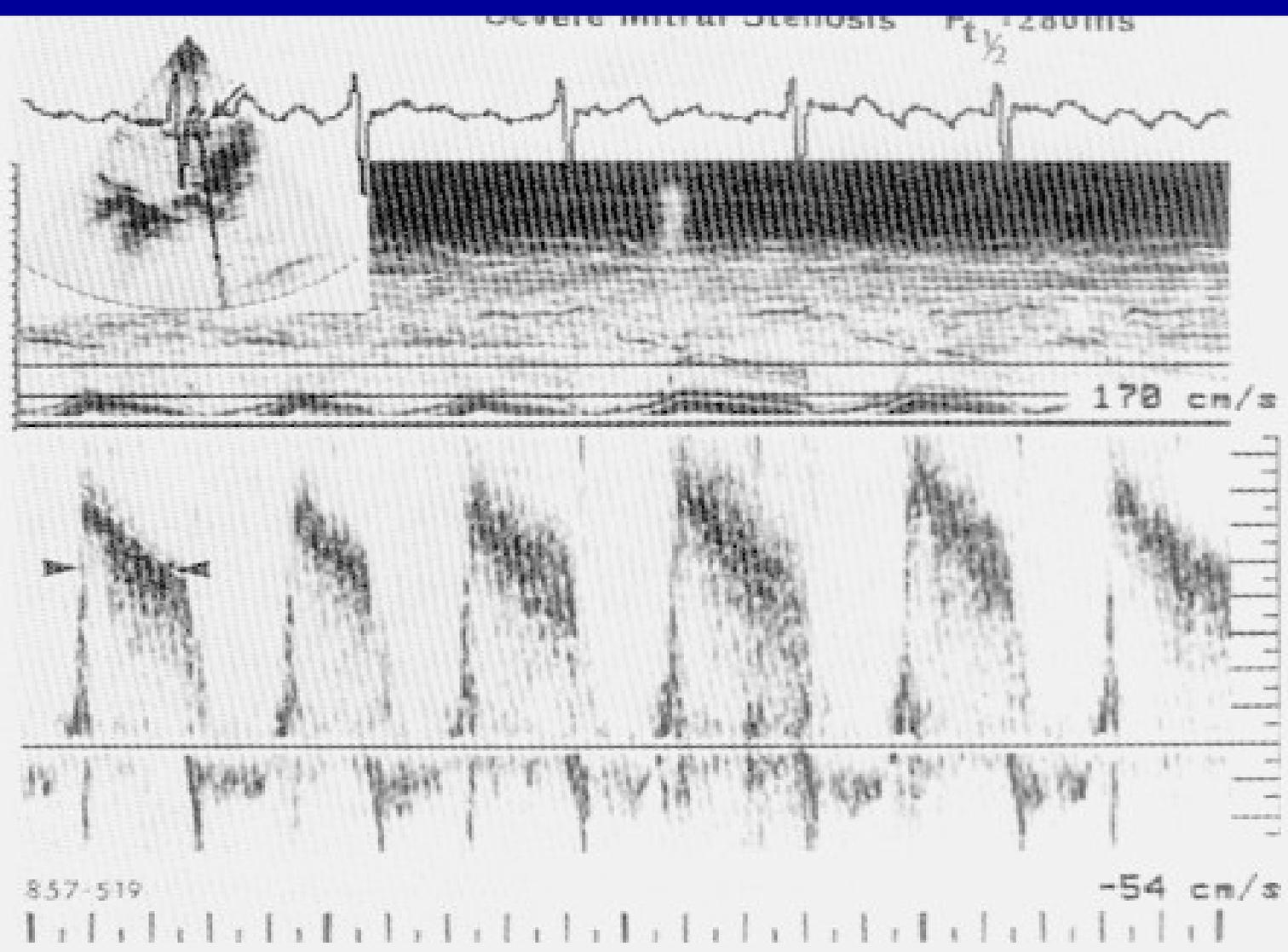
$$v_{1/2}^2 = 1/2 v_m^2$$

$$v_{1/2} = \sqrt{1/2} v_m$$

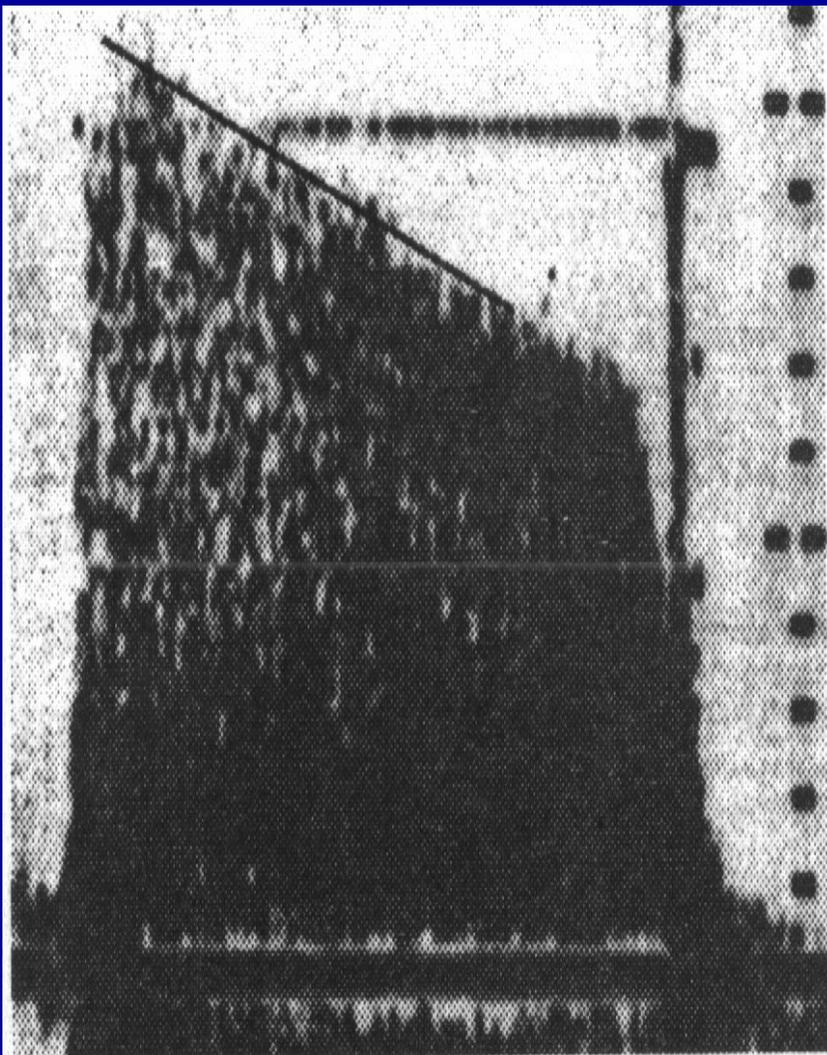
$$v_{1/2} = 0,7 v_m$$

Схема, демонстрирующая принцип измерения времени полуспада на доплерограмме митрального потока у пациента с митральным стенозом.

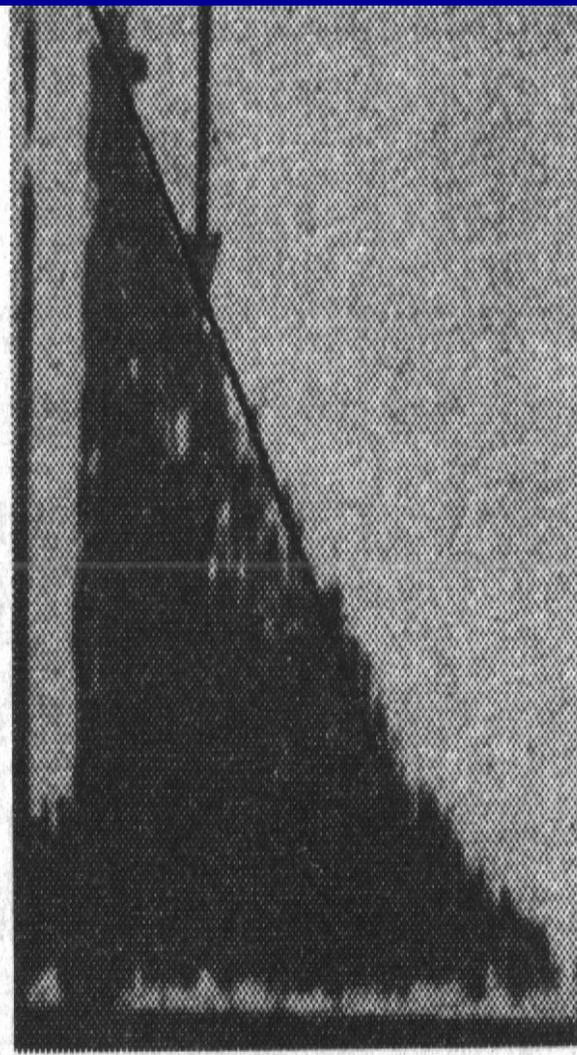
$$v_{1/2} = 0,7 v_m$$



Импульсно-волновая доплеровграмма потока через митральный клапан при митральном стенозе. Эта эхокардиограмма демонстрирует как измеряется время полуспада градиента давления $P_{1/2}$ (головки стрелок).

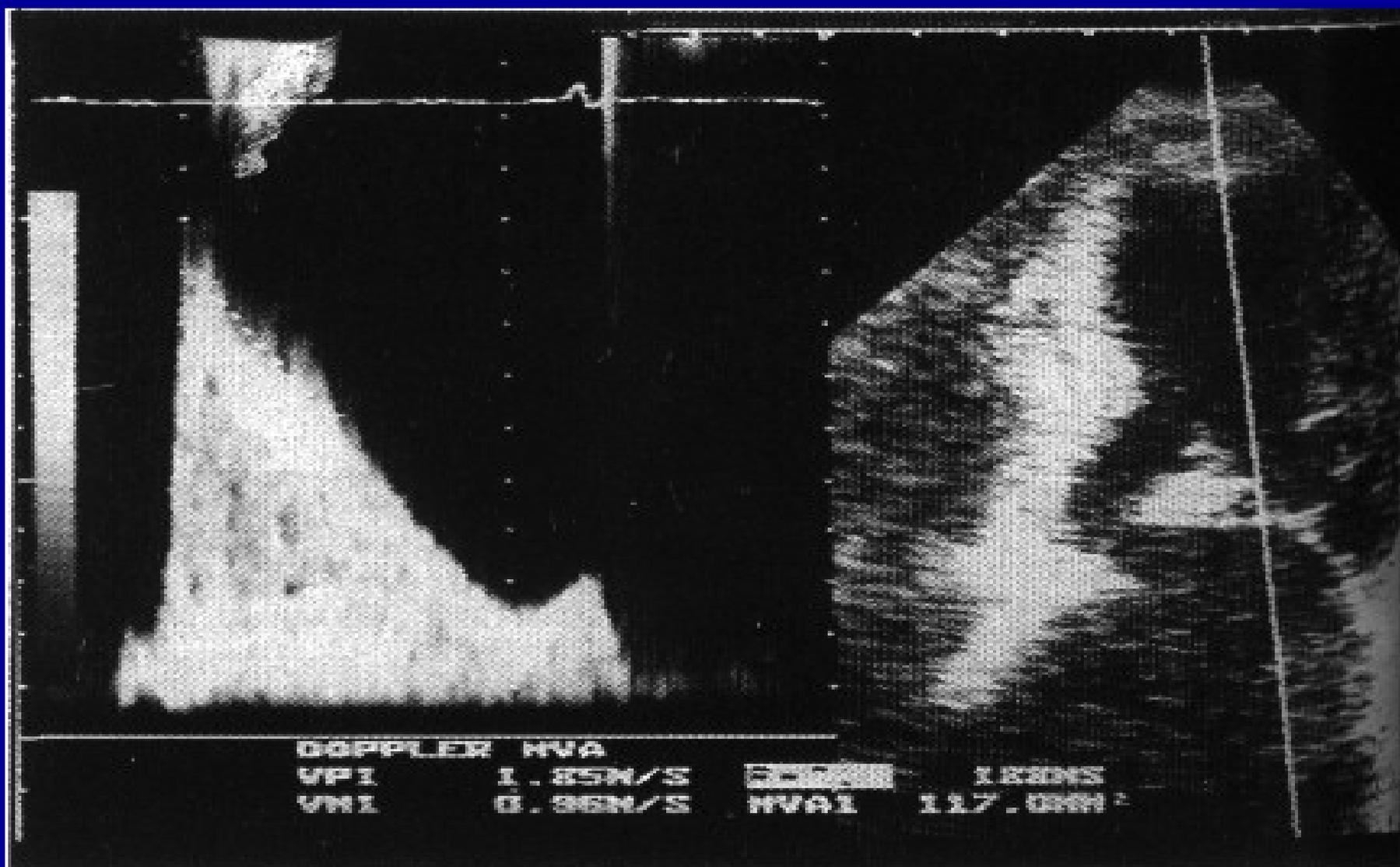


$S = 0,8 \text{ cm}^2$

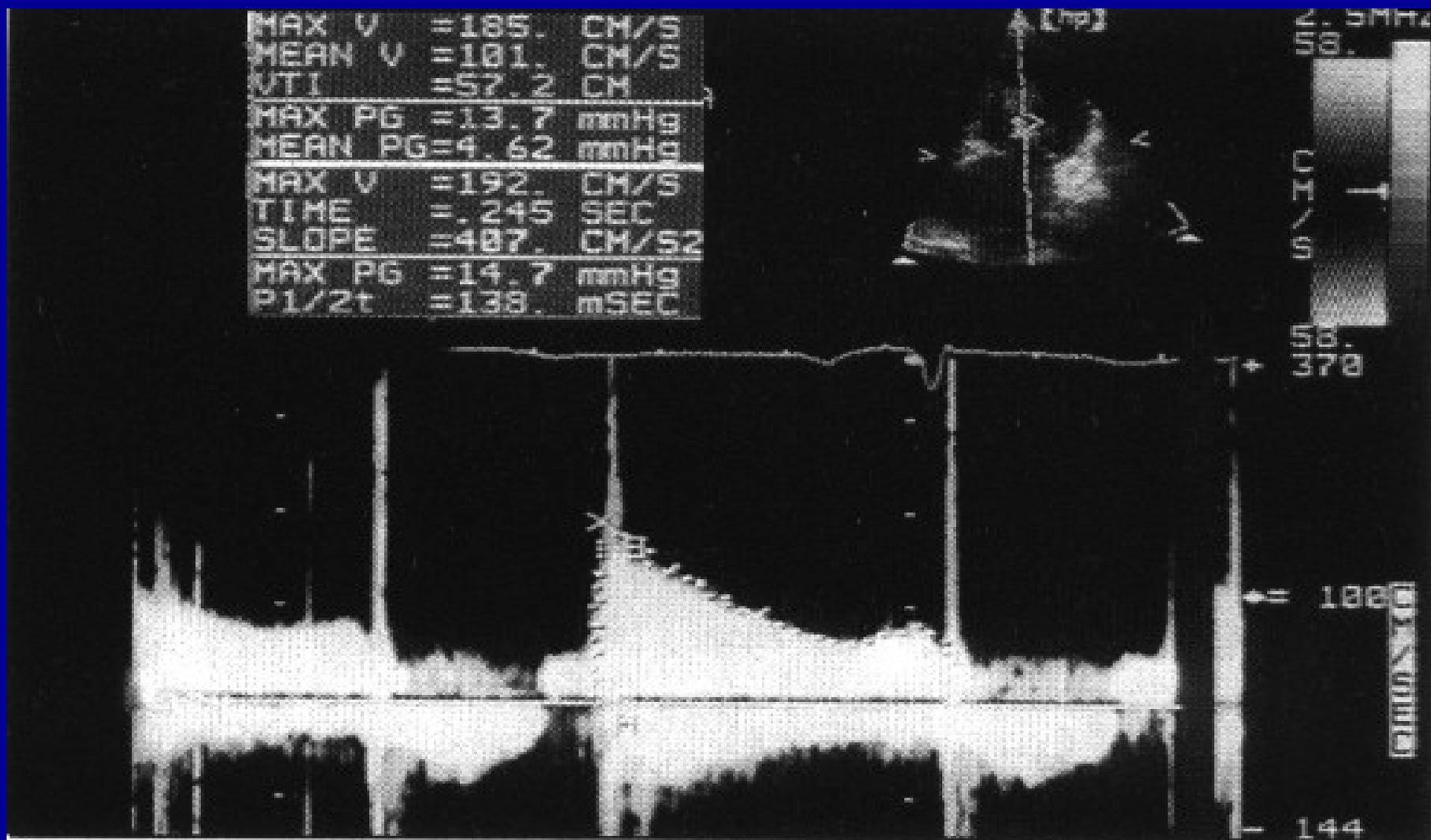


$S = 1,7 \text{ cm}^2$

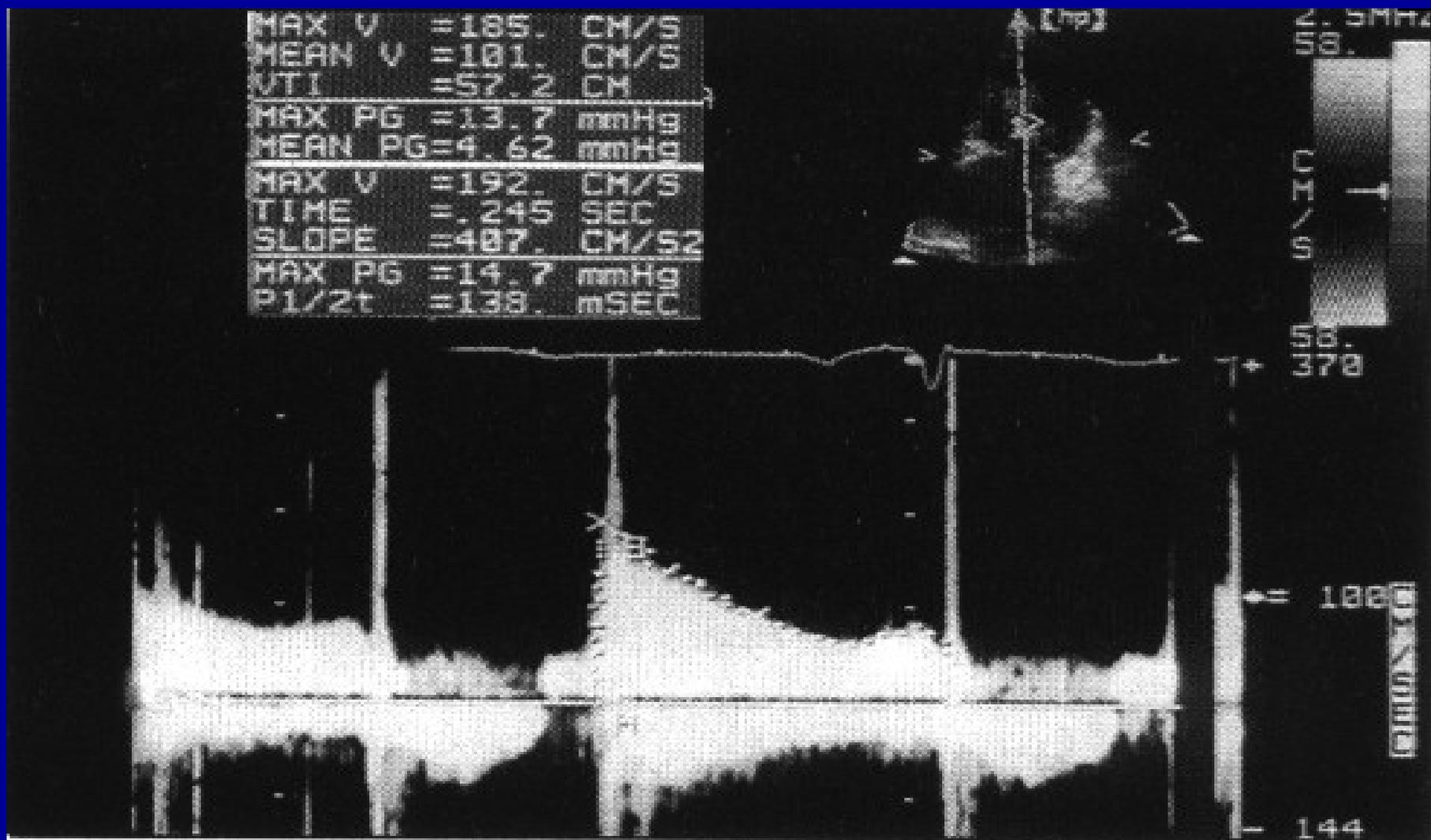
Трансмитральный поток при выраженном (А) и умеренном (Б) митральном стенозе.



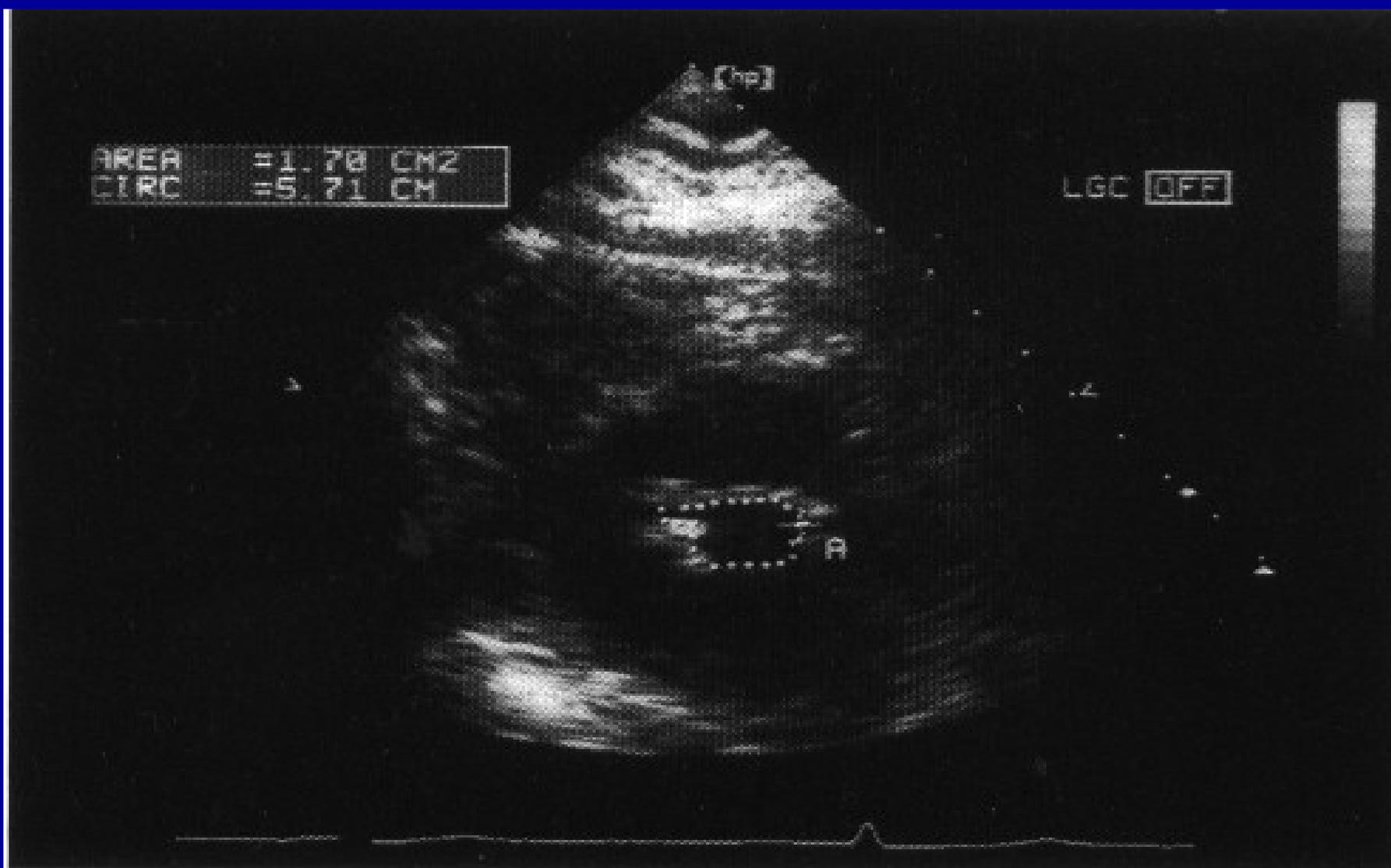
Верхушечный четырехкамерный вид сердца. Допплеровское исследование митрального кровотока. РНТ 188 мс. Площадь митрального клапана – 1,17 см².



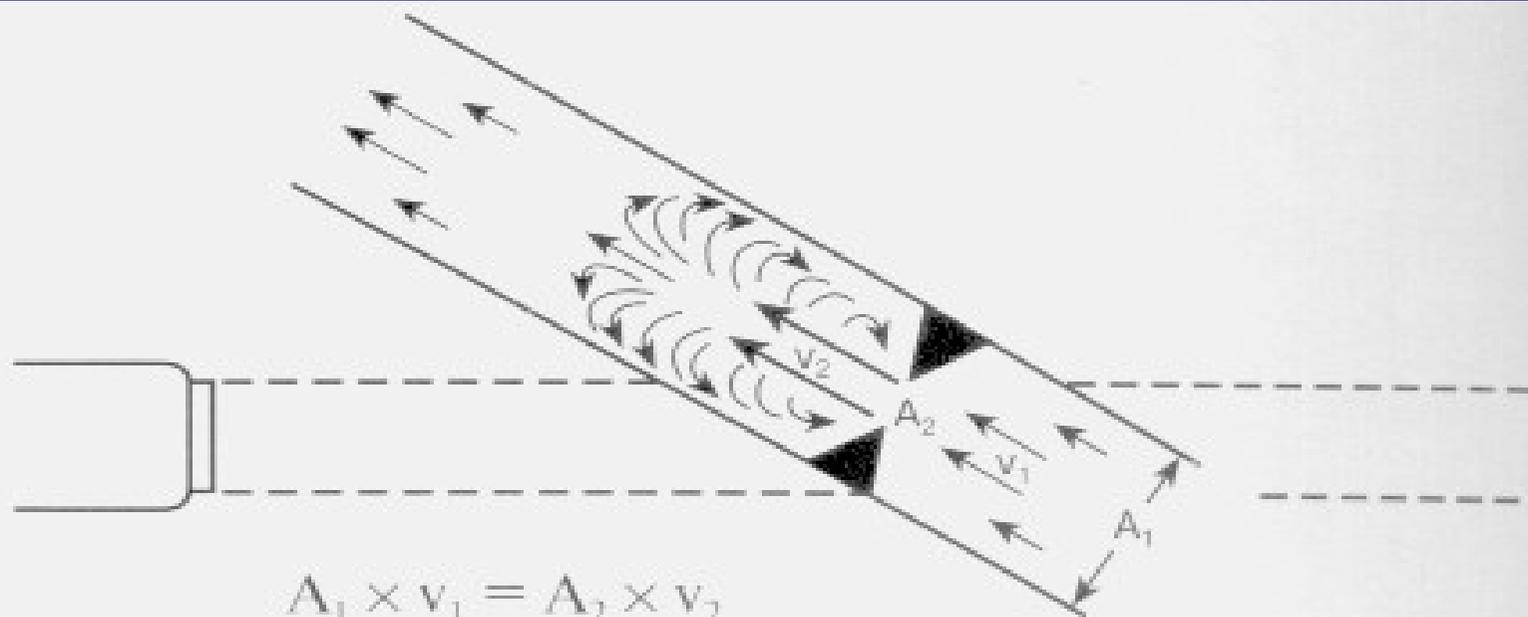
НВ Допплер исследование митрального кровотока. PHT определено по горизонтальной части E волны и равно 138 мс. Площадь митрального клапана равна соответственно $1,6 \text{ см}^2$.



НВ Допплер исследование митрального кровотока. PHT определено по горизонтальной части E волны и равно 138 мс. Площадь митрального клапана равна соответственно $1,6 \text{ см}^2$.



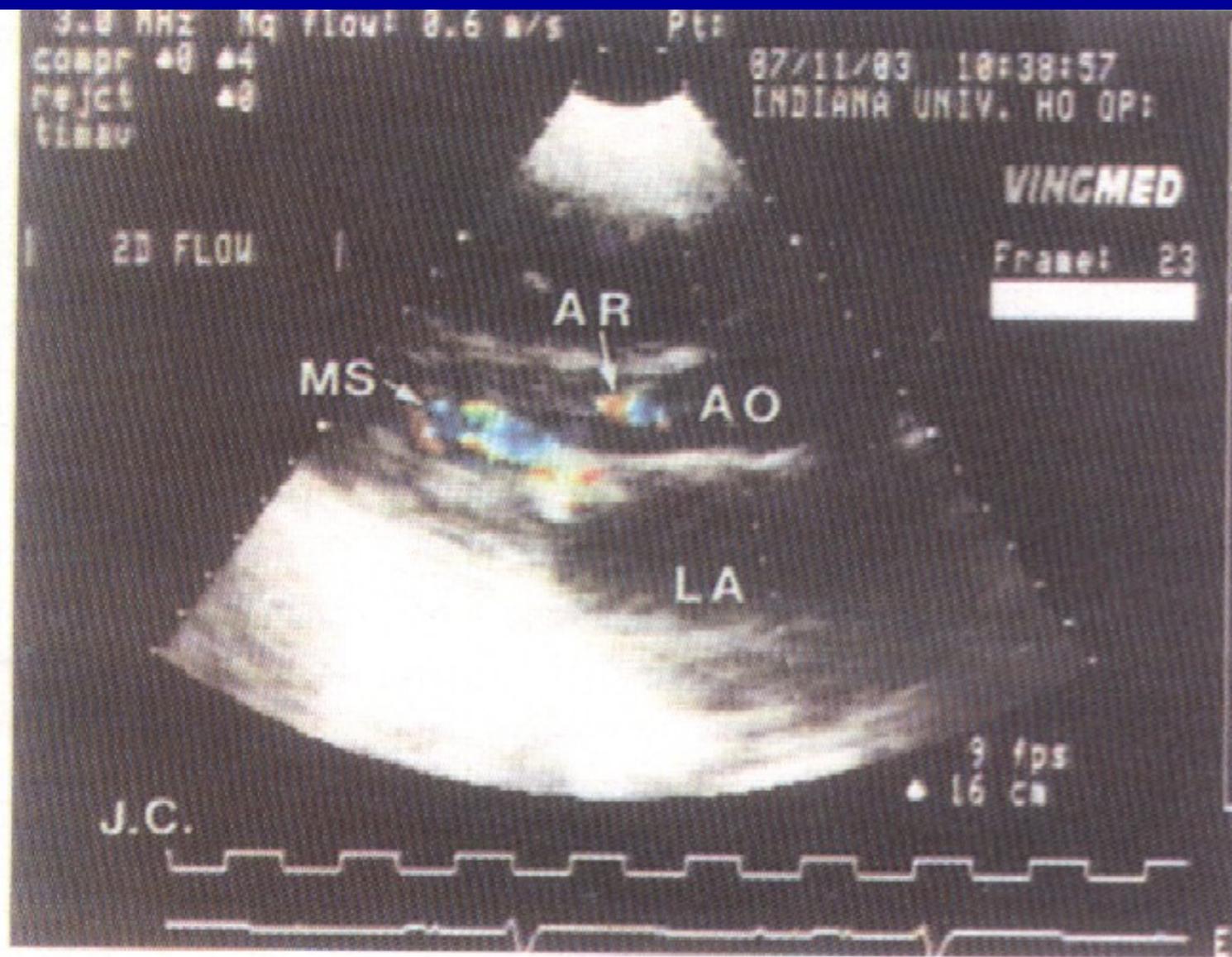
Парастернальный, по короткой оси, вид МК того же больного. Площадь митрального клапана определена планиметрическим методом и равна $1,7 \text{ см}^2$.



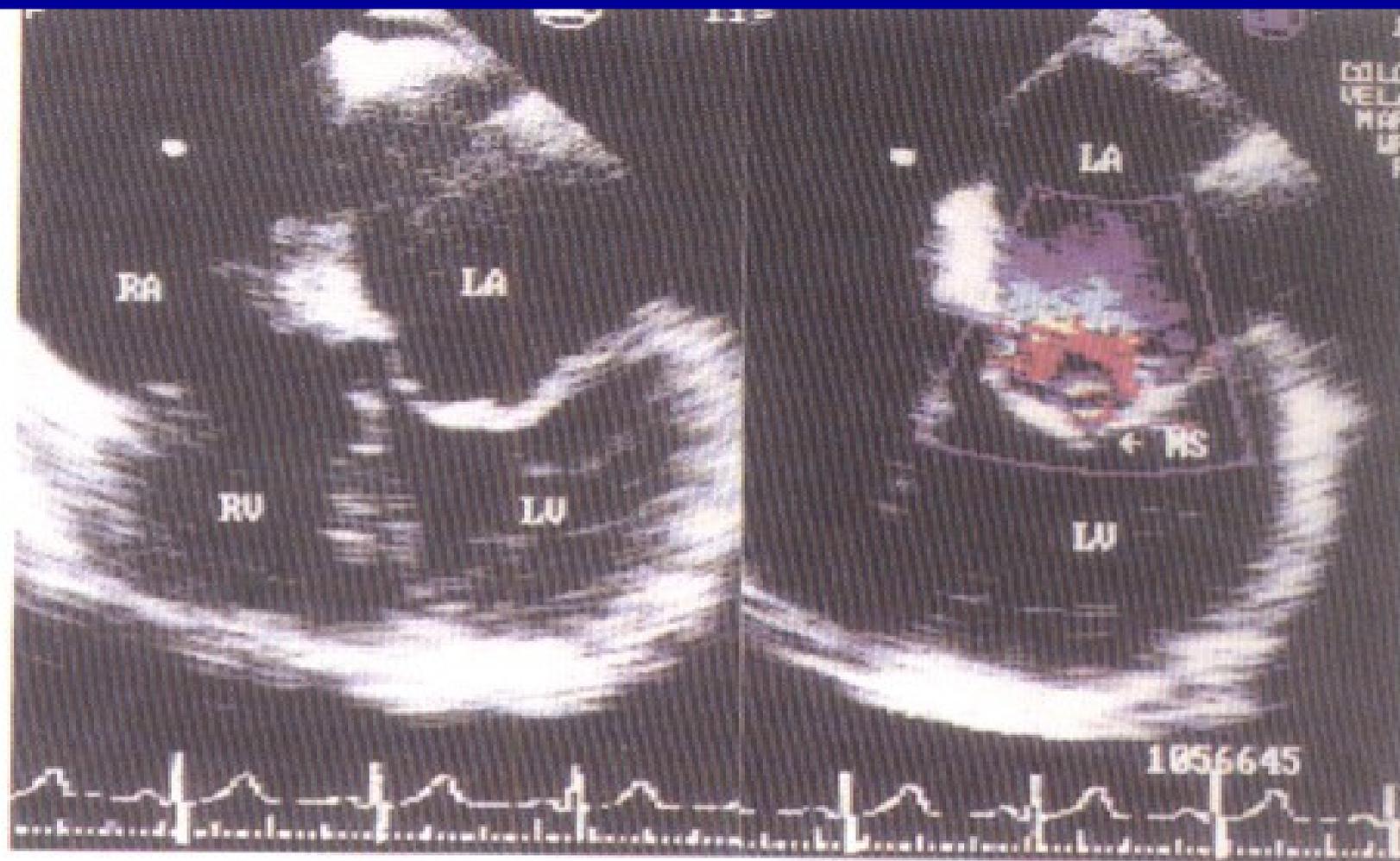
$$A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2$$

$$A_2 = \frac{A_1 \times v_1}{v_2}$$

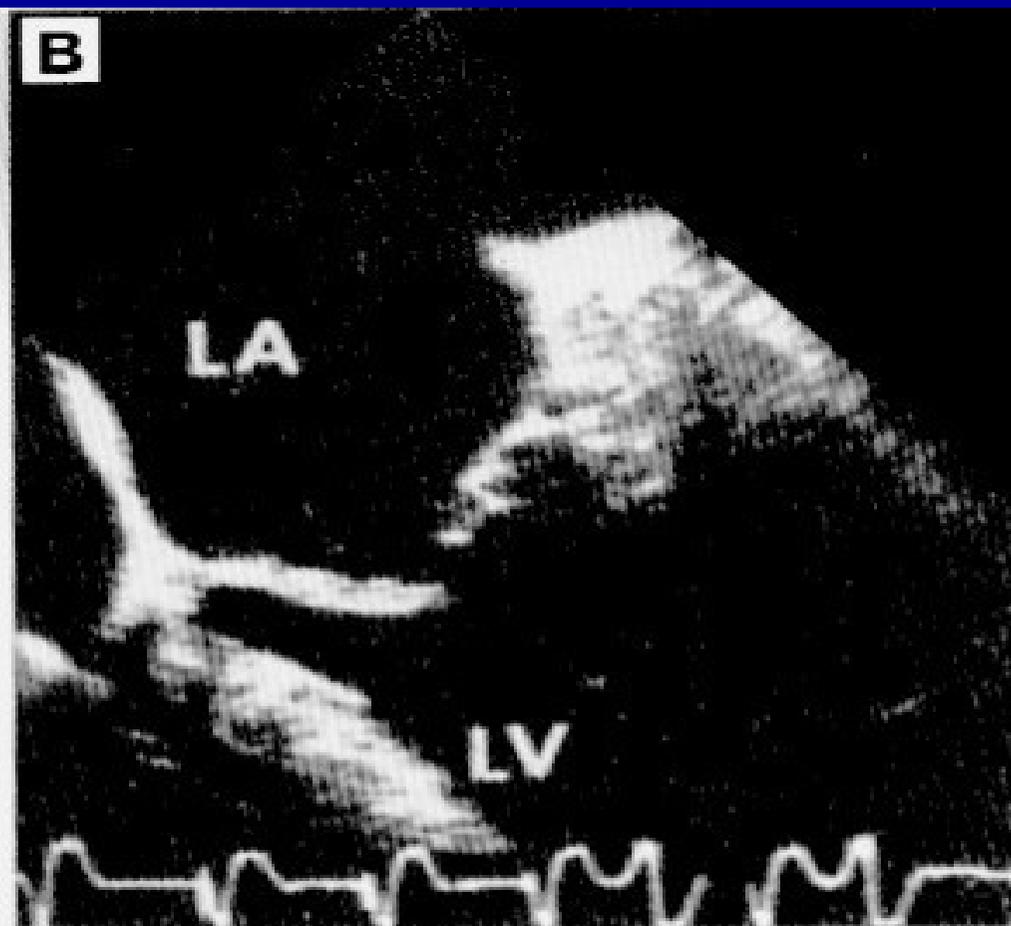
Схема, иллюстрирующая принцип применения уравнения непрерывности потока в доплеровской эхокардиографии при вычислении площади стенозированного отверстия клапана. A_1 и v_1 — площадь и скорость проксимальнее стеноза, A_2 и v_2 — площадь и скорость на уровне стенозированного отверстия.



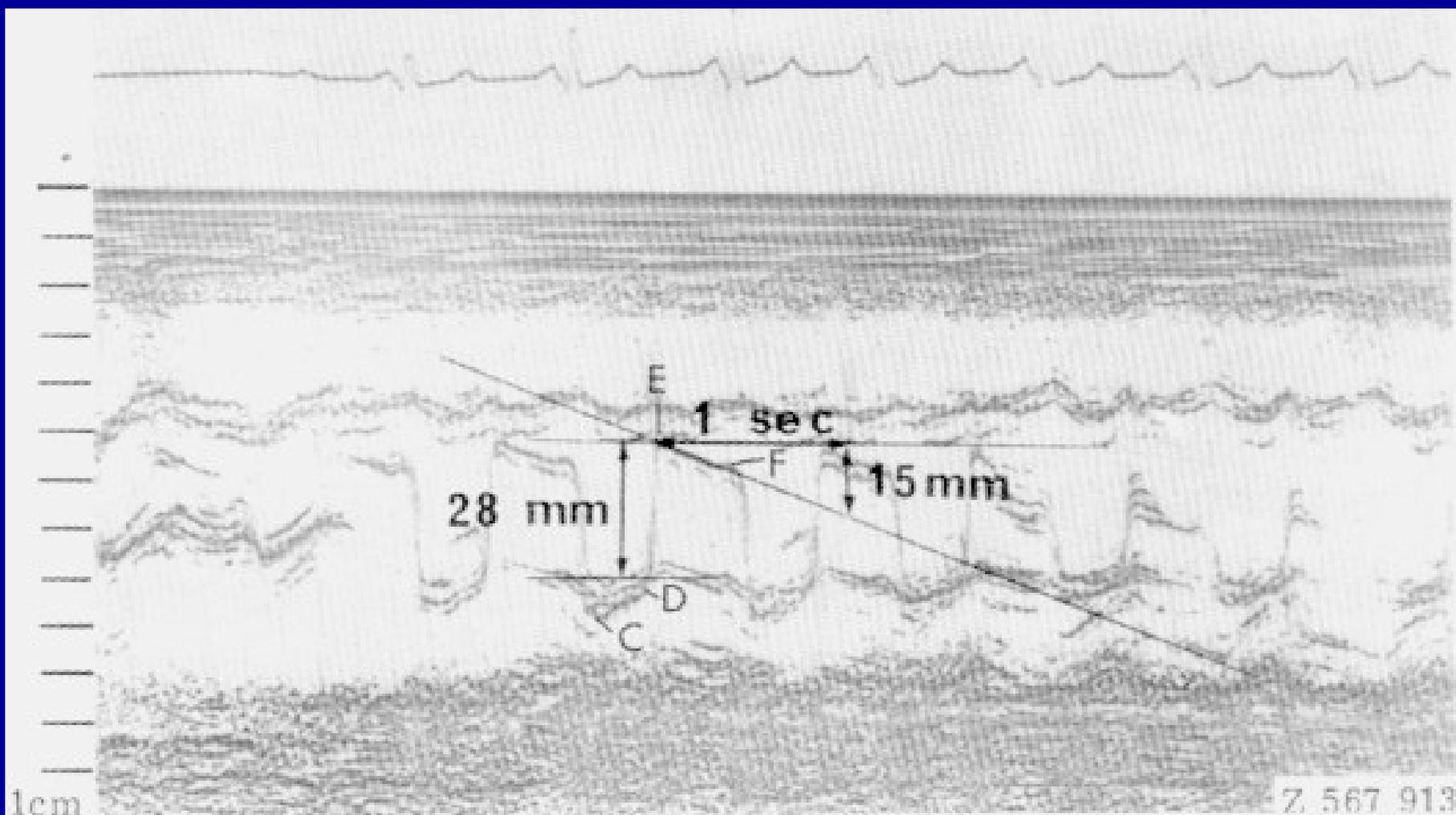
Цветовое доплеровское картирование показывает турбулентный поток в области митрального стеноза (MS). Наблюдается также цветовой поток аортальной регургитации (AR).



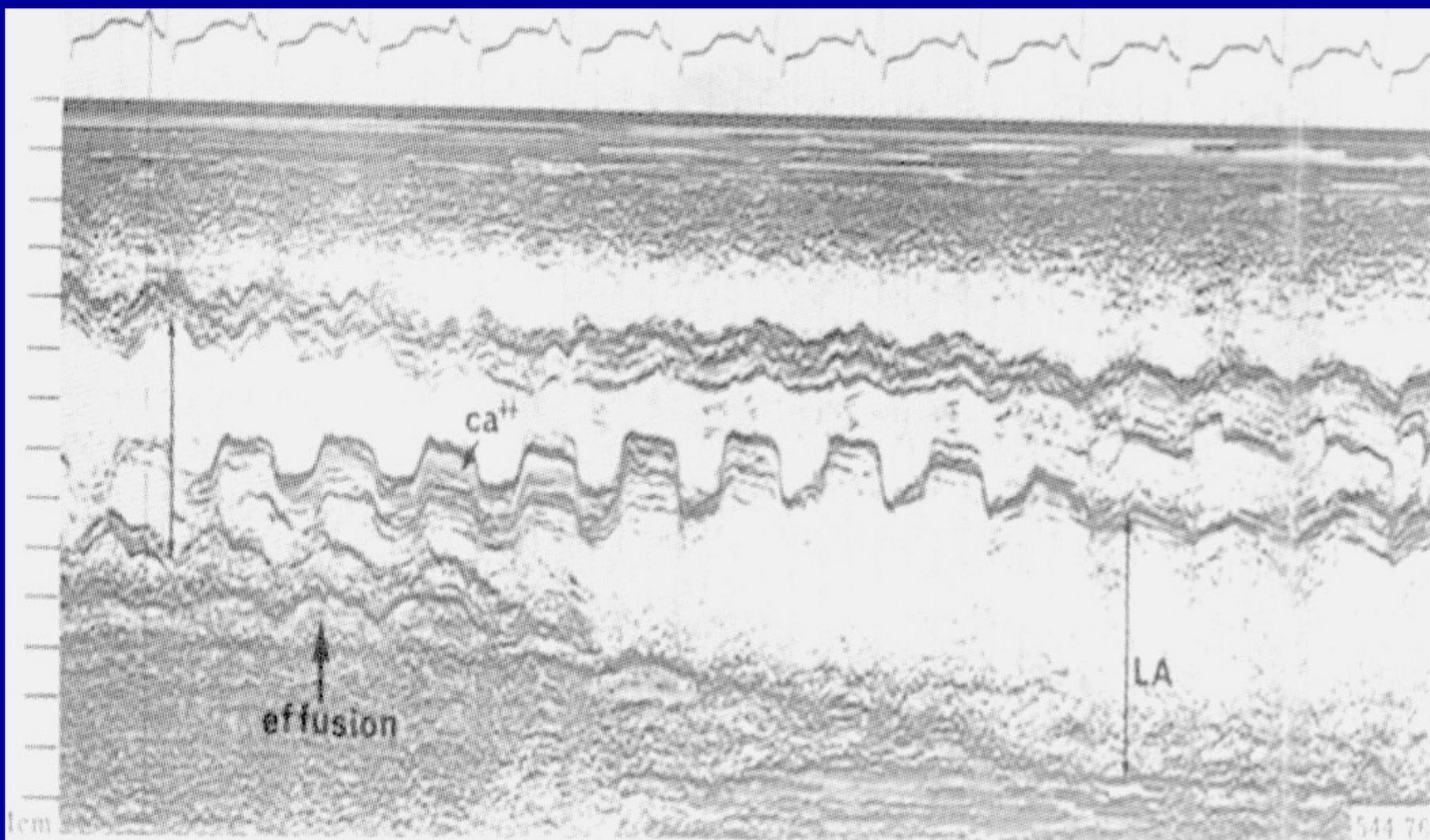
Чреспищеводная эхокардиограмма пациента с митральным стенозом. Визуализируется куполообразный митральный клапан между полостью левого предсердия (LA) и левым желудочком (LV). Кроме того, со стороны левого предсердия стенозированного митрального отверстия (MS) можно видеть ускорение потока с множественными зонами наложения спектров (aliasing). RA – правое предсердие; RV – правый желудочек.



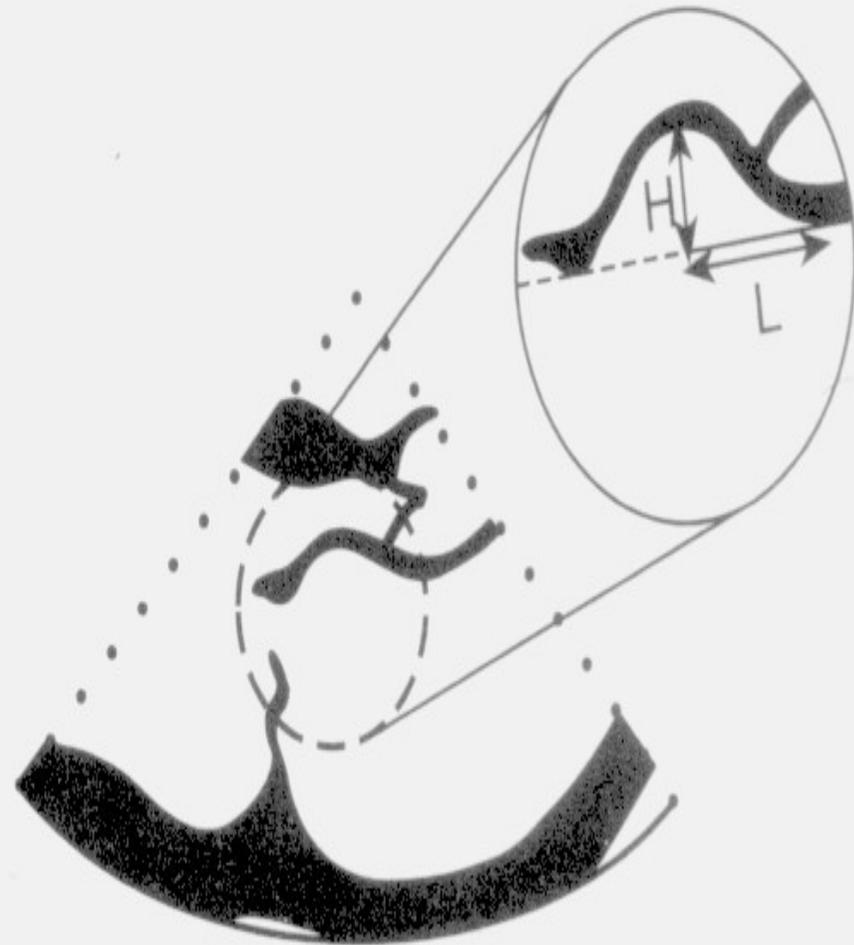
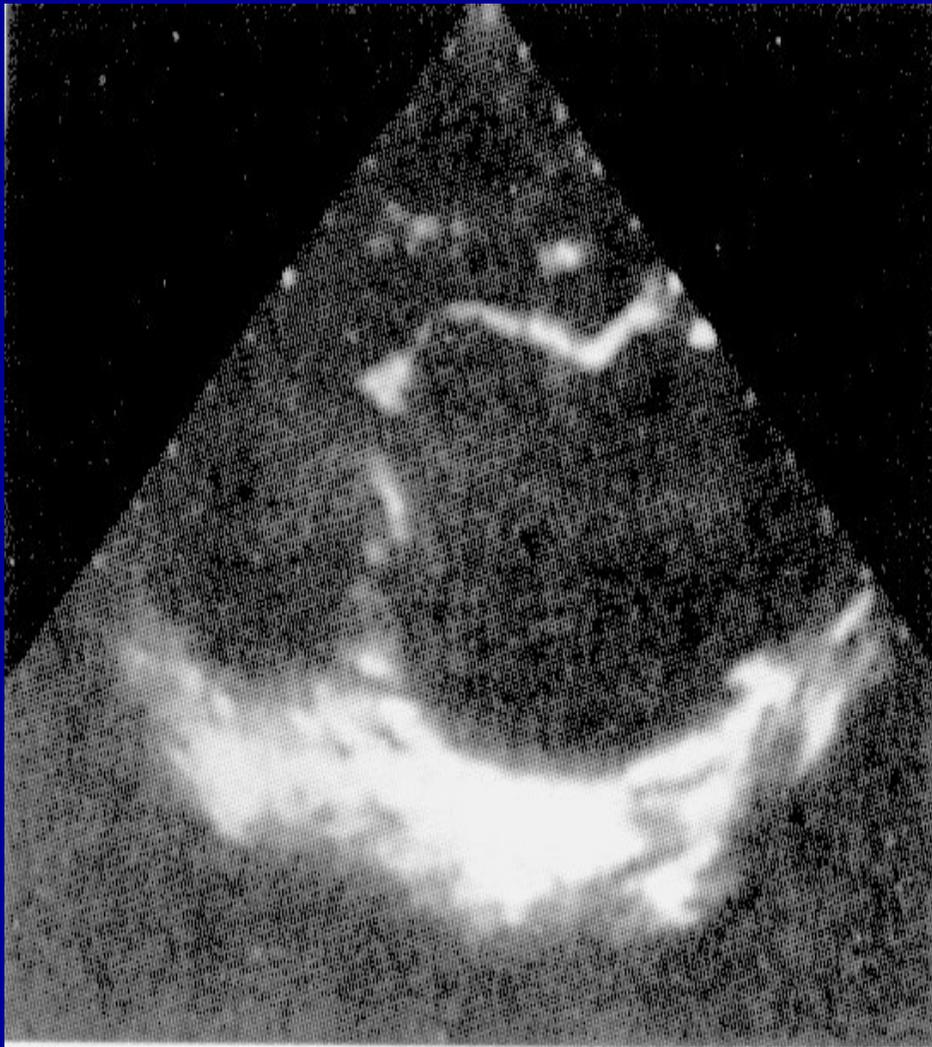
Трансторакальная (А) и чреспищеводная (В) эхокардиограммы пациента с митральным стенозом и утолщением подклапанных структур. Подклапанное утолщение хорошо визуализируется при трансторакальном исследовании; однако из-за акустической тени, создаваемой митральным клапаном, подклапанные структуры не так легко наблюдать, как при чреспищеводном исследовании.



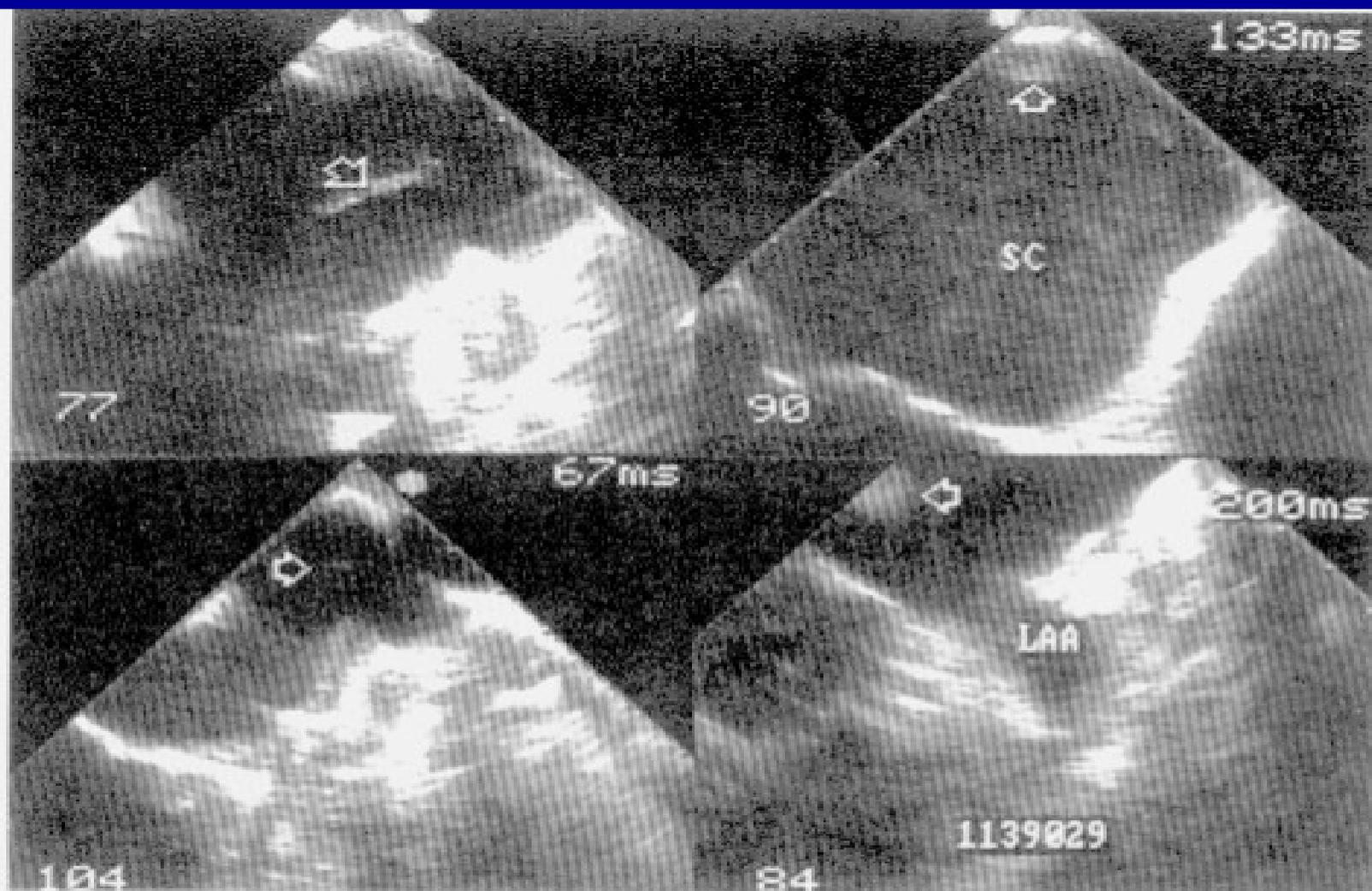
Эхокардиограмма митрального клапана при умеренном митральном стенозе и гибком митральном клапане. Обратите внимание, как измеряется скорость диастолического закрытия (склон E–F), и как можно измерить амплитуду открытия створок митрального клапана, т.е. амплитуду D–E.



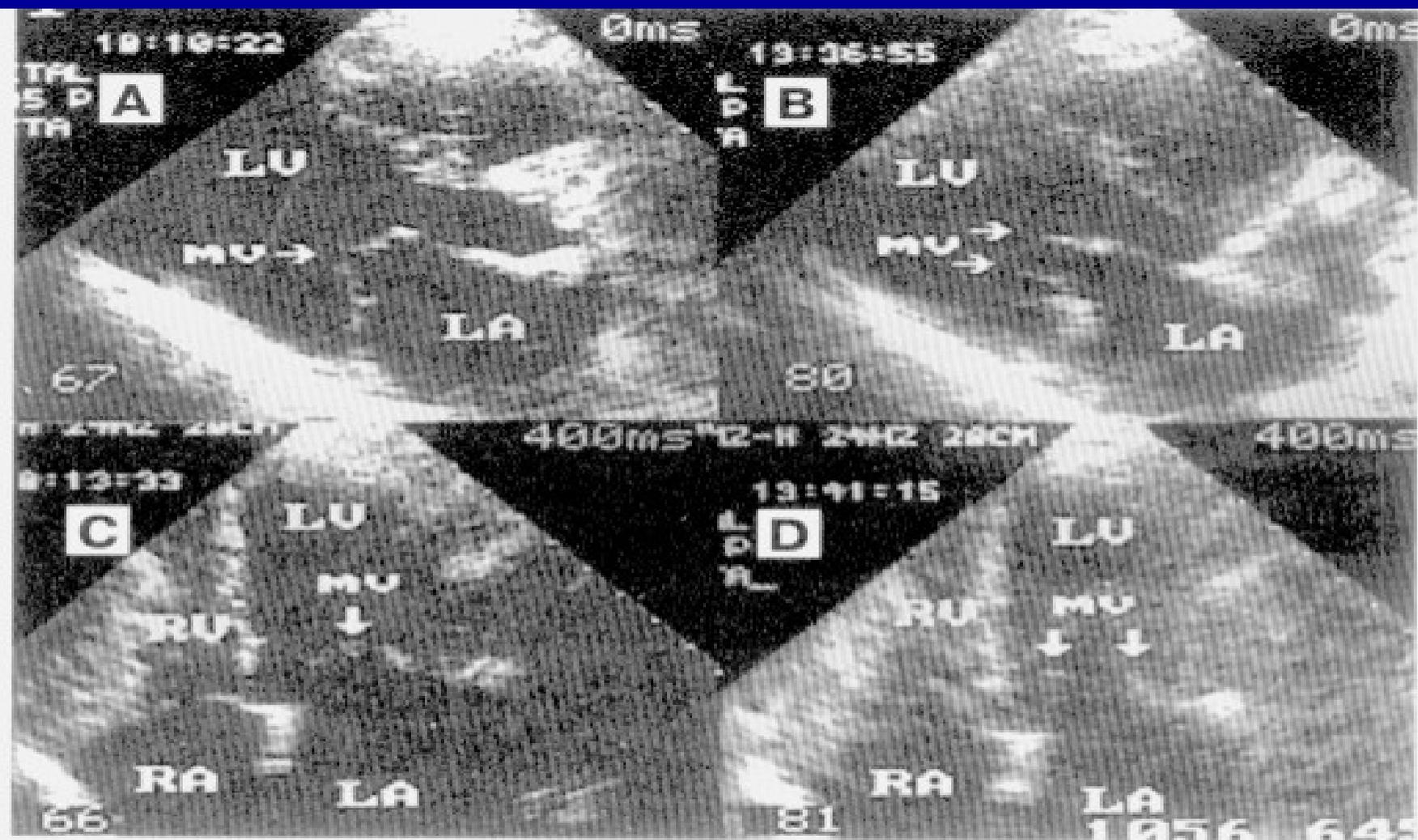
М-эхокардиограмма пациента с кальцинированным (ca^{++}) и неподвижным митральным клапаном. LA – левое предсердие. effusion – выпот



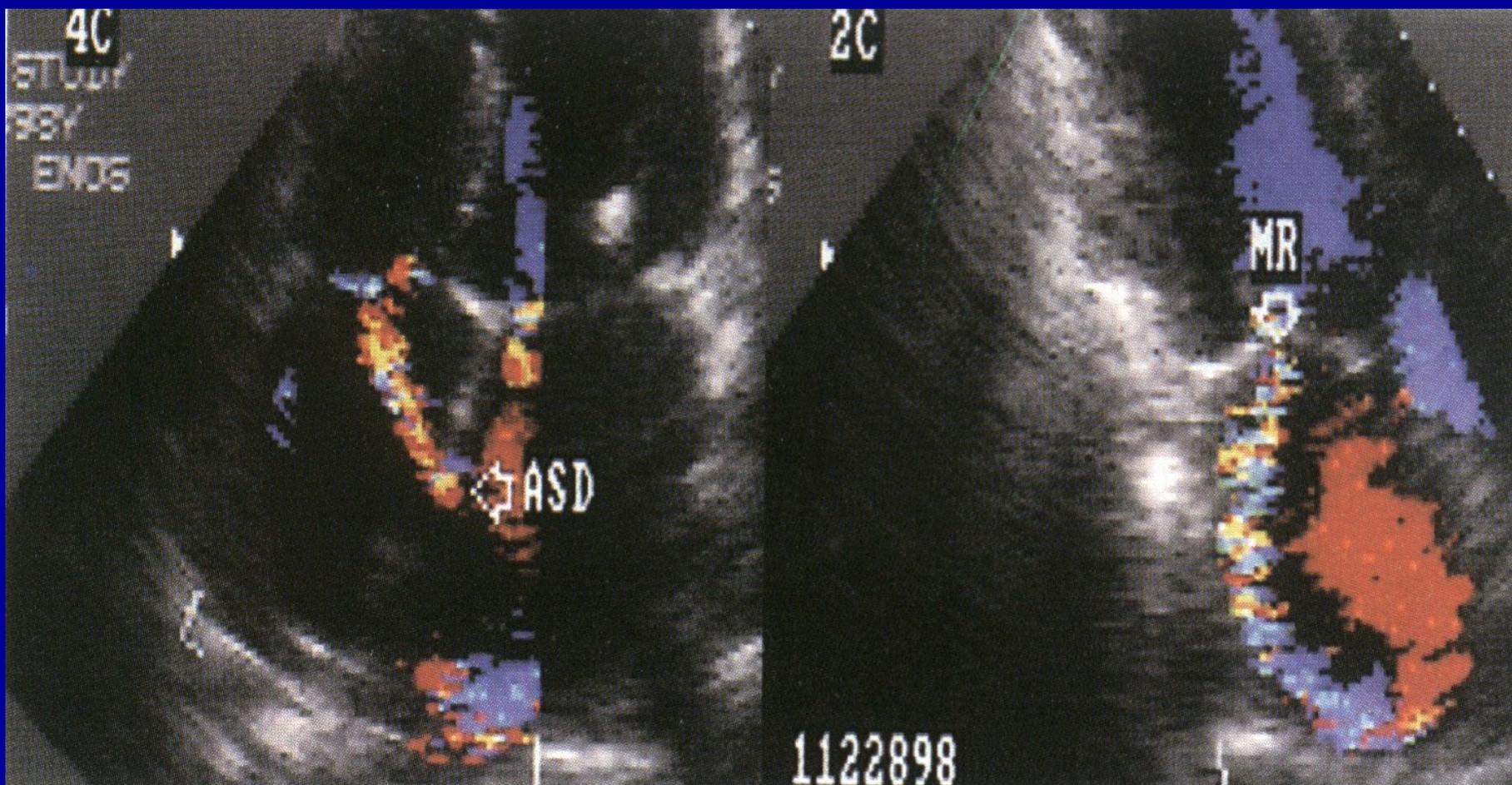
Двухмерная эхокардиограмма и схема измерения степени подвижности передней створки стенозированного митрального клапана. Н – степень экскурсии передней створки.



Чреспищеводная эхокардиограмма пациента, которому планируется проведение баллонной митральной вальвулопластики. Наблюдаются множественные тромбы (стрелки) в полости левого предсердия. Эти эхо-сигналы вместе со спонтанным контрастированием (SC) не были обнаружены при трансторакальном исследовании. LAA – ушко левого предсердия.



Двухмерные эхокардиограммы до (А и С) и после (В и D) баллонной митральной вальвулопластики. Наблюдается существенное увеличение открытия створок в позиции по длинной оси (В) и в четырехкамерной позиции (D) после вальвулопластики. MV – митральный клапан; LV – левый желудочек; LA – левое предсердие; RV – правый желудочек; RA – правое предсердие.



Цветовое доплеровское картирование после баллонной митральной вальвулопластики. На левой эхограмме наблюдается ятрогенный дефект межпредсердной перегородки (ASD) и остаточная митральная регургитация (MR).

МИТРАЛЬНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ

Митральная недостаточность

Этиология:

1. Патология створок клапана:

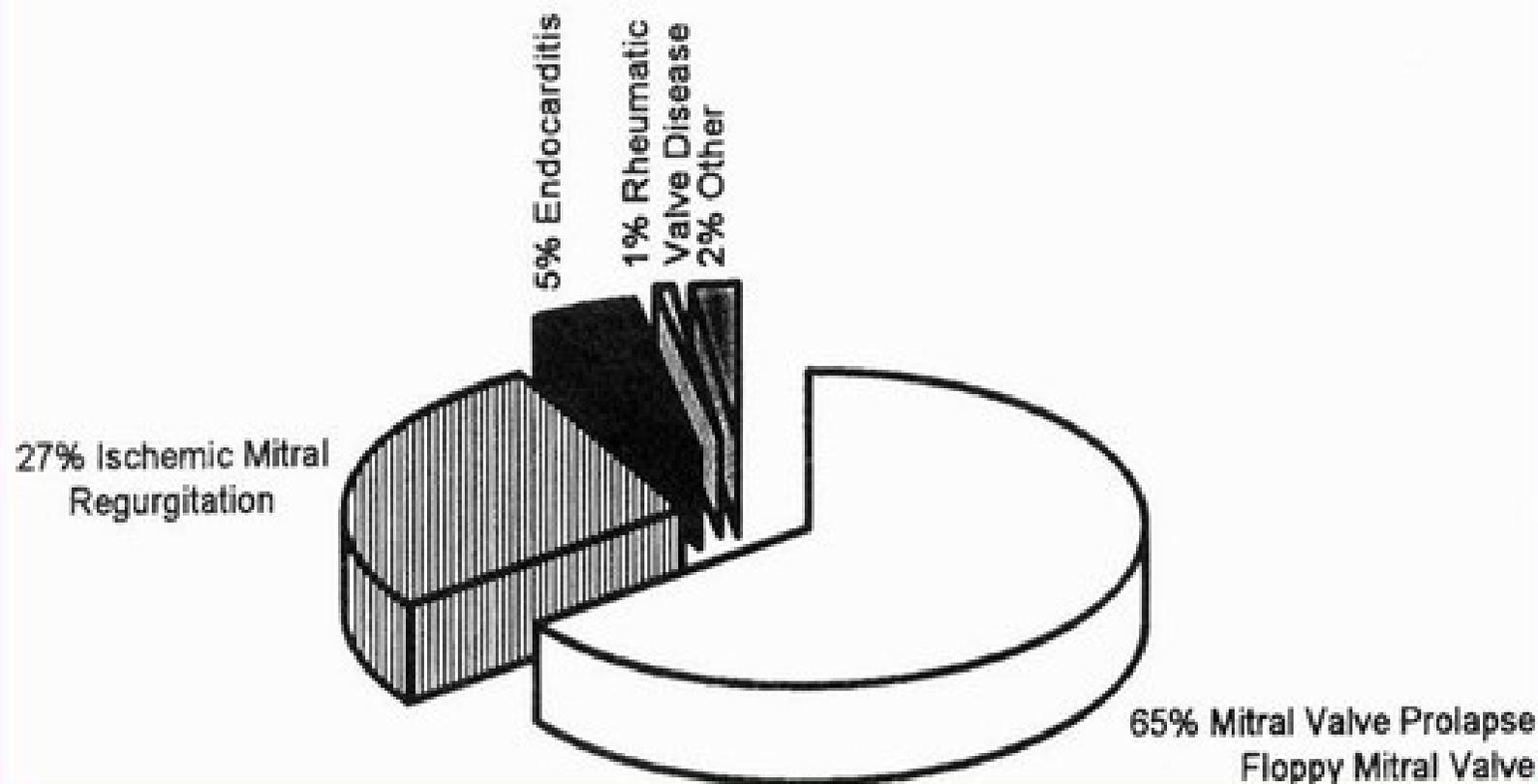
- а) ревматизм;
- б) пролапс митрального клапана.
- в) эндокардит.

2. Вторичная митральная недостаточность

- а) ДКМП – растяжение фиброзного кольца;
- б) ИБС + дисфункция или разрыв папиллярных мышц.
- в) диастолическая дисфункция ЛЖ - затруднение наполнения, рост давления в ЛП (гипертрофия ЛЖ, ГКМП или РКМП).

Причины Первичной Митральной Регургитации

Причины «чистой» митральной регургитации



МИТРАЛЬНАЯ РЕГУРГИТАЦИЯ

- **2D:**
 - морфология створок
- молотящий, протез
 - размеры ЛП
 - размеры и функция ЛЖ
- определение сроков операции
 - папиллярные мышцы
 - митральное кольцо
 - вегетации
- **Doppler:**
 - количественная оценка тяжести порока



Двумерная эхокардиография:

- **патология створок МК**
и признаки объемной перегрузки ЛЖ.
- При удовлетворительной компенсации - показатели сократимости ЛЖ (ФВ, ФУ) несколько выше нормы.
- **При ухудшении сократительной способности ЛЖ эти показатели сначала становятся количественно нормальными. Поэтому нормальная фракция выброса ЛЖ при митральной недостаточности не всегда свидетельствует о хорошем состоянии миокарда.**

Допплер-эхокардиография:

- **тяжесть поражения** оценивается цветным доплеровским картированием обратного потока в ЛП.
- Наиболее точным методом является определение с помощью **ЦДК соотношения площади струи регургитации к площади ЛП**

Соотношение площади струи регургитации к площади ЛП:

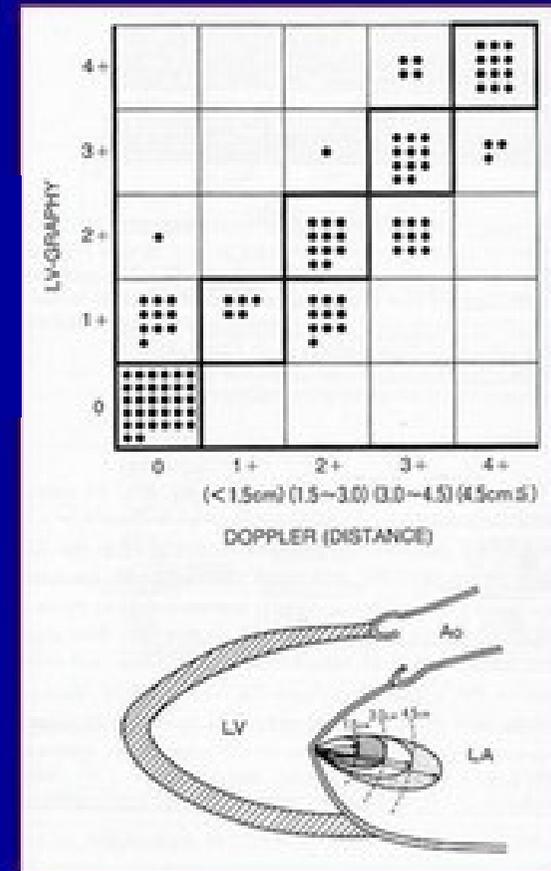
- I степень (легкая) $< 20\%$
- II степень (среднетяжелая) — 20-40%
- III степень (тяжелая) $> 40\%$.

- недооценка выраженности регургитации вследствие того, что обратный поток стелится вдоль стенки предсердия.
- узкая струя регургитации может добивать довольно далеко, а митральная недостаточность при этом может быть умеренной.

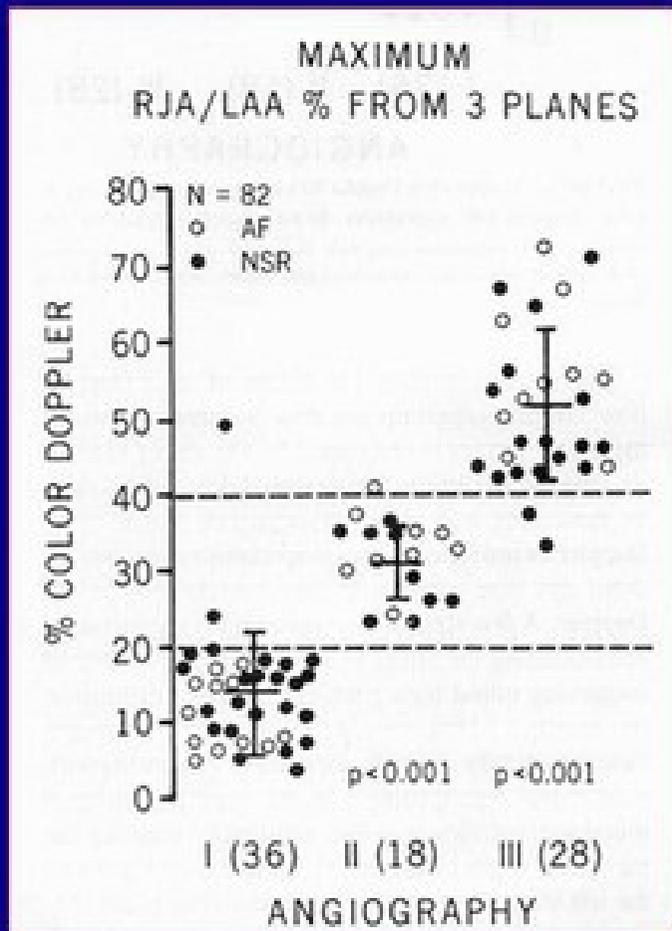
МИТРАЛЬНАЯ РЕГУРГИТАЦИЯ: Расстояние по ЦДК

Miyatake, et al. JACC 1986;7:82-8

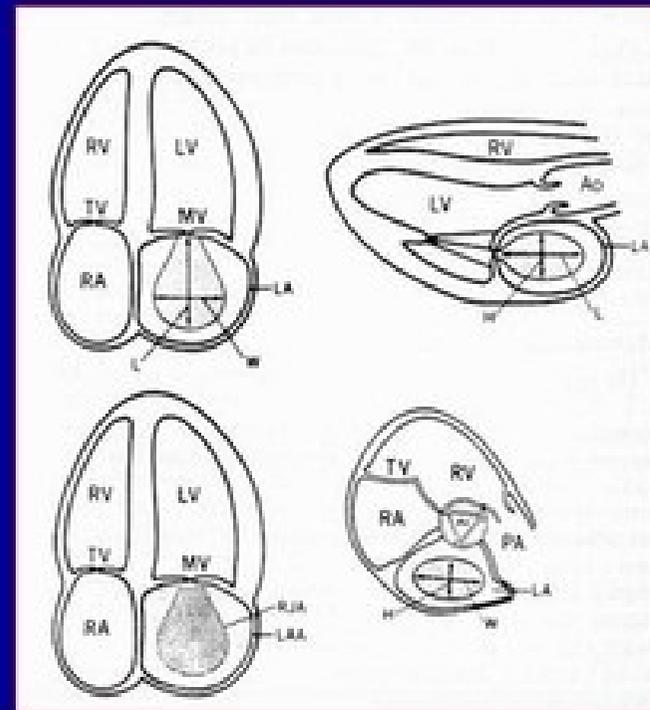
- 4-степенная шкала
- наибольшее расстояние, проходимое струей регургитации
(< 1.5 cm, $1.5 - 3$ cm, $3 - 4.5$ cm, > 4.5 cm)
- $r = .87$ vs. angiography
- Оптимизация предела Найквиста



МИТРАЛЬНАЯ РЕГУРГИТАЦИЯ: Площадь потока/Площадь ЛП

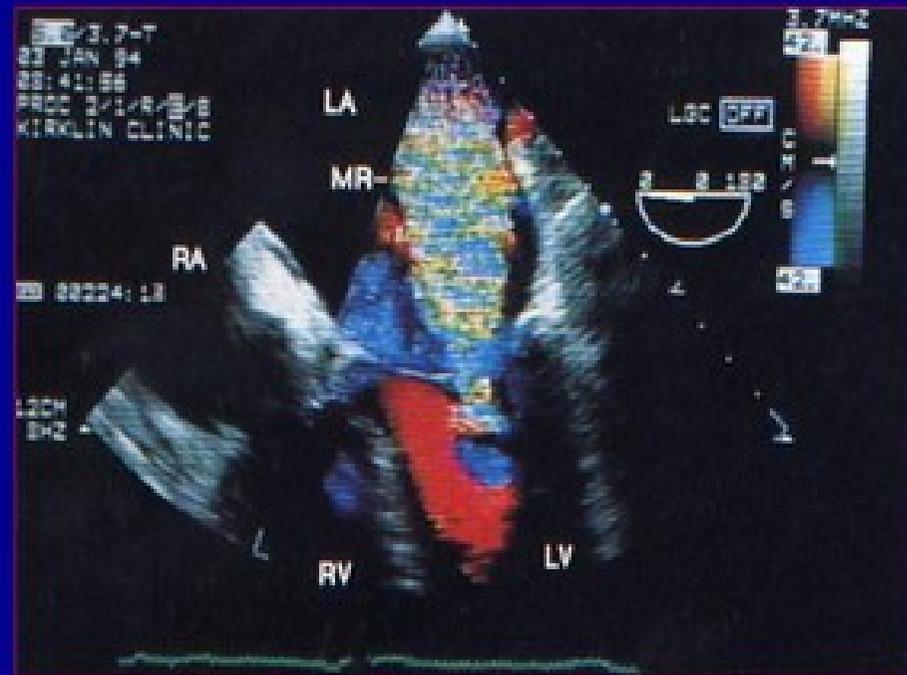
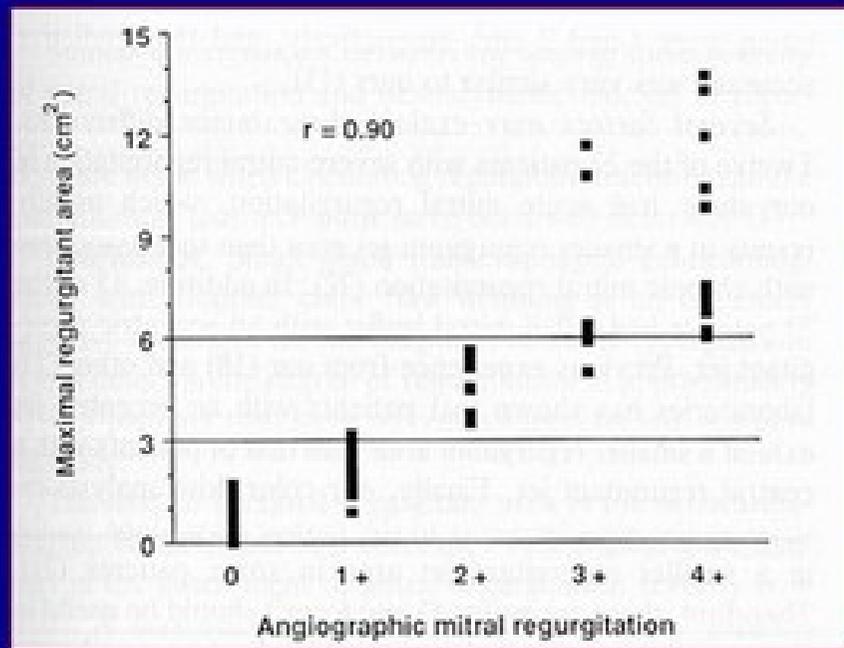


Helmcke, et al. *Circulation*
1977;75:175-183



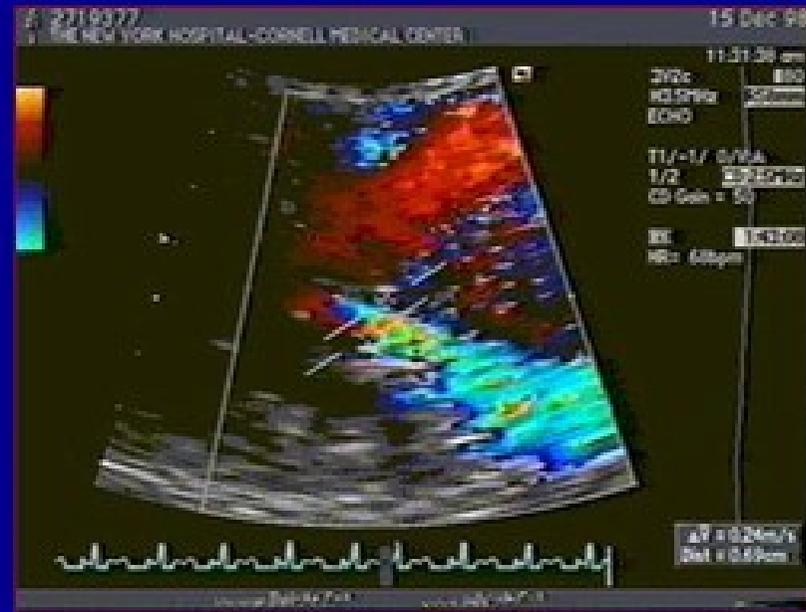
МИТРАЛЬНАЯ РЕГУРГИТАЦИЯ: Площадь потока при ЧПЭхоКГ

Labovitz, et al. JACC
1992;19:1516-21



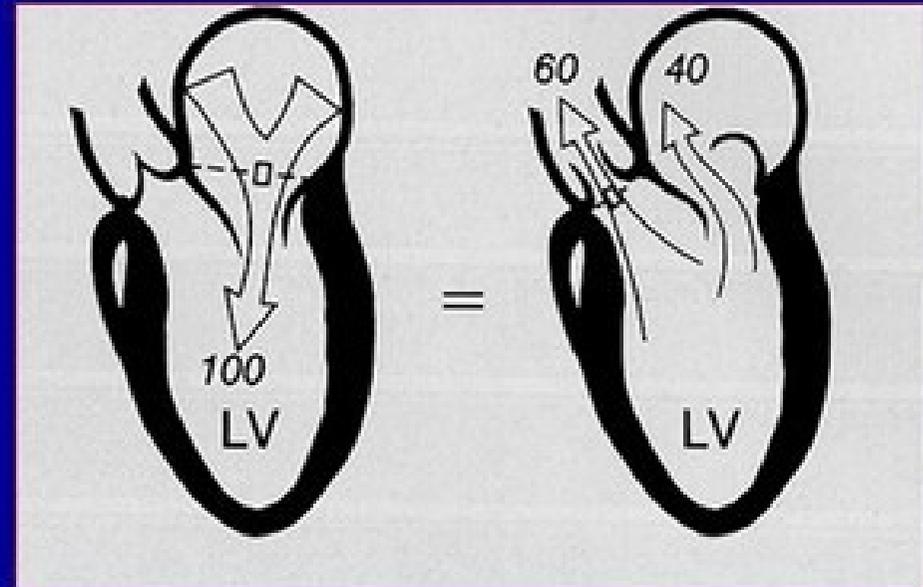
МИТРАЛЬНАЯ РЕГУРГИТАЦИЯ: Vena Contracta

- Измерение диаметра струи в месте выхода и регург-щего отверстия
- Измерение ширины струи до ее распространения
- Более простой метод
- Тяжелая МР при $VC > 5$ мм в ППДО (или двух усредненных циклах в А4С)



МИТРАЛЬНАЯ РЕГУРГИТАЦИЯ: Волюметрический метод

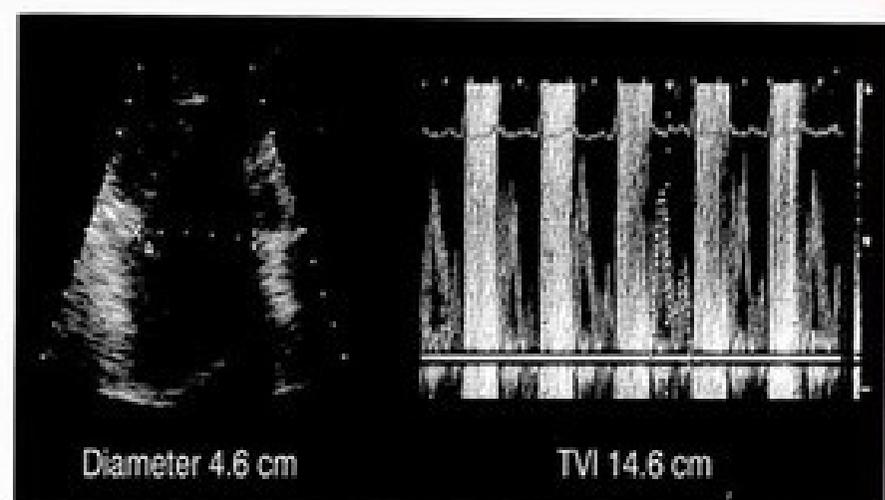
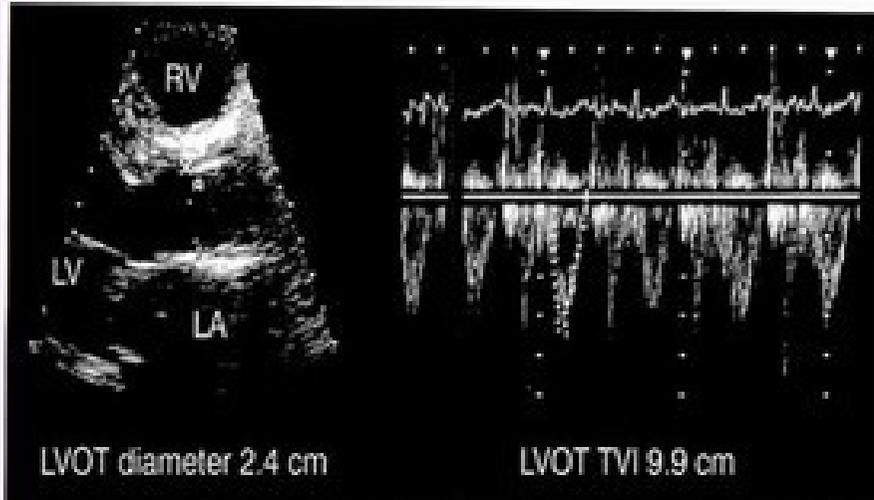
- Суммарный митральный поток = антеградный поток в АО + ток митральной регургитации
- Т.о., ток митральной регургитации = митральный приток – аортальный отток
- Фракция регургитации = (ток митральной регургитации / митральный приток) × 100%



* Предполагает отсутствие АР

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 =

$$\frac{\text{объем митральной регургитации}}{\text{объем трансмитрального притока}} \times 100\%$$

МИТРАЛЬНАЯ РЕГУРГИТАЦИЯ: Объем и фракция регургитации

Значение объема регургитации

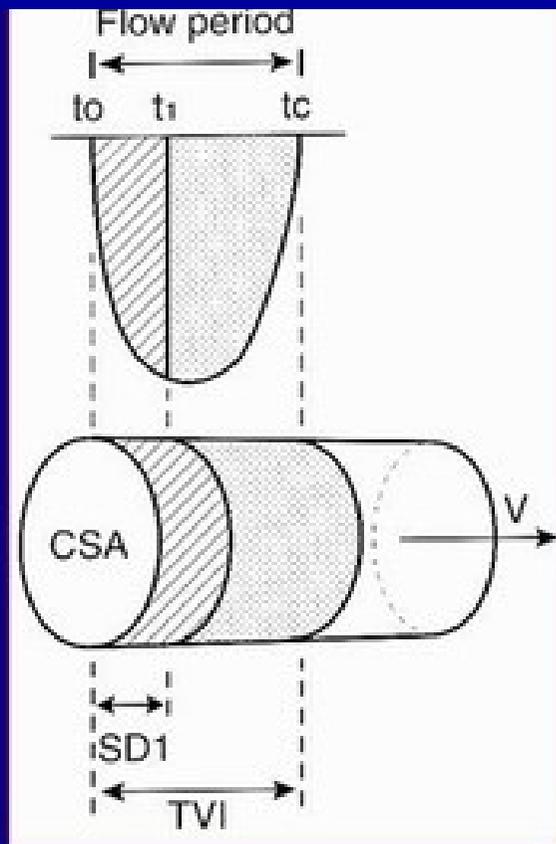
- Легкая: < 25 мл
- Тяжелая: ≥ 60 мл

Значение фракции регургитации

- Нормальная (физиологическая): $< 20\%$
- Легкая регургитация: 20-30%
- Умеренная регургитация: 30-50%
- Тяжелая регургитация: $> 50\%$

Объем регургитации / Площадь эффективного регургитирующего отверстия (ЭРО)

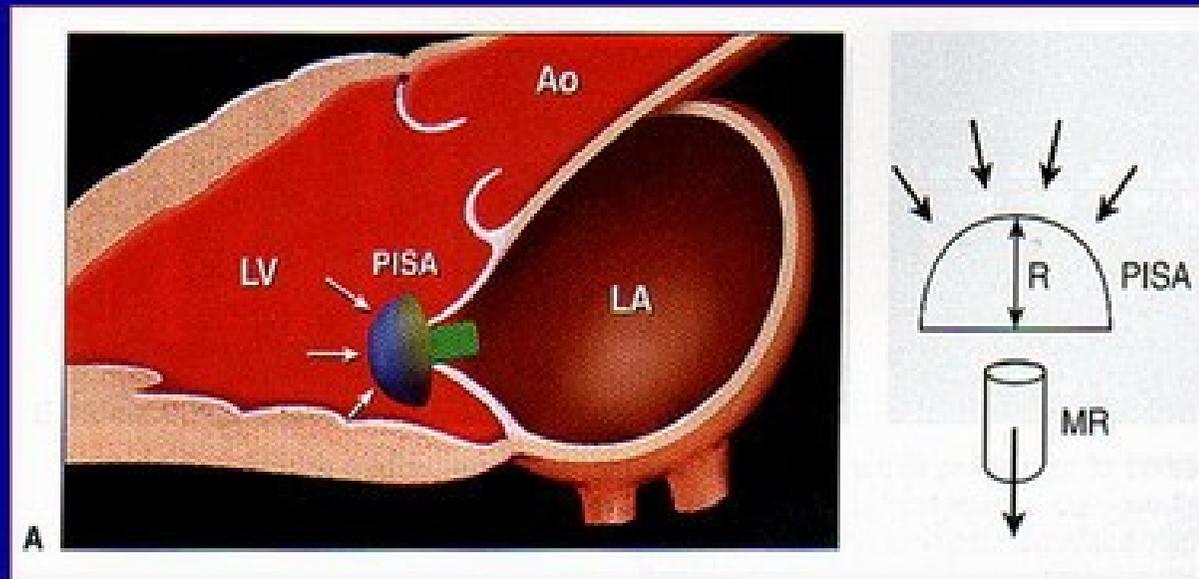
- Регургитирующий объем = площадь эффективного регургитирующего отверстия (ПЭРО) x интеграл времени-скорости регургитации (VTI)



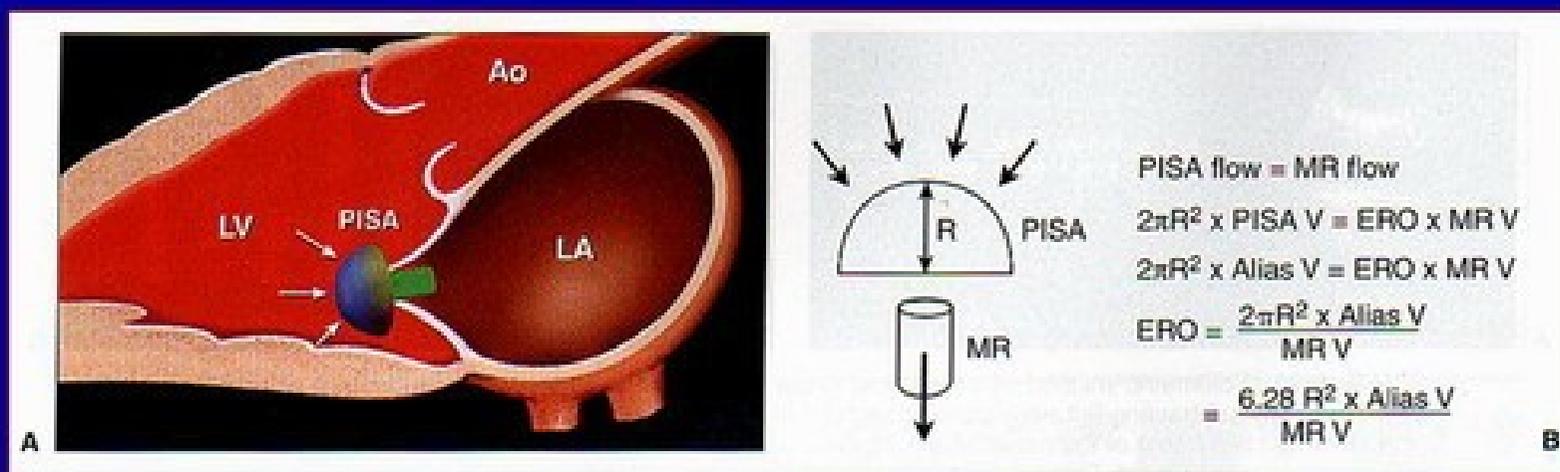
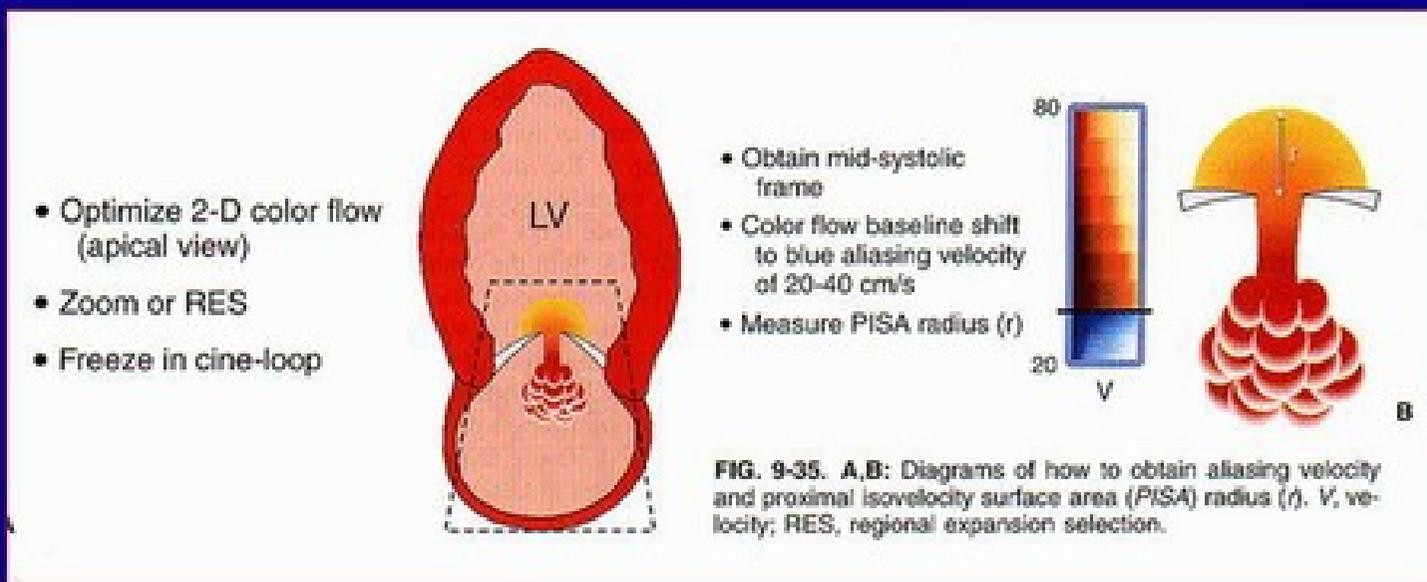
$$\text{ПЭРО} = \frac{\text{Объем регургитации}}{\text{VTI регургитации}}$$

Площадь проксимального изоскоростного потока (PISA)

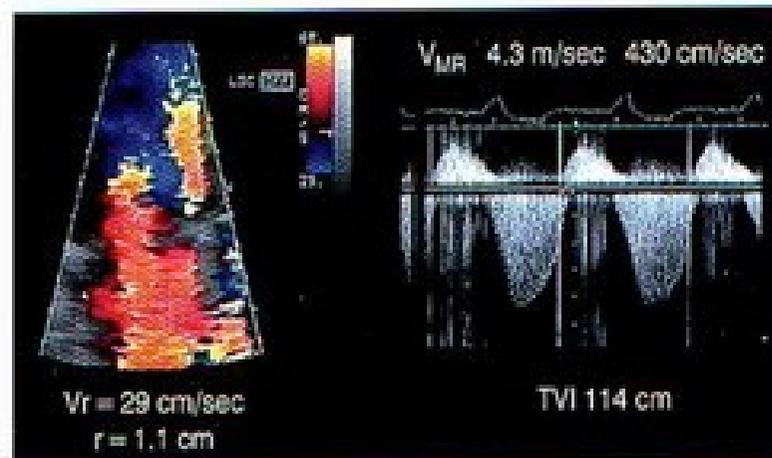
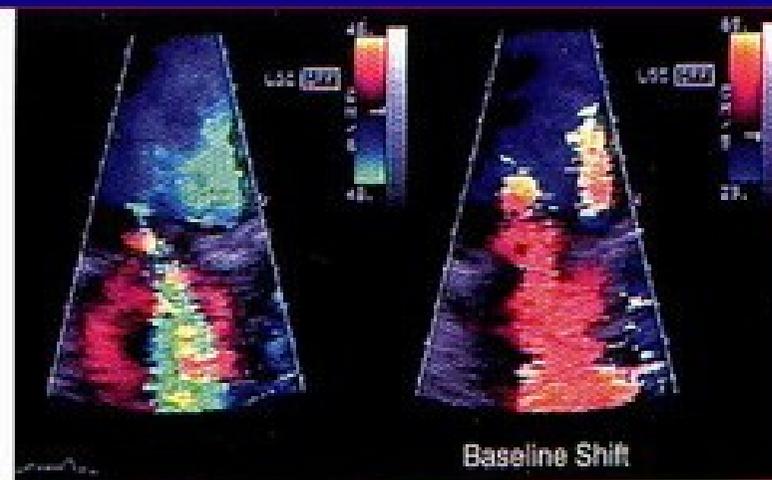
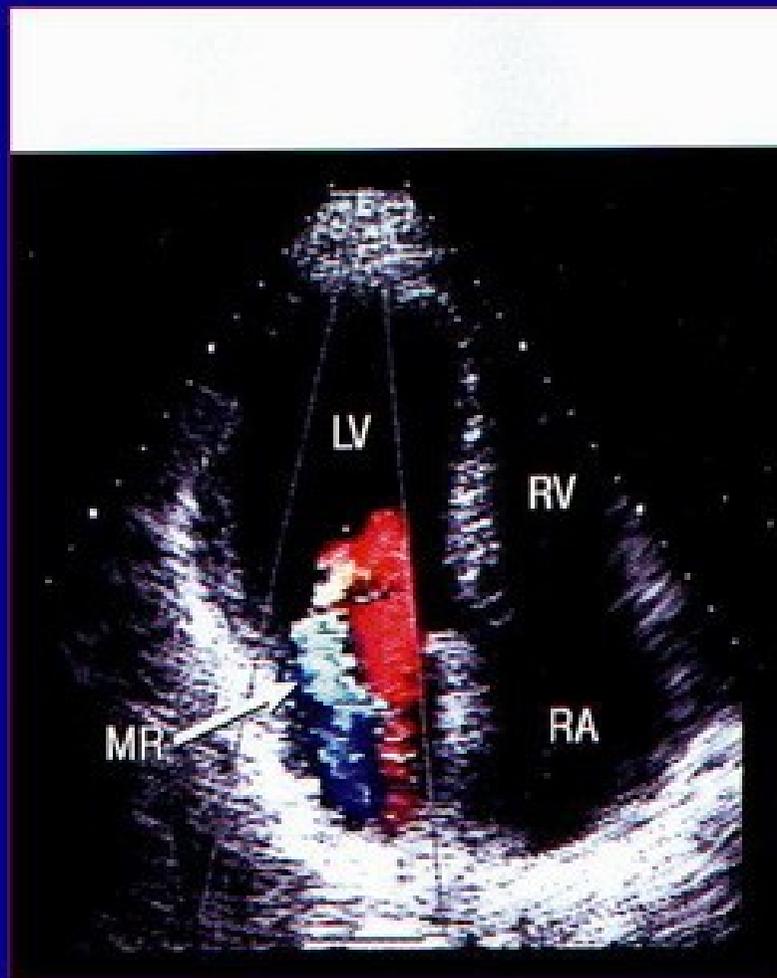
- По мере собирания крови у отверстия, скорость ее повышается с образованием множественных гемисфер изоскоростных потоков
- Непрерывность потока подразумевает, что размер площади гемисфер должен быть равен потоку через регургитирующее отверстие



Площадь эффективного регургитирующего отверстия: PISA



Площадь эффективного регургитирующего отверстия: PISA

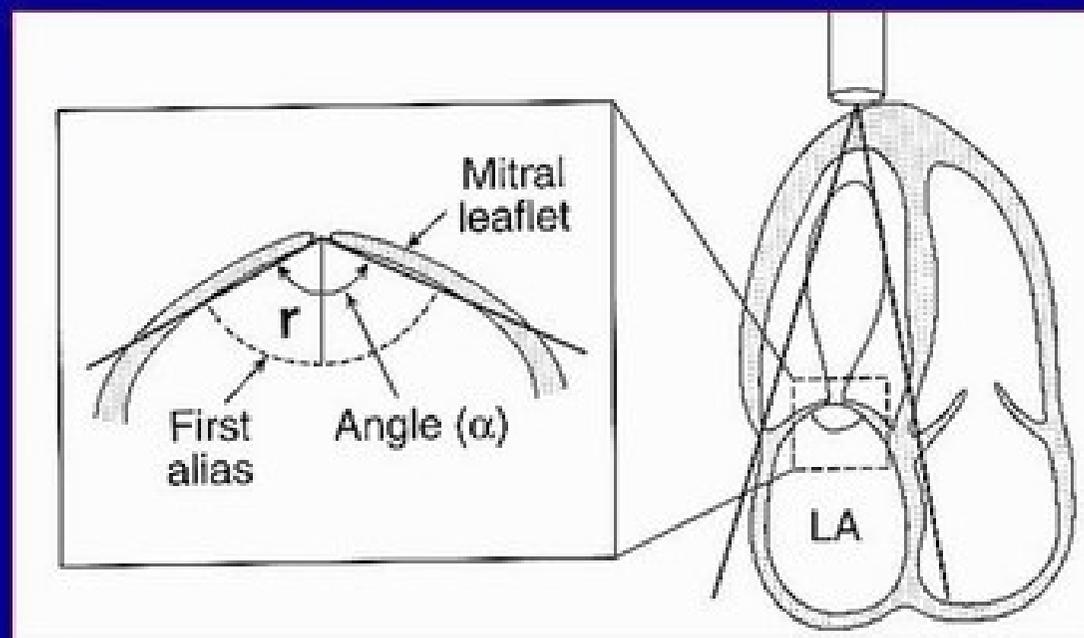


Преимущества PISA

- Может использоваться при наличии митрального стеноза
- Может использоваться при наличии аортальной регургитации
- Может использоваться во время ЧПЭхоКГ

Ограничения PISA

Эффект угла поверхности при расчете PISA при митральном стенозе – коррекция с помощью фактора $\alpha/180$



Ограничения и погрешности PISA

- Сложно точно указать точную площадь регургитирующего отверстия (трудно измерить радиус)
- Расчет только мгновенного потока, а не общего регургитирующего потока

Ограничения и погрешности PISA

- Может быть ненадежным для количественной оценки, однако наличие PISA всегда указывает на по меньшей мере умеренную регургитацию
- Относительно менее общепризнан по сравнению с другими методами

Степени митральной регургитации

Показатель	Длина струи	Объем	Фракция	ЭРО
Легкая	1,5-3 см	<25 мл	20-30%	< 10 мм ²
Умеренная	3-4,5 см	25 – 59 мл	30-50%	10-35 мм ²
Тяжелая	>4,5 см	≥60 мл	>50%	>35-50 мм ²

* Vena contracta > 5 мм

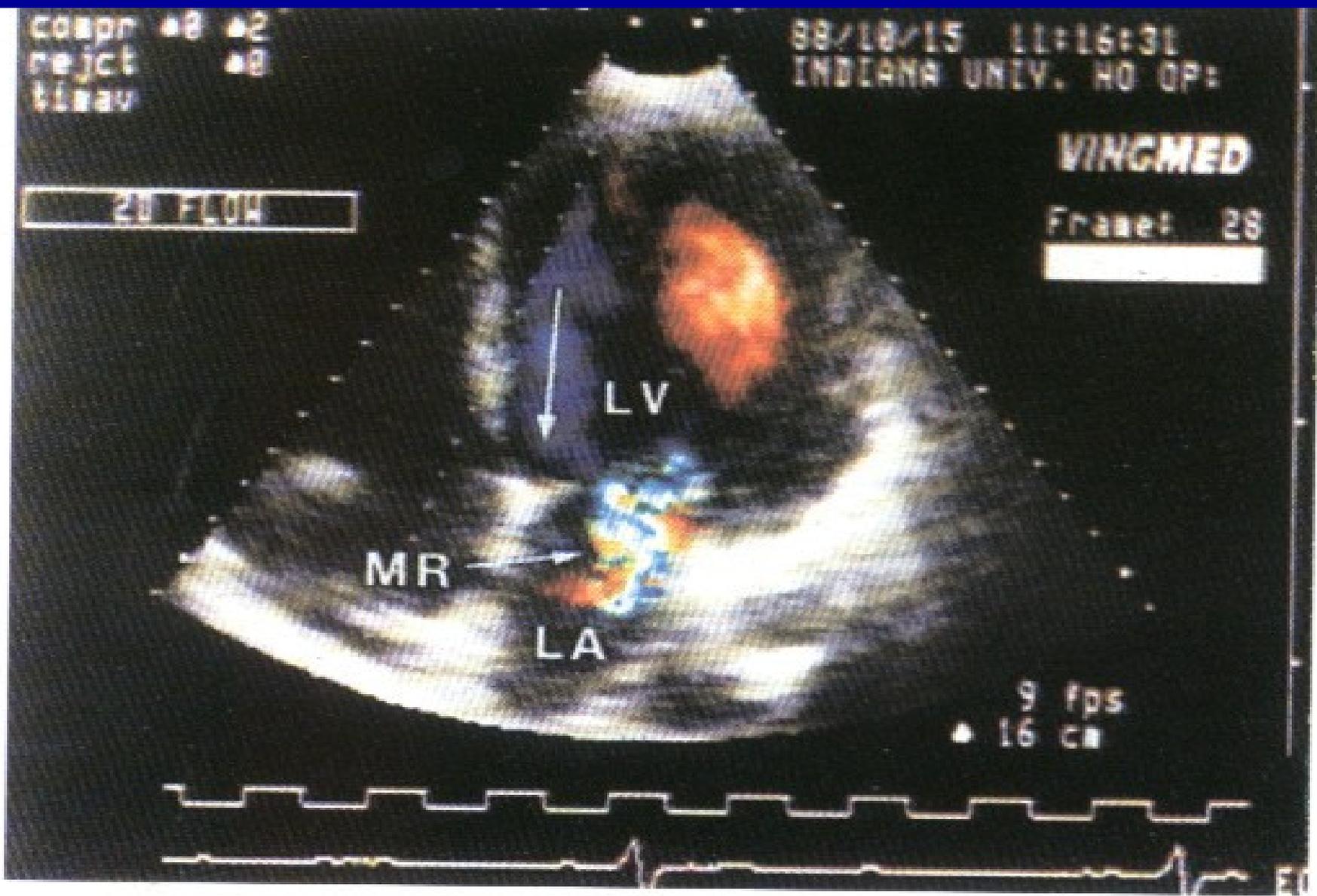
covpr 48 42
re jct 48
timev

88/10/15 11:16:31
INDIANA UNIV. HO OP:

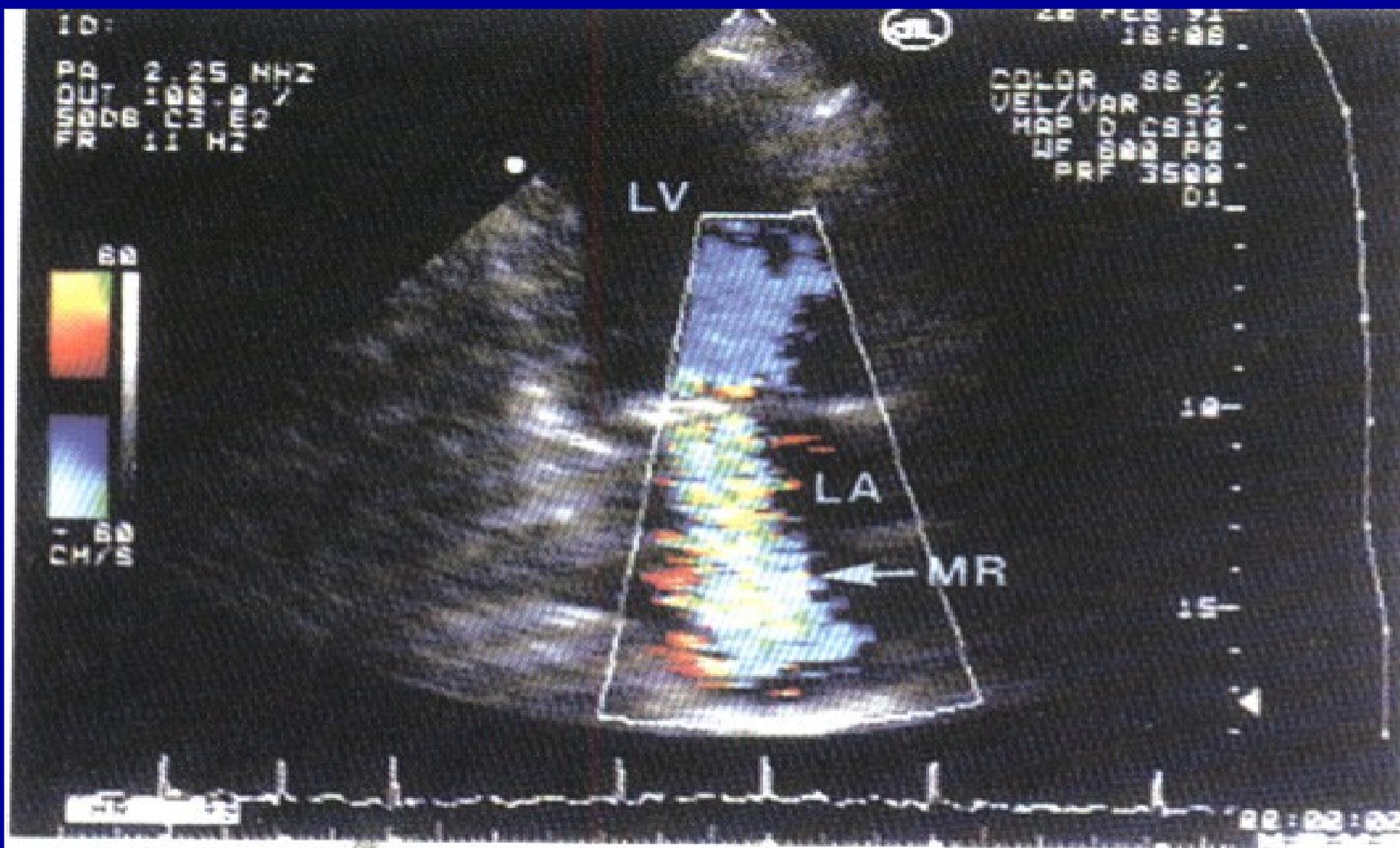
VINGMED

Frame: 28

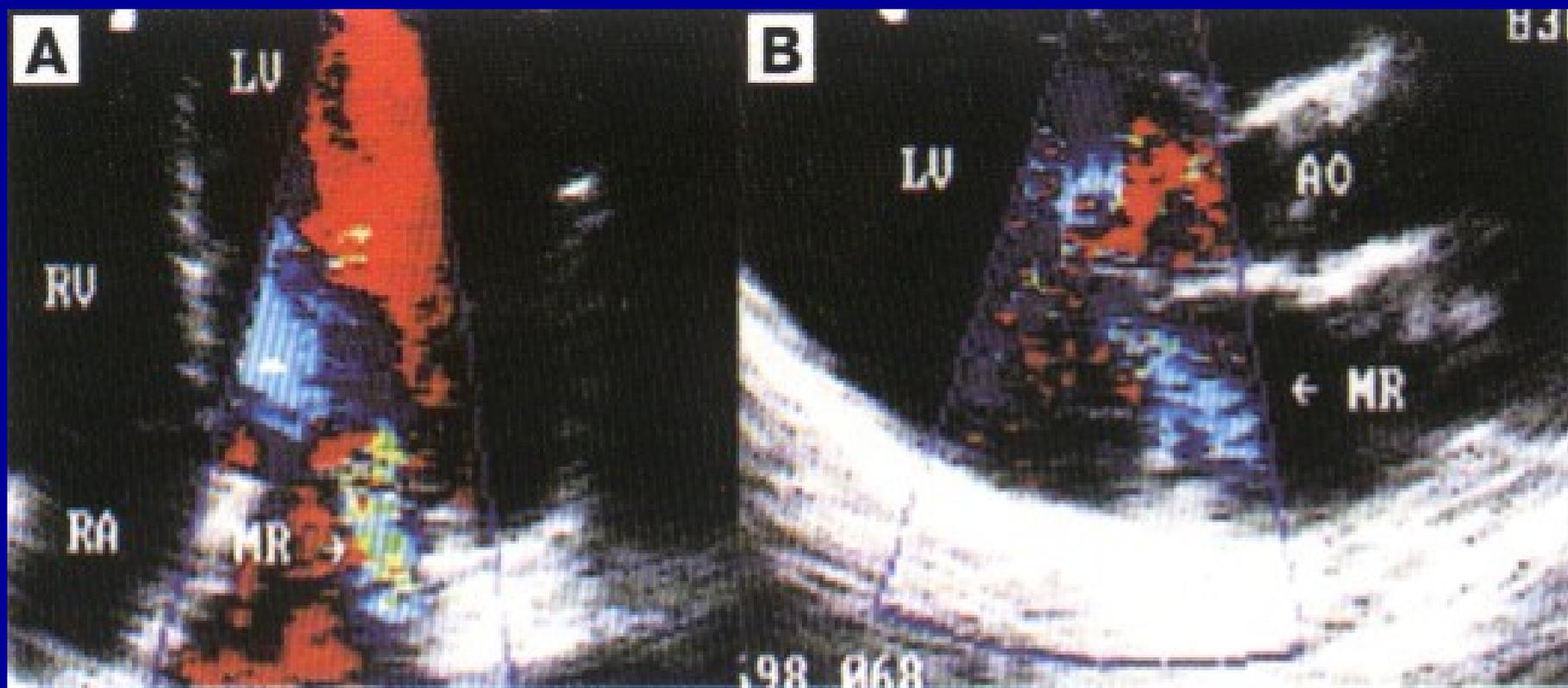
20 FLU4



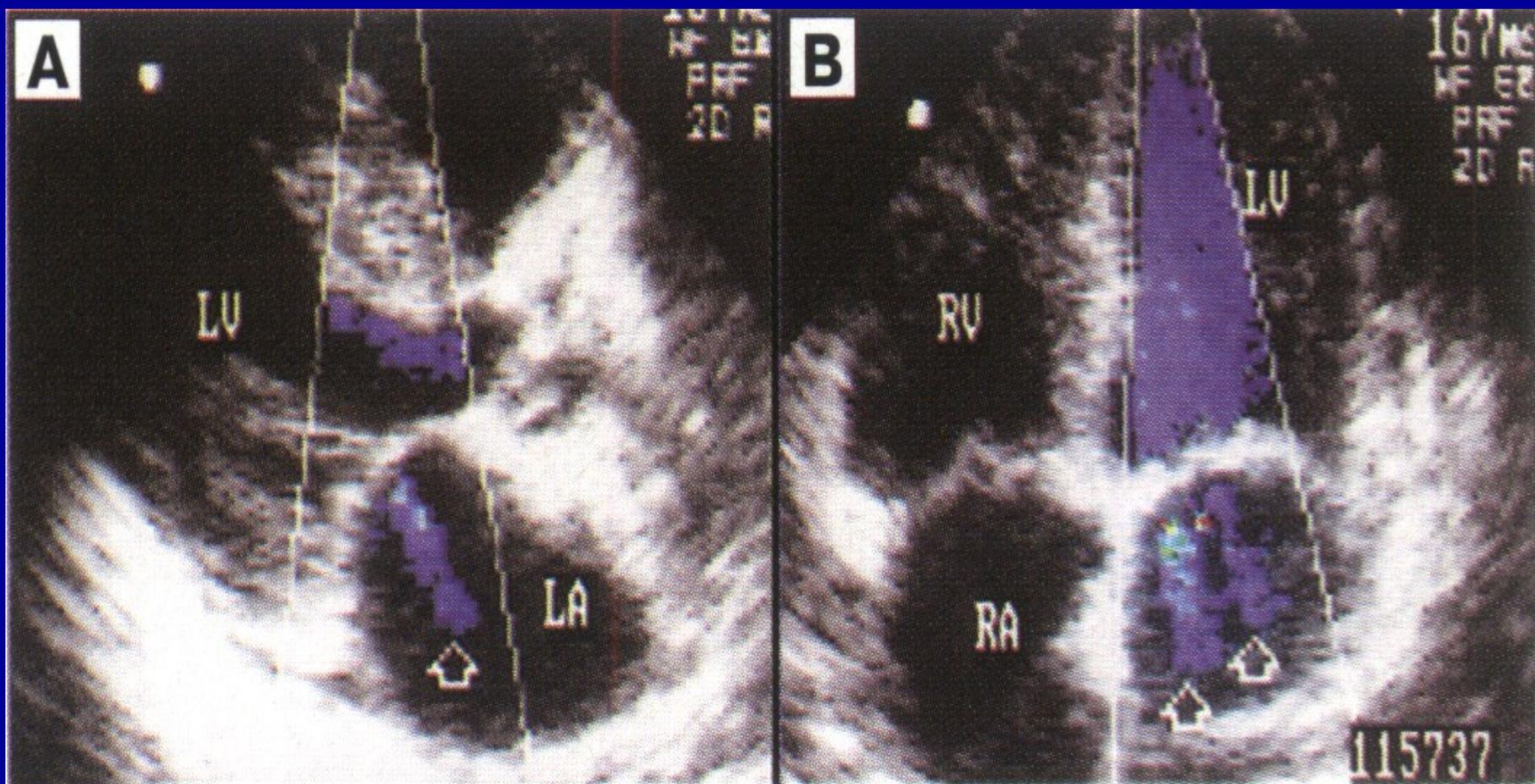
Цветовое доплеровское картирование при митральной регургитации. Наблюдается поступающий в левое предсердие (LA) многоцветный поток регургитации (MR). LV – левый желудочек.



Цветовое доплеровское картирование (апикальная двухкамерная позиция) при митральной регургитации. Допплеровская струя показана вариантным методом, который создает многоцветное изображение с несколько зеленоватым оттенком струи (MR) в полости левого предсердия (LA). LV – левый желудочек.



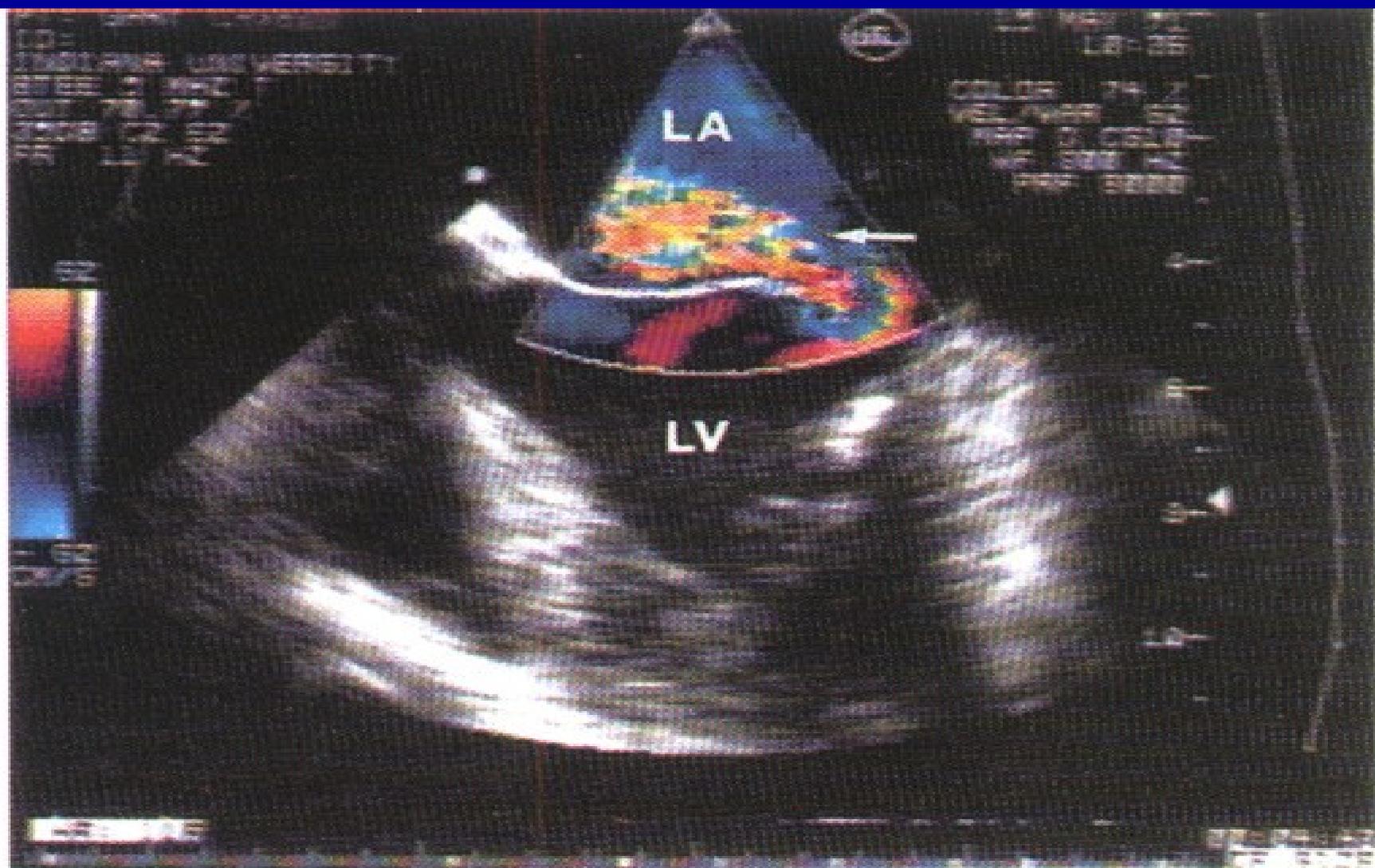
Цветовое доплеровское картирование при митральной регургитации. При исследовании в четырехкамерной позиции (А) поток митральной регургитации (MR) направлен параллельно ультразвуковому лучу, и регистрируется высокоскоростной турбулентный поток. Тот же самый поток в парастеральной позиции (В) наблюдается как синий низкоскоростной поток регургитации (MR), поскольку струя расположена более перпендикулярно к ультразвуковому лучу.



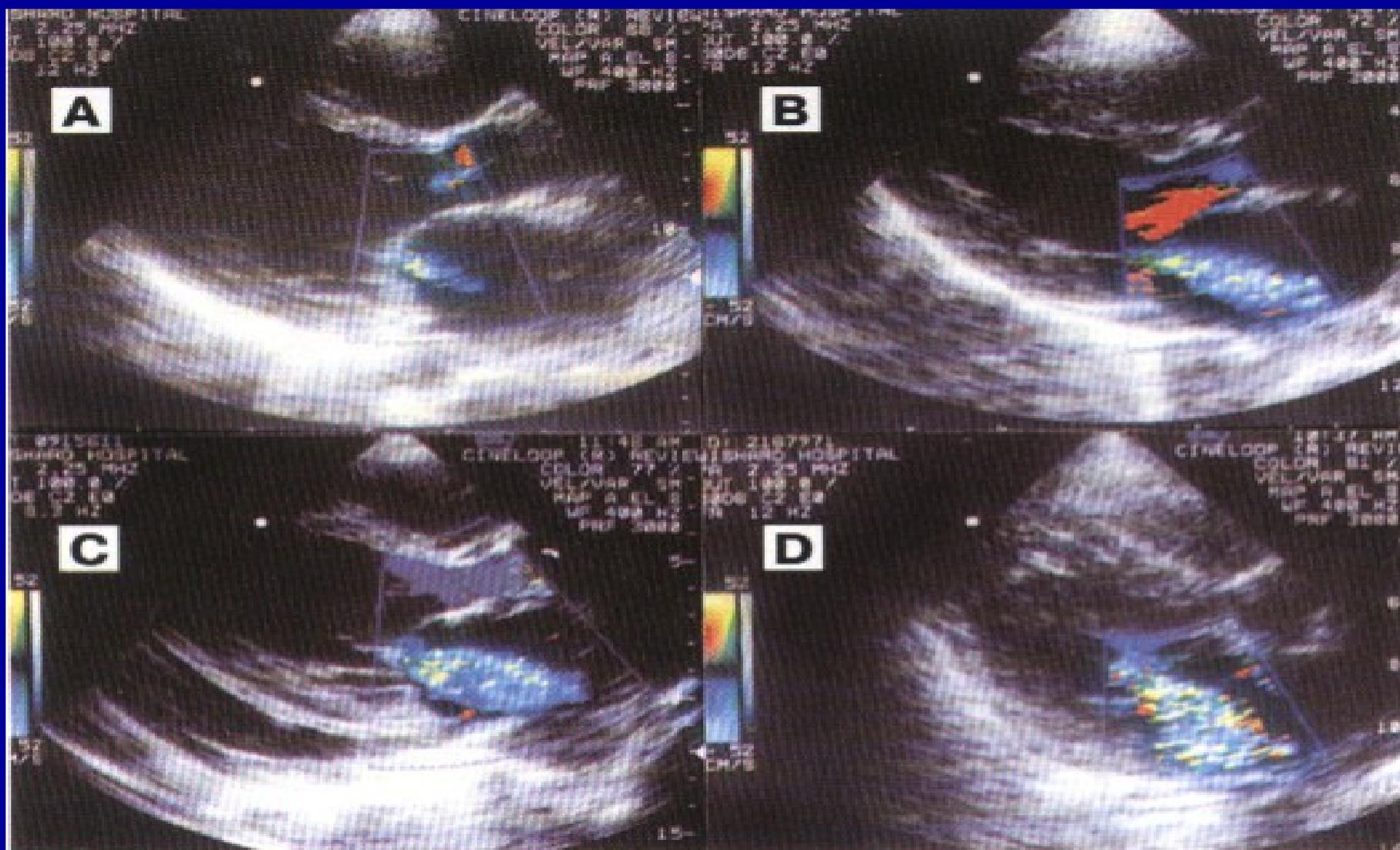
Цветовое доплеровское картирование в позиции по длинной оси (А) и четырехкамерной позиции (В) при митральной регургитации. В исследовании по длинной оси струя кажется единственной, тогда как в четырехкамерной позиции регистрируются две струи регургитации (стрелки). LV – левый желудо-



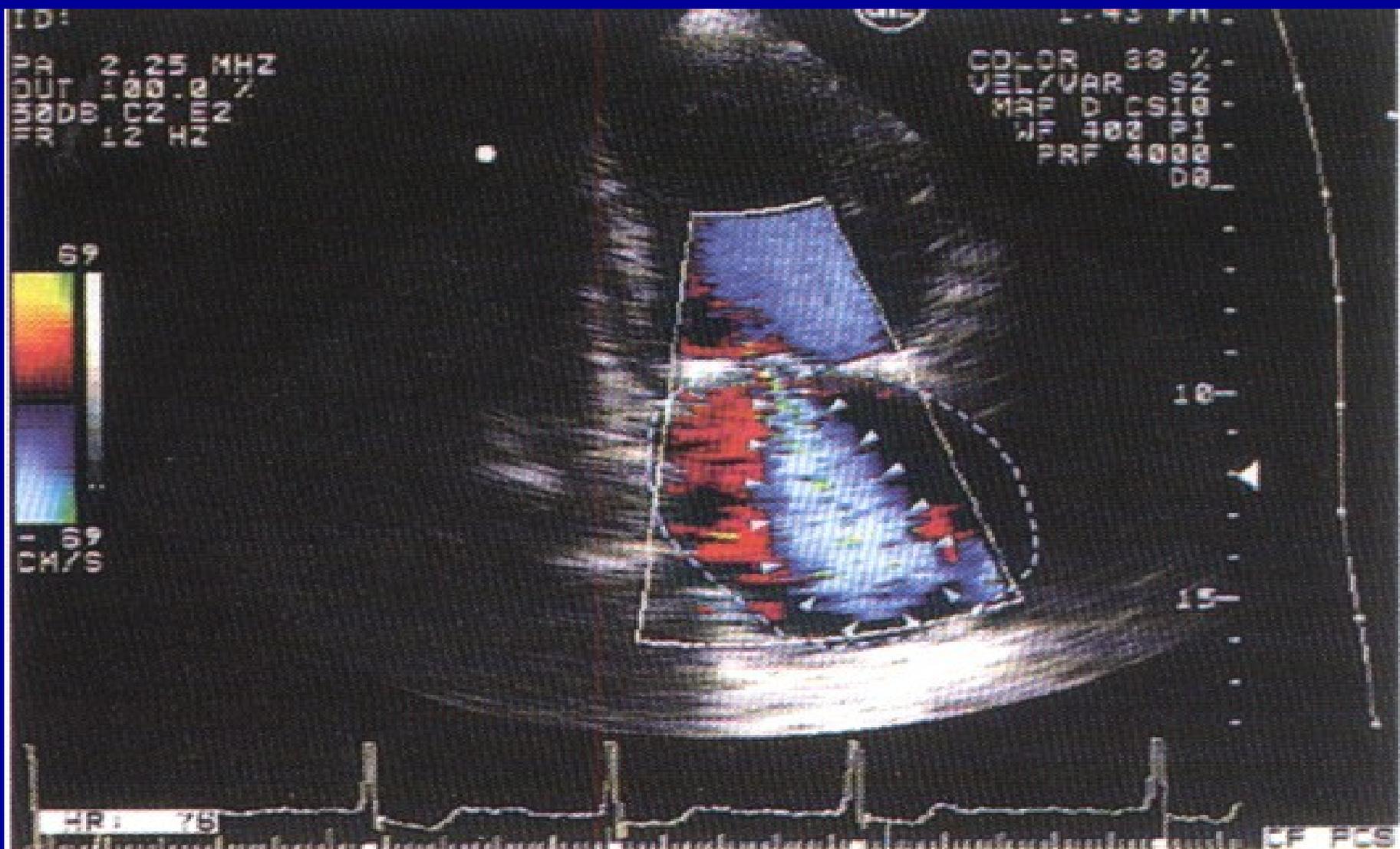
Чреспищеводное цветное доплеровское картирование при митральной регургитации. Наблюдается многоцветный высокоскоростной с наложением спектров (aliasing) поток регургитации (MR), проходящий в левое предсердие (LA).



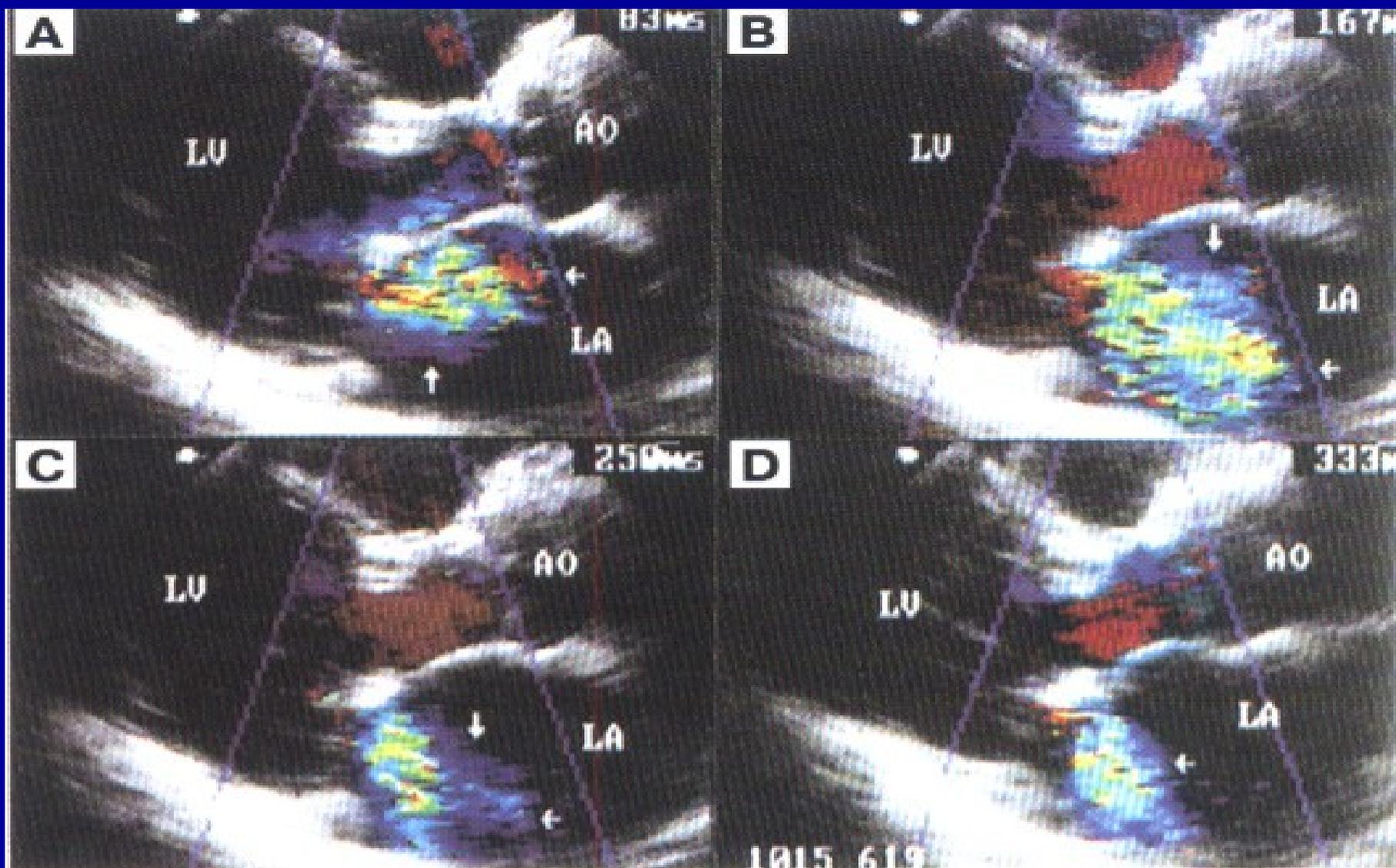
Чреспищеводная эхокардиограмма пациента с эксцентричным потоком митральной регургитации (стрелка), поступающим в левое предсердие (LA). LV – левый желудочек. (Изображение воспроизведено по видеозаписи, а не зарегистрировано напрямую в цифровой форме. – Прим. ред.)



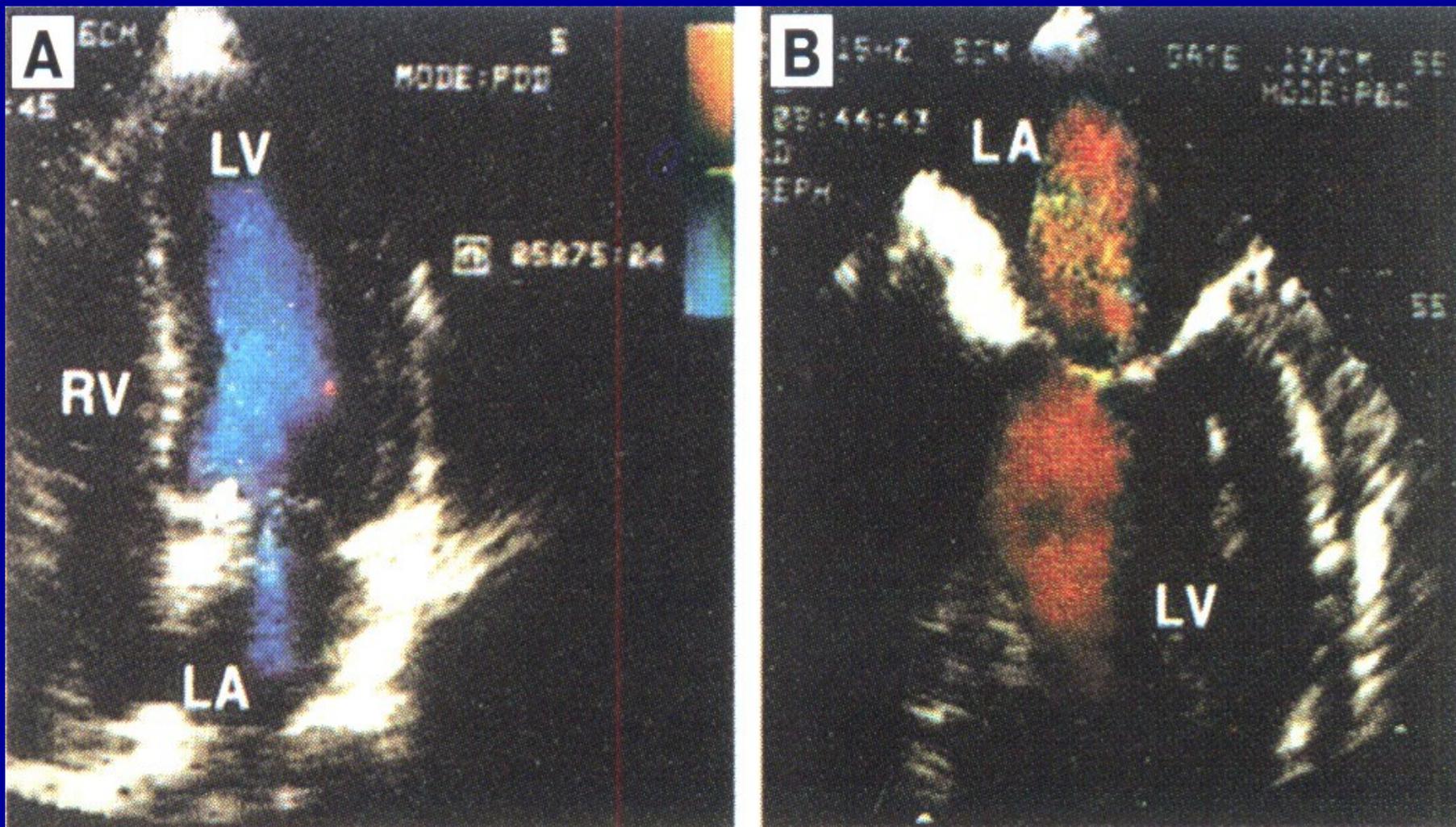
Цветовое доплеровское картирование четырех пациентов с различными степенями митральной регургитации: А — незначительной, В и С — умеренной, D — тяжелой. Существует определенная взаимосвязь между размером струи регургитации и ее значимостью.



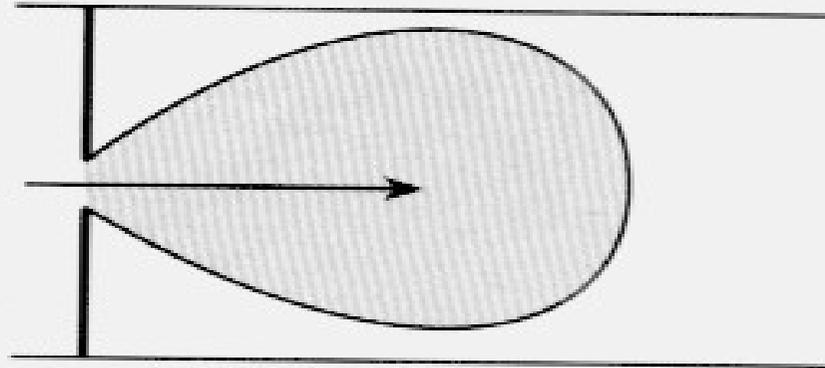
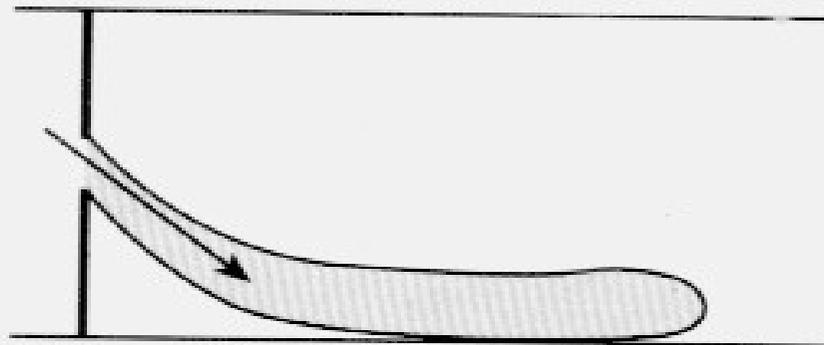
Демонстрация возможности оценки тяжести митральной регургитации с помощью цветового доплеровского картирования. Рассматривается отношение площади струи регургитации (треугольнички) к общей площади, занимаемой на эхокардиограмме левым предсердием (пунктирная линия).



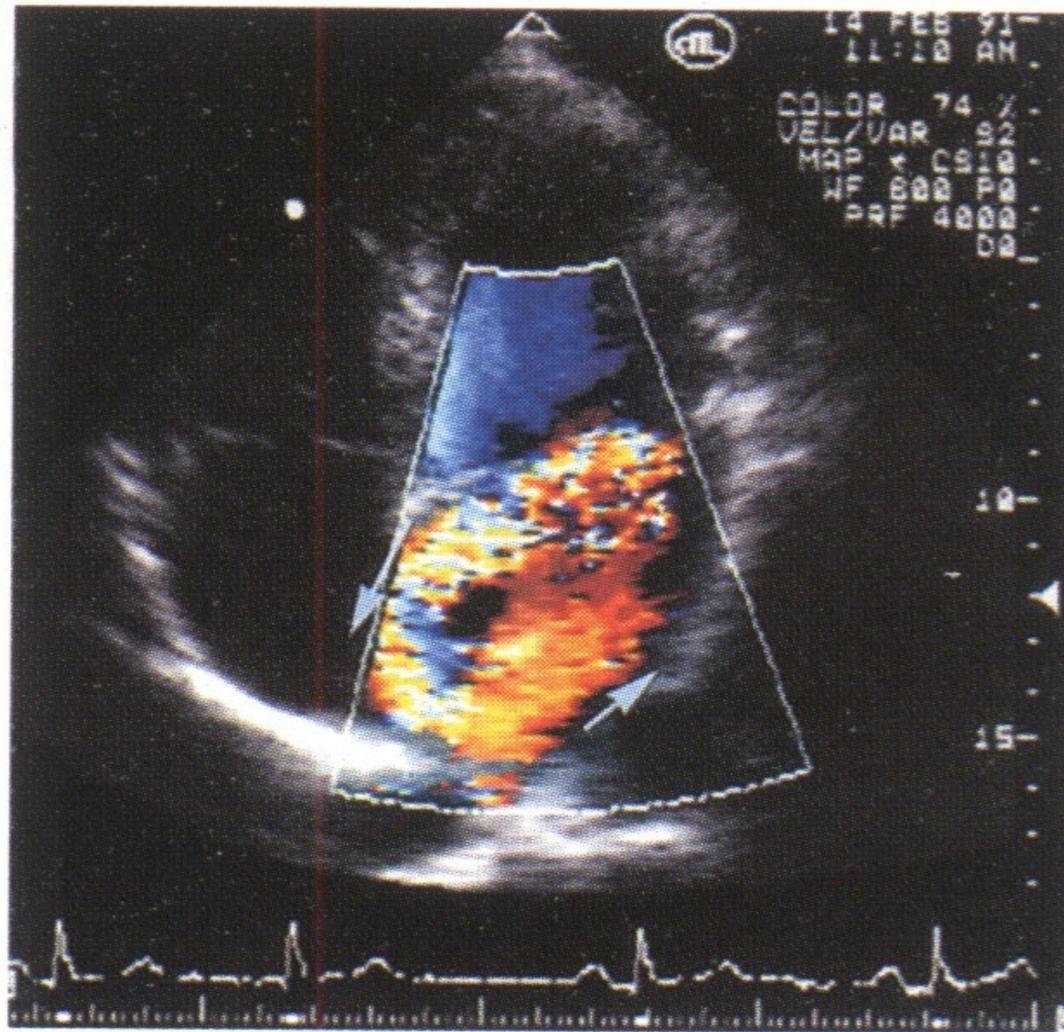
Цветовые доплеровские эхокардиограммы струи митральной регургитации в различные моменты сердечного цикла. Хотя все четыре изображения получены в систолу, размер и форма струи (стрелки) варьируют.



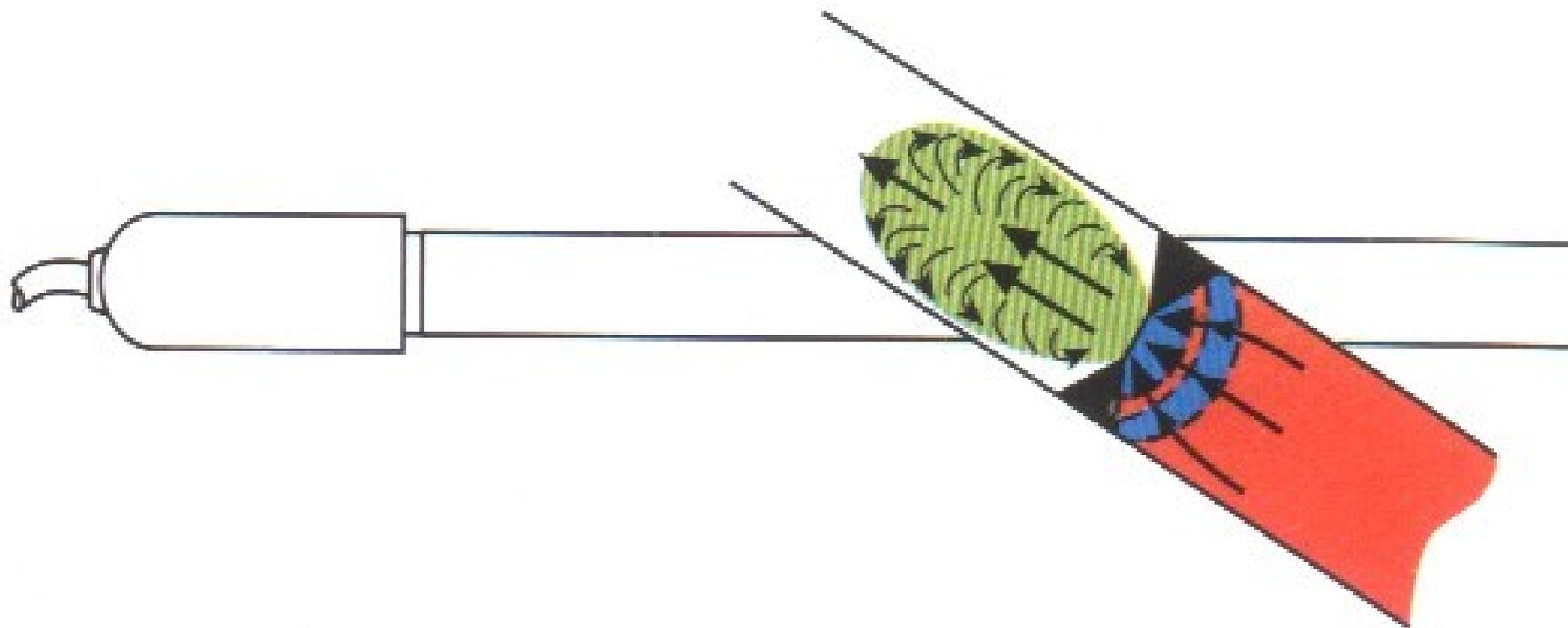
Трансторакальная (А) и чреспищеводная (В) эхокардиограммы при митральной регургитации. Размер струи значительно больше при чреспищеводном исследовании, чем при трансторакальном.

A**B**

Схема, показывающая, как размер струи регургитации зависит от взаимного расположения струи и камеры, в которую она распространяется. Струя, направленная в центр камеры, будет иметь на эхограмме большую площадь (А), чем та, которая направлена вдоль стенки (В). (Из геометрических соображений очевидно, что в другой проекции площадь струи может быть больше. — Прим. перев.)



Четырехкамерная позиция, цветное доплеровское картирование пациента с эксцентричной струей митральной регургитации. Струя направлена вдоль межпредсердной перегородки (стрелка вниз) и затем делает круг и возвращается назад в левый желудочек (стрелка вверх).



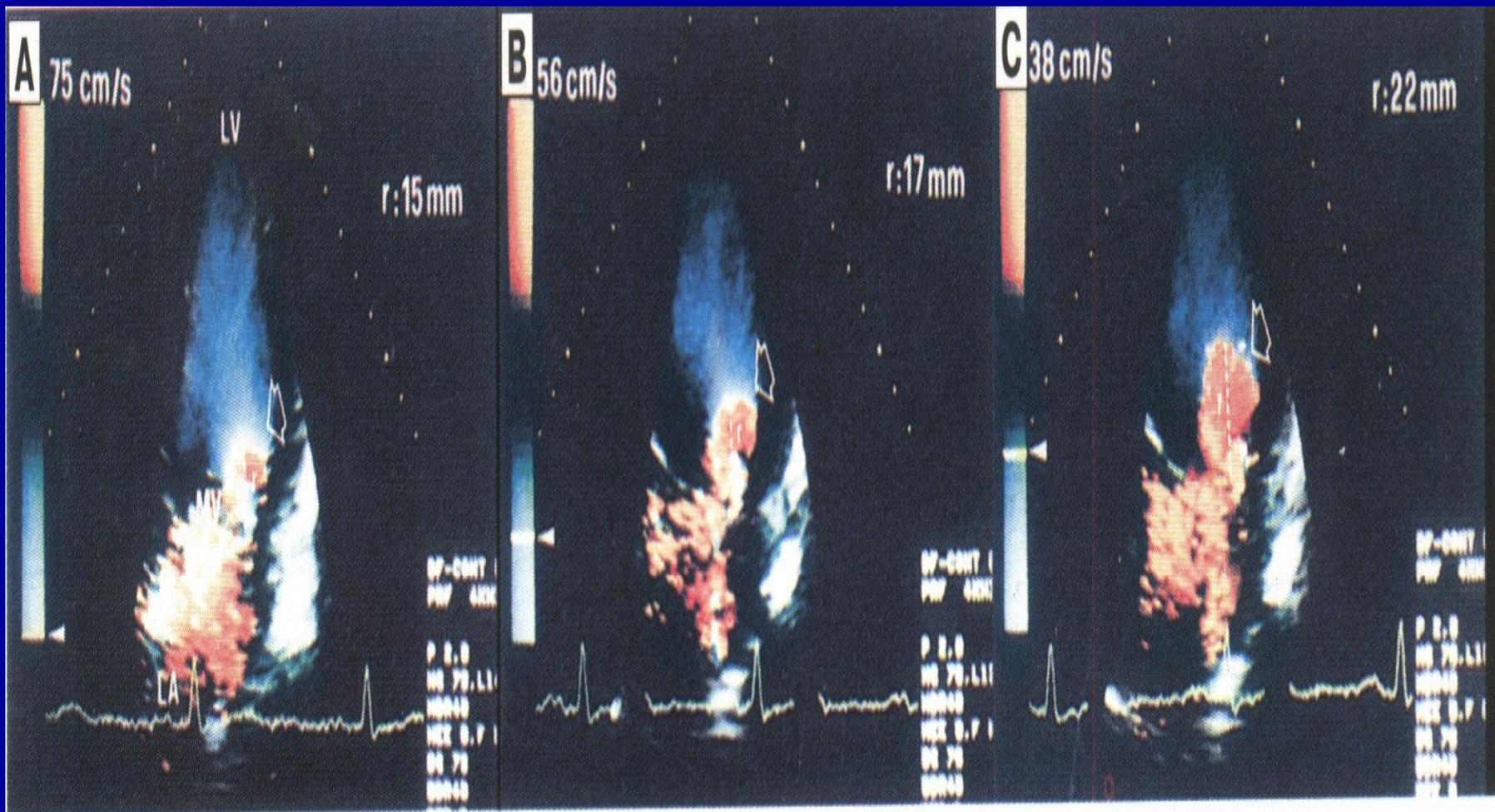
Схема, показывающая принцип ускорения проксимального потока. Кровь, протекающая через суженное отверстие, ускоряется. Поскольку цветовое доплеровское картирование — это импульсный метод, и наложение спектров (aliasing) возникает при относительно низкой скорости, то из-за увеличения скорости потока меняется его цвет около отверстия. Наложение спектров приводит к появлению последовательности концентрических цветовых колец около суженного отверстия.



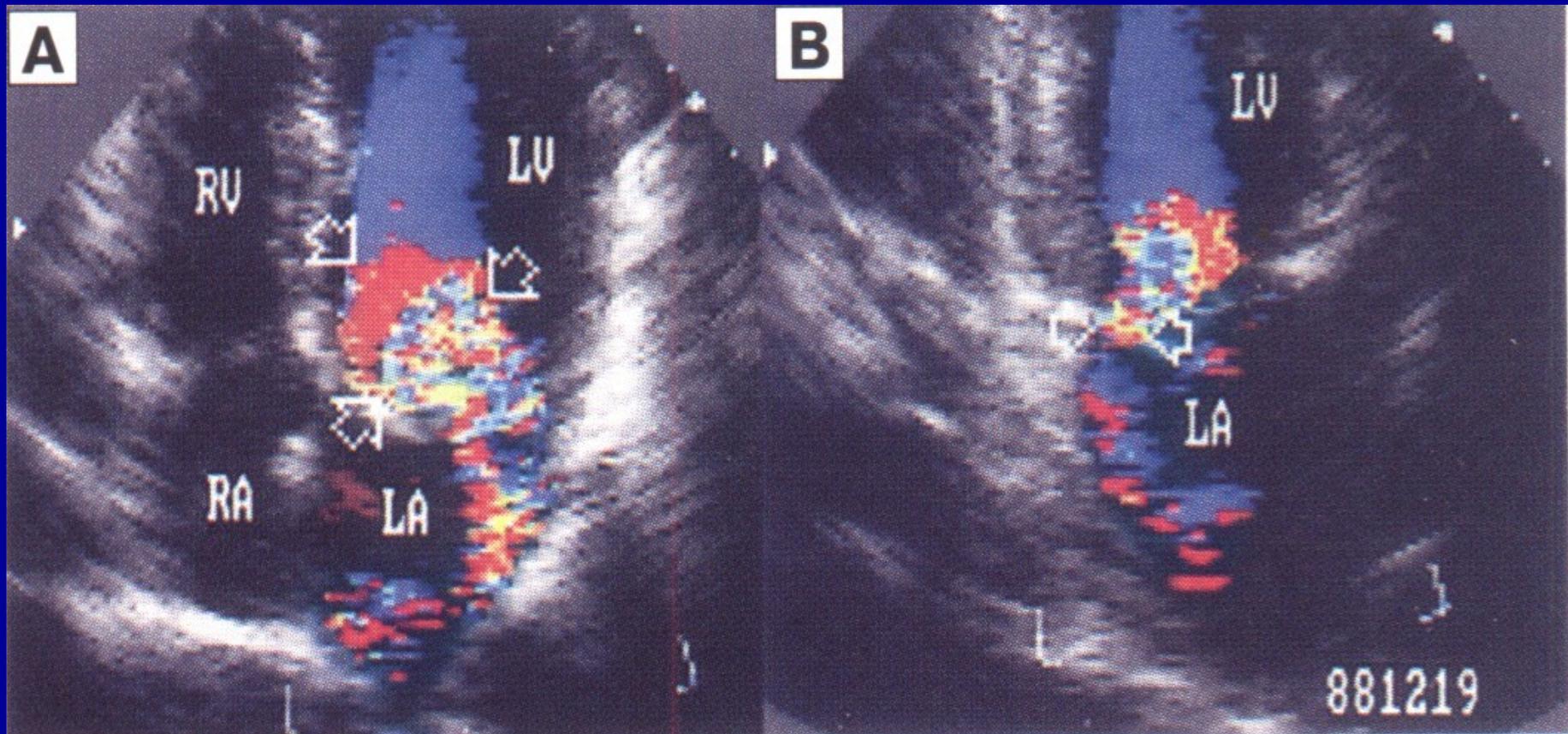
$$PISA = \text{площадь } S = 2\pi r^2$$

$$FR = PISA (\text{см}^2) \times v (\text{см/с})$$

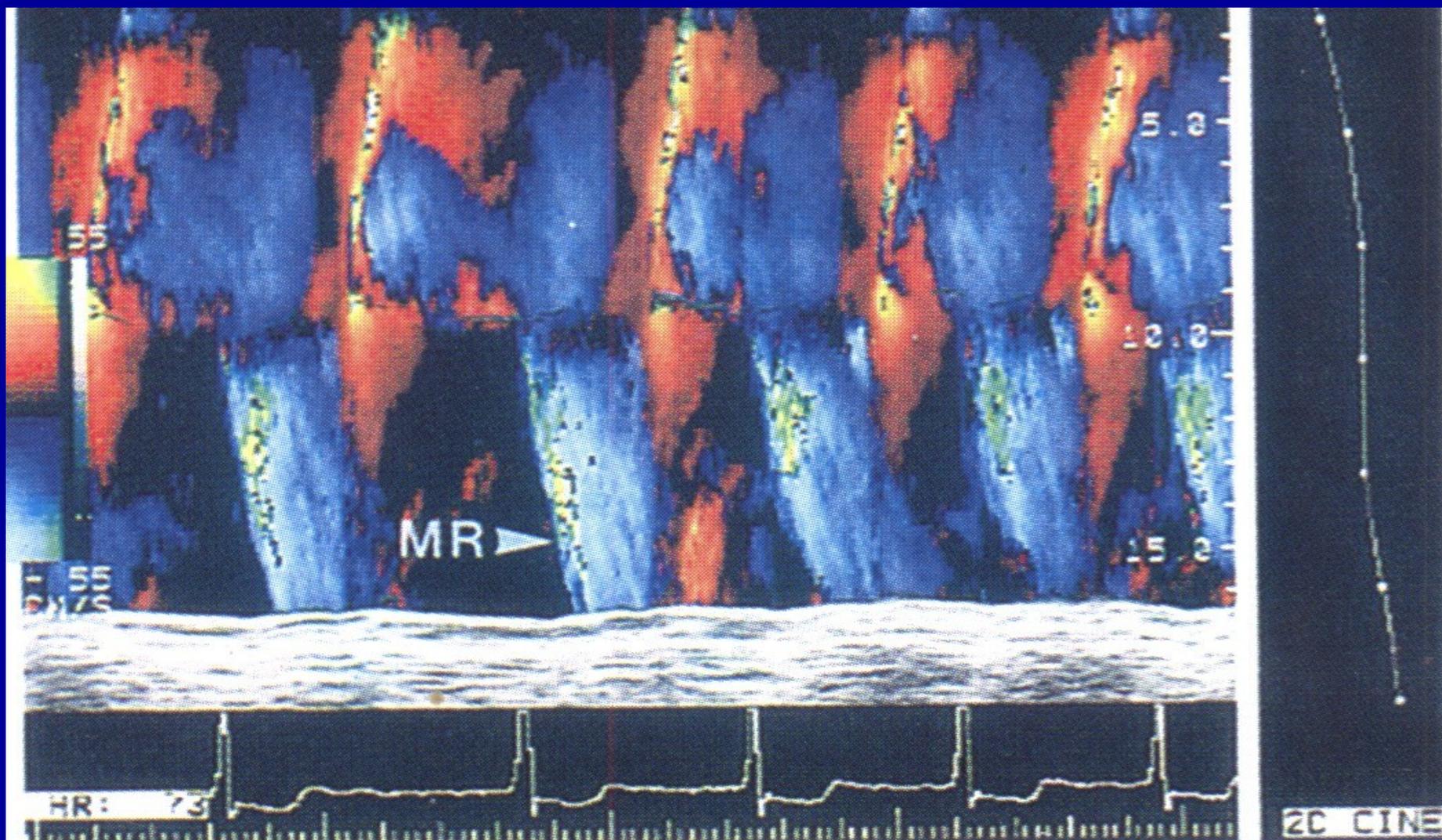
Схема, иллюстрирующая, как можно рассчитать регургитирующий объем через отверстие, основываясь на теории ускорения проксимального потока. $v1 : S1$ — начальная проксимальная площадь изоскоростной поверхности (т.е. поверхности $S1$, в точках которой скорости одинаковы и равны $v1$. — Прим. перев.); $v2 : S2$, $v3 : S3$ — вторая и третья изоскоростные поверхности; r — радиус начальной проксимальной изоскоростной поверхности, отсчитываемый от центра отверстия; PISA — площадь проксимальной изоскоростной поверхности (струи регургитации); FR — объемная скорость кровотока проксимальной струи регургитации.



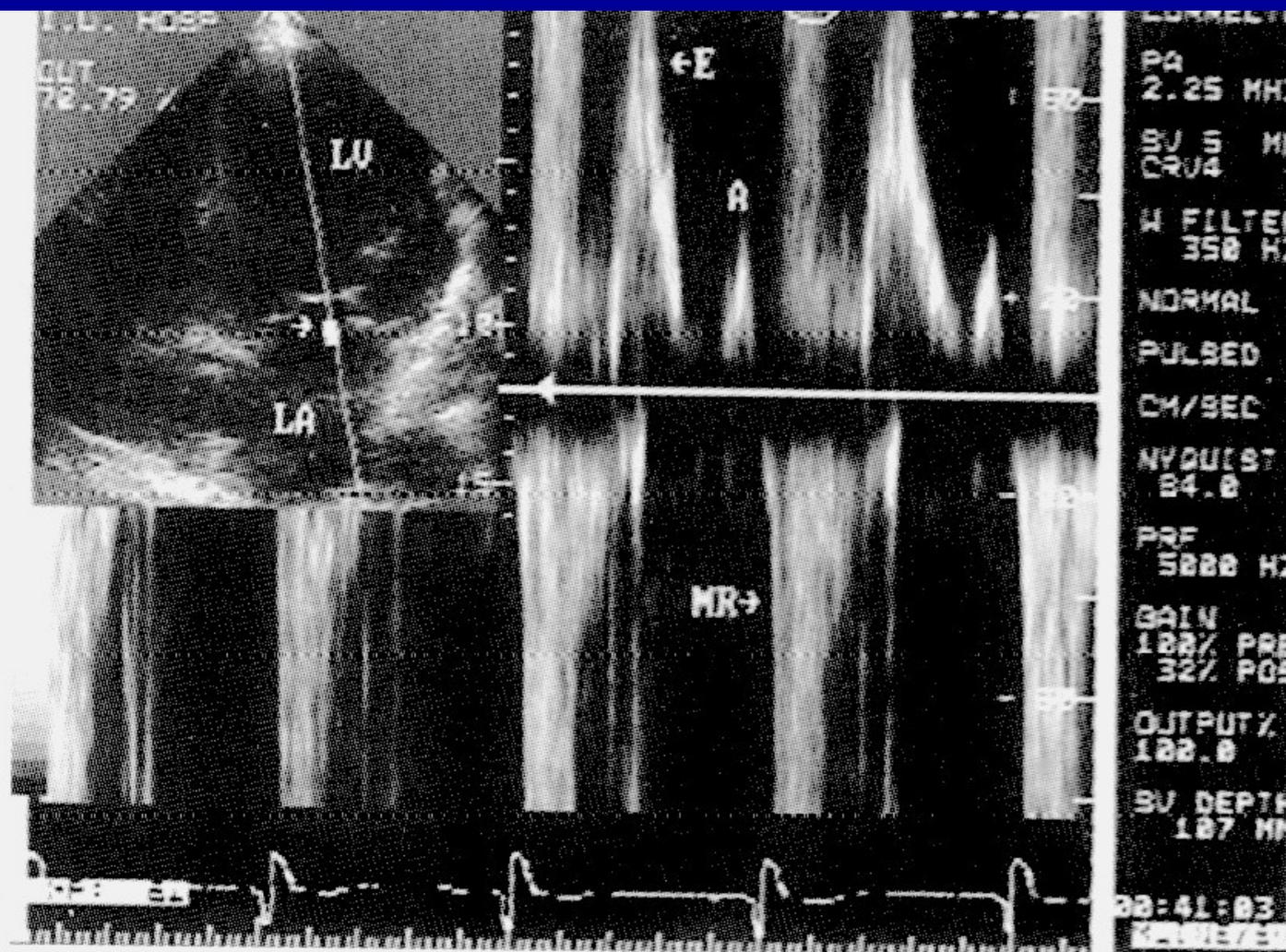
Цветовое доплеровское картирование при различных степенях митральной регургитации показывает, как принцип ускорения проксимального потока может использоваться для оценки степени митральной регургитации (подробности см. в тексте). Стрелка – начальное проксимальное изоскоростное кольцо; r – радиус начального изоскоростного кольца, отсчитываемый от центра митрального отверстия; LV – левый желудочек; MV – митральный клапан; LA – левое предсердие.



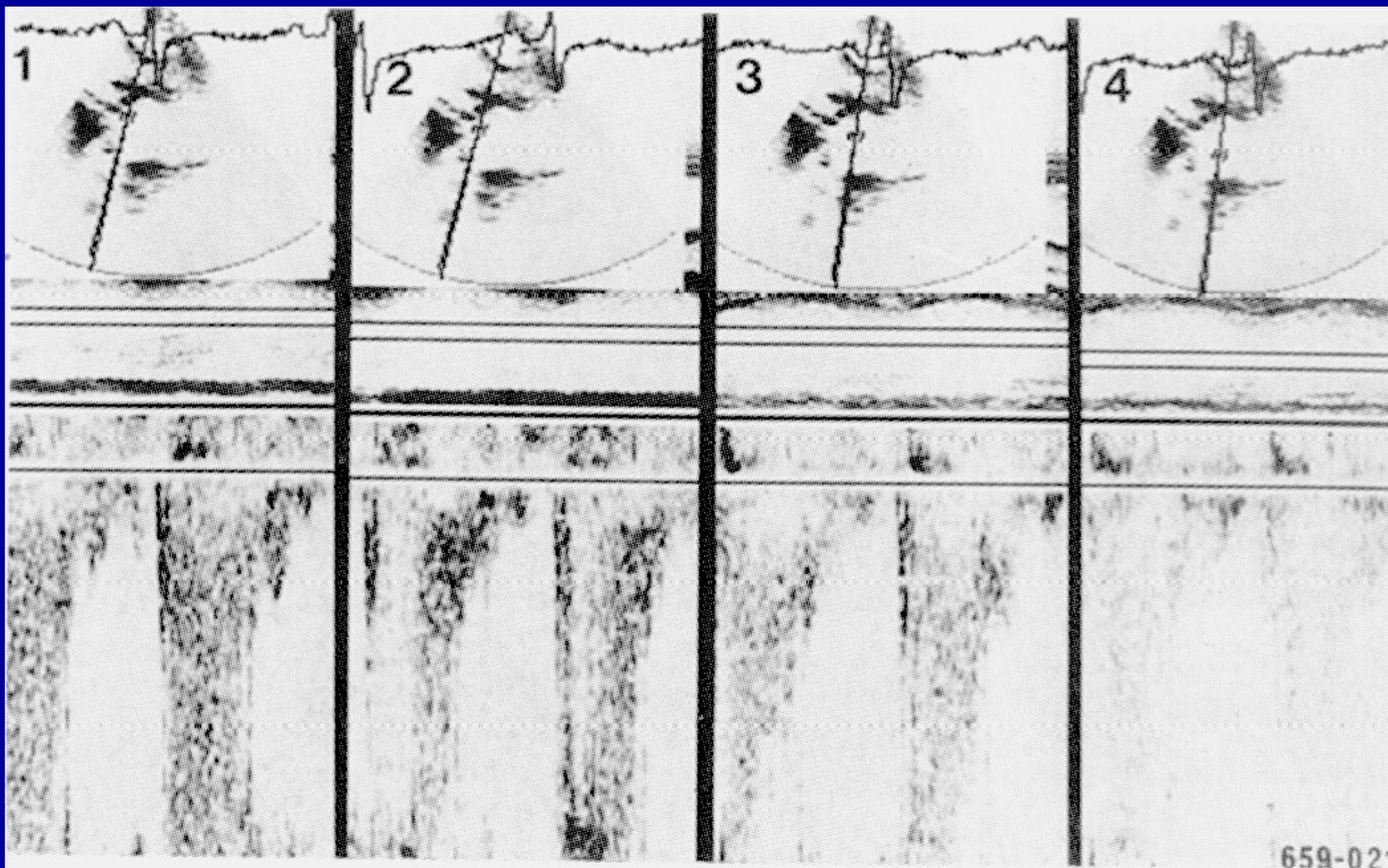
Цветовое доплеровское картирование при тяжелой степени митральной регургитации. Эксцентричная струя, поступающая в полость левого предсердия, относительно мала. А – область ускорения проксимального потока (стрелки) большая и правильно характеризует тяжесть регургитации. В – изображение иллюстрирует, как измерить ширину регургитирующей струи в области отверстия клапана (стрелки).



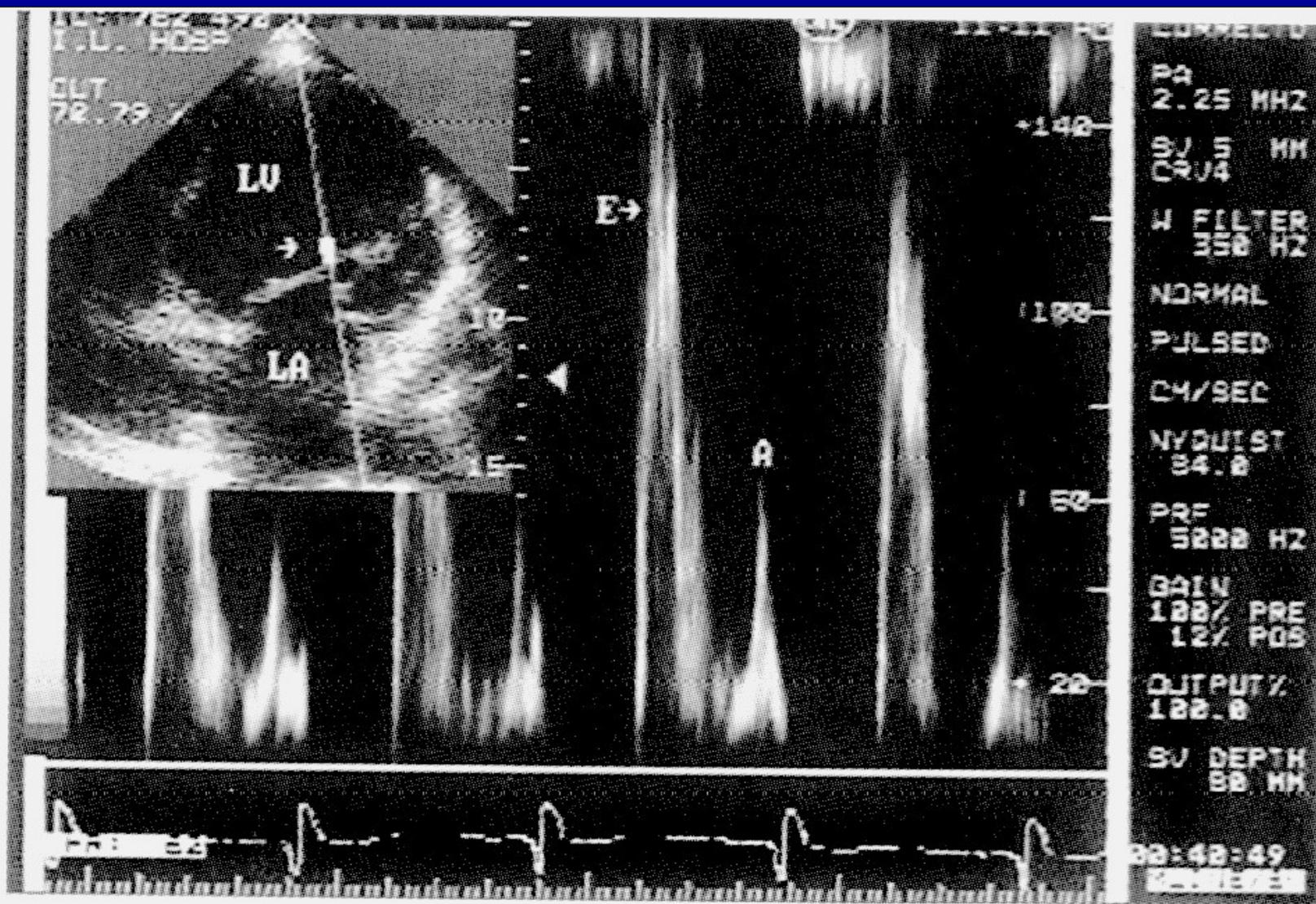
Цветовая М-модальная доплерография (режим М/Q) при митральной регургитации. В систолу струю митральной регургитации (MR) можно видеть перемещающейся назад от датчика. Начальный компонент струи — высокоскоростной и турбулентный. Скорость уменьшается в поздней половине систолы.



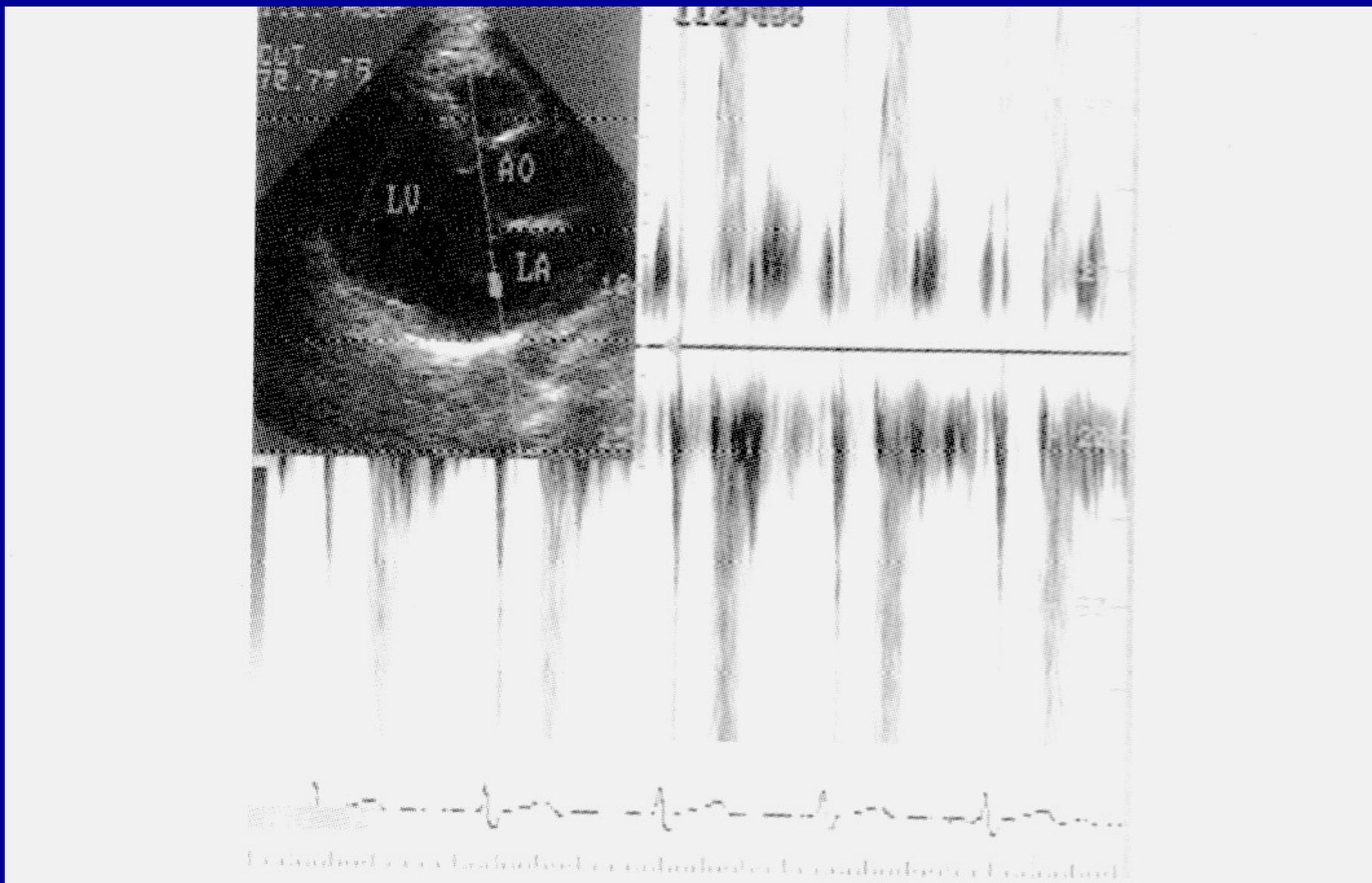
Импульсно-волновая доплерограмма при митральной регургитации. Контрольный объем установлен в полости левого предсердия (LA) и показывает высокую скорость и турбулентность струи митральной регургитации (MR), о чем свидетельствует наложение спектров. LV — левый желудочек.



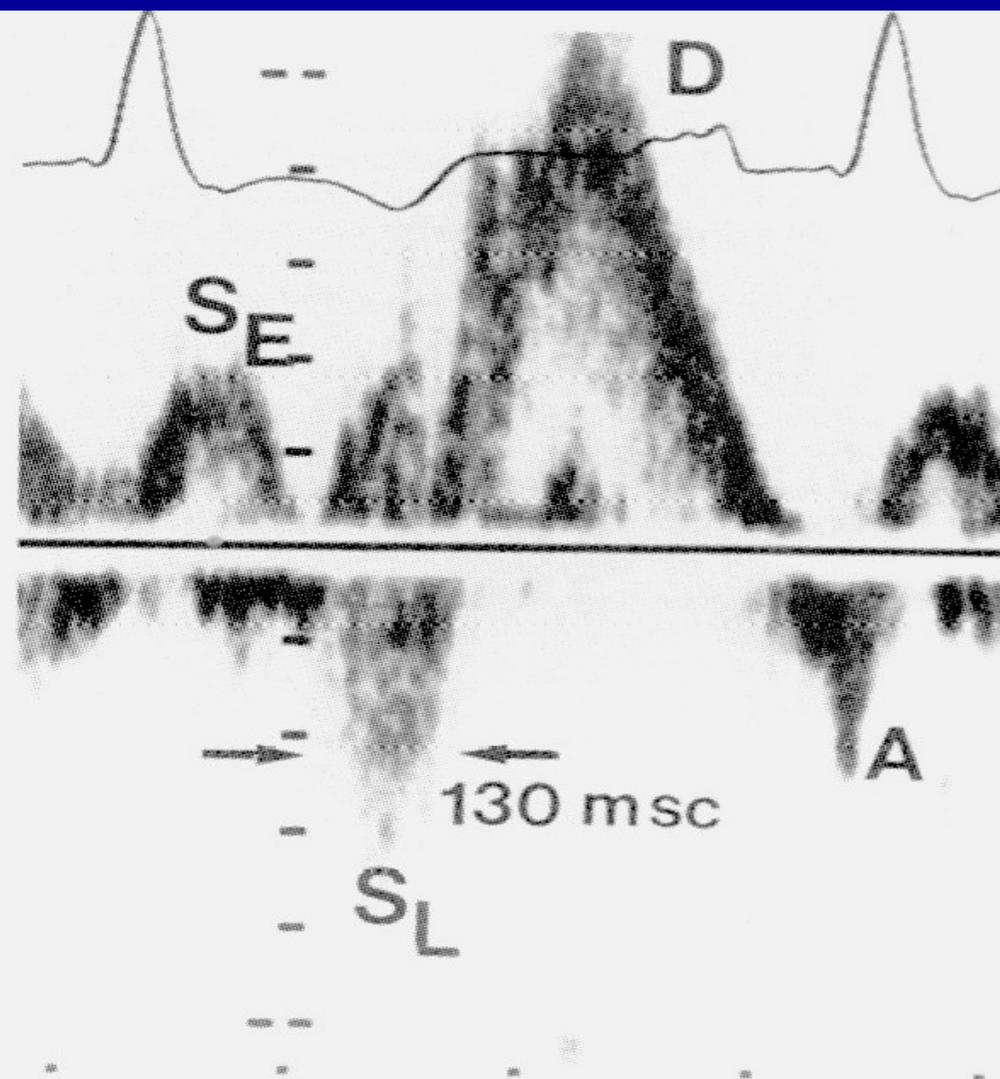
Серия последовательных доплерограмм, показывающих картирование митральной регургитации с помощью датчика в парастернальной позиции по длинной оси.



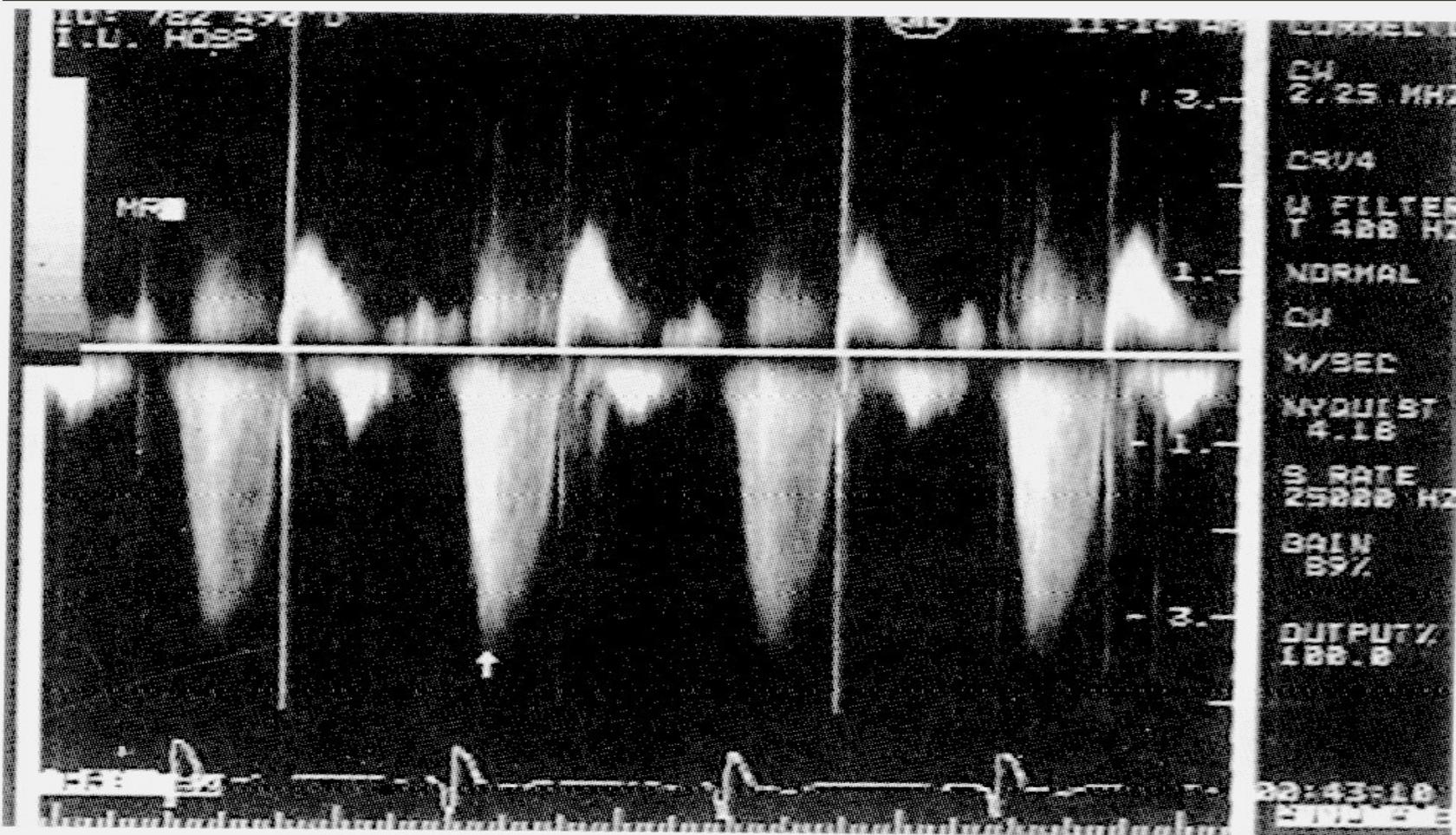
Импульсно-волновая доплерограмма трансмитрального диастолического потока (притока в левый желудочек) при значительной митральной регургитации. Ранний диастолический пик E подчеркнут. LV – левый желудочек; LA – левое предсердие.



Импульснoвoлнoвaя дoпплepoгpaммa пpи пoзднeй cиcтoличecкoй митpaльнoй рeгypгитaции. LV – лeвoй жeлудoчeк; AO – aopтa; LA – лeвoe пpeдceрдe.



Допплерограмма кровотока из легочных вен, полученная при чреспищеводной эхокардиографии пациента с митральной регургитацией. Ранний систолический поток (S_E) уменьшен. Поздний систолический поток (S_L) и диастолический поток (D) значительно увеличены.



Непрерывноволновая доплерограмма при тяжелой степени острой митральной регургитации. Пик регургитирующего потока смещен в раннюю систолу (стрелка) и затем постепенно уменьшается в последующие две трети систолы. Форма этой кривой обусловлена повышением давления в левом предсердии в течение систолы (V-зубец), что уменьшает градиент давления между левым предсердием и левым желудочком в поздней половине систолы.

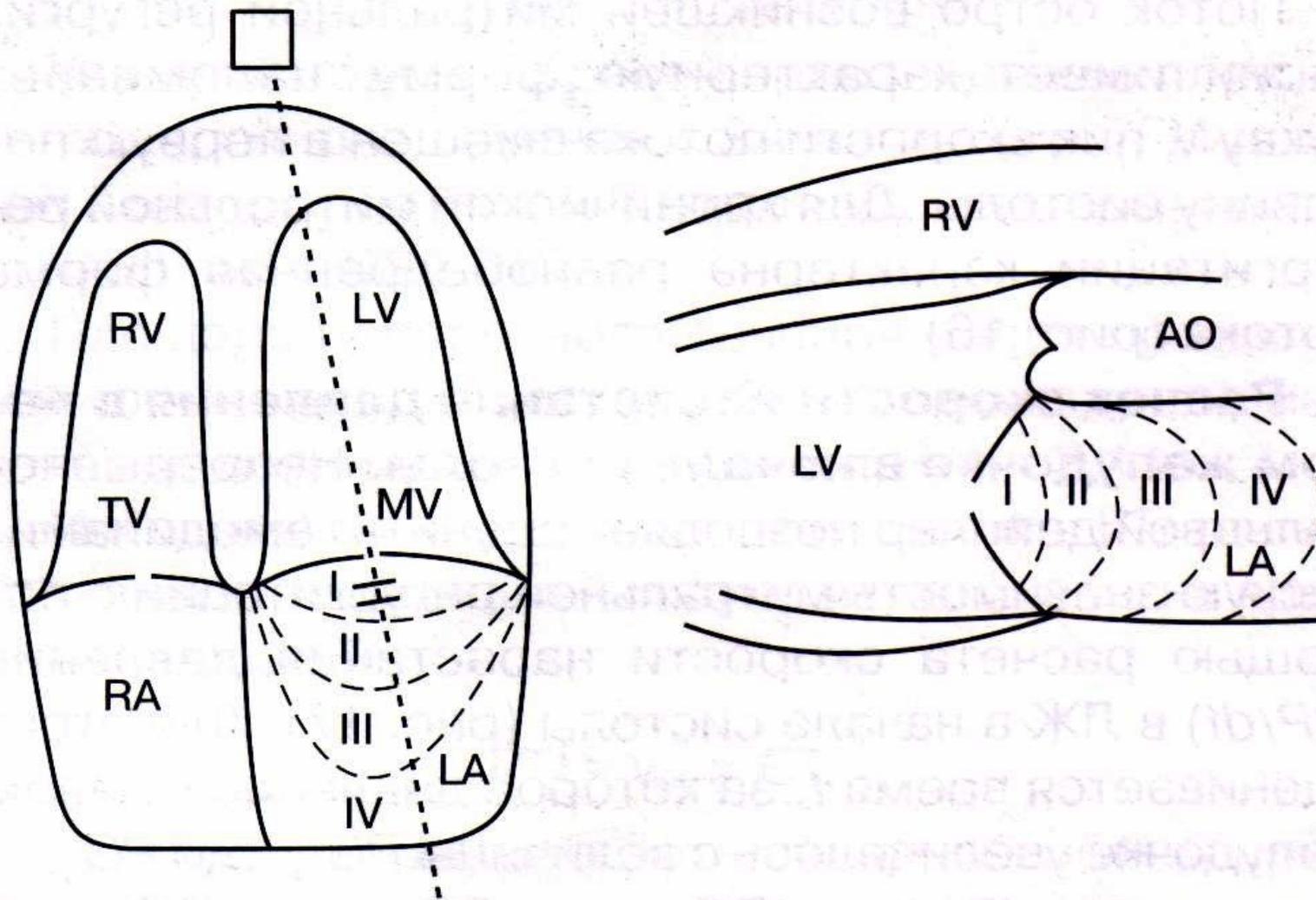


Схема определения степени митральной регургитации в режиме импульсно-волнового доплера. I-IV – уровни регургитации.

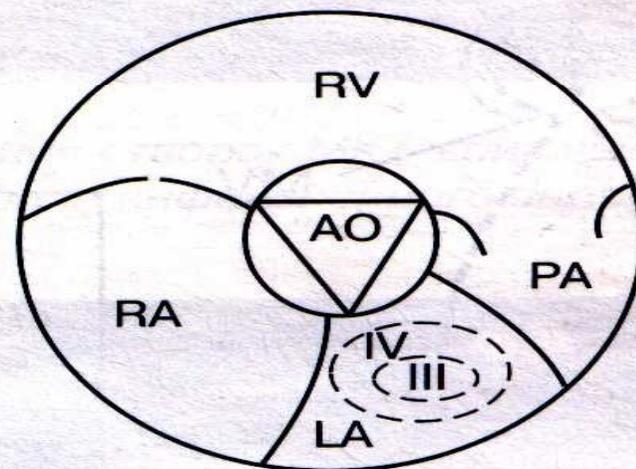
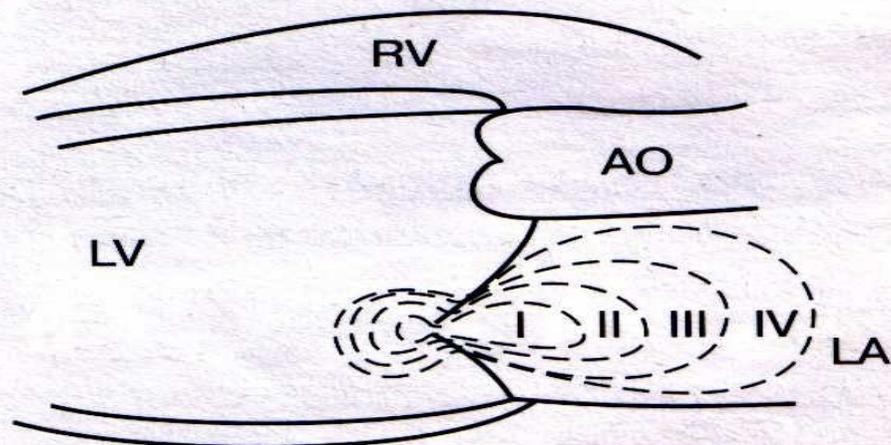
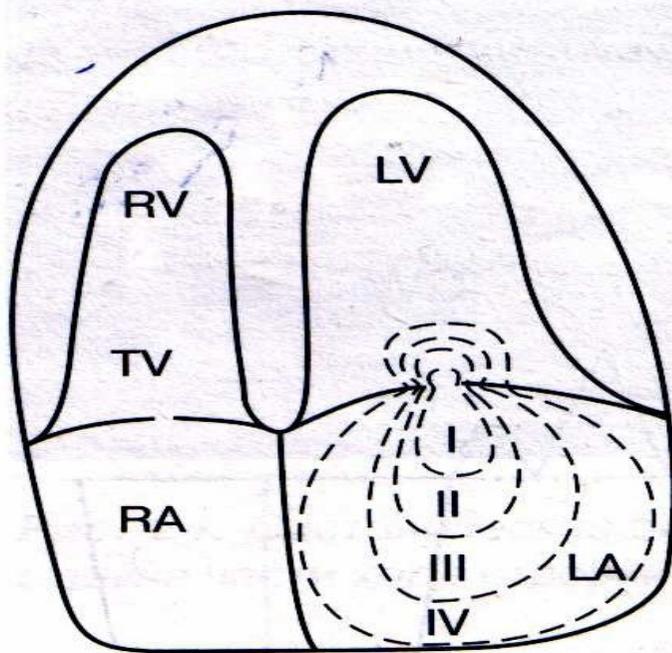
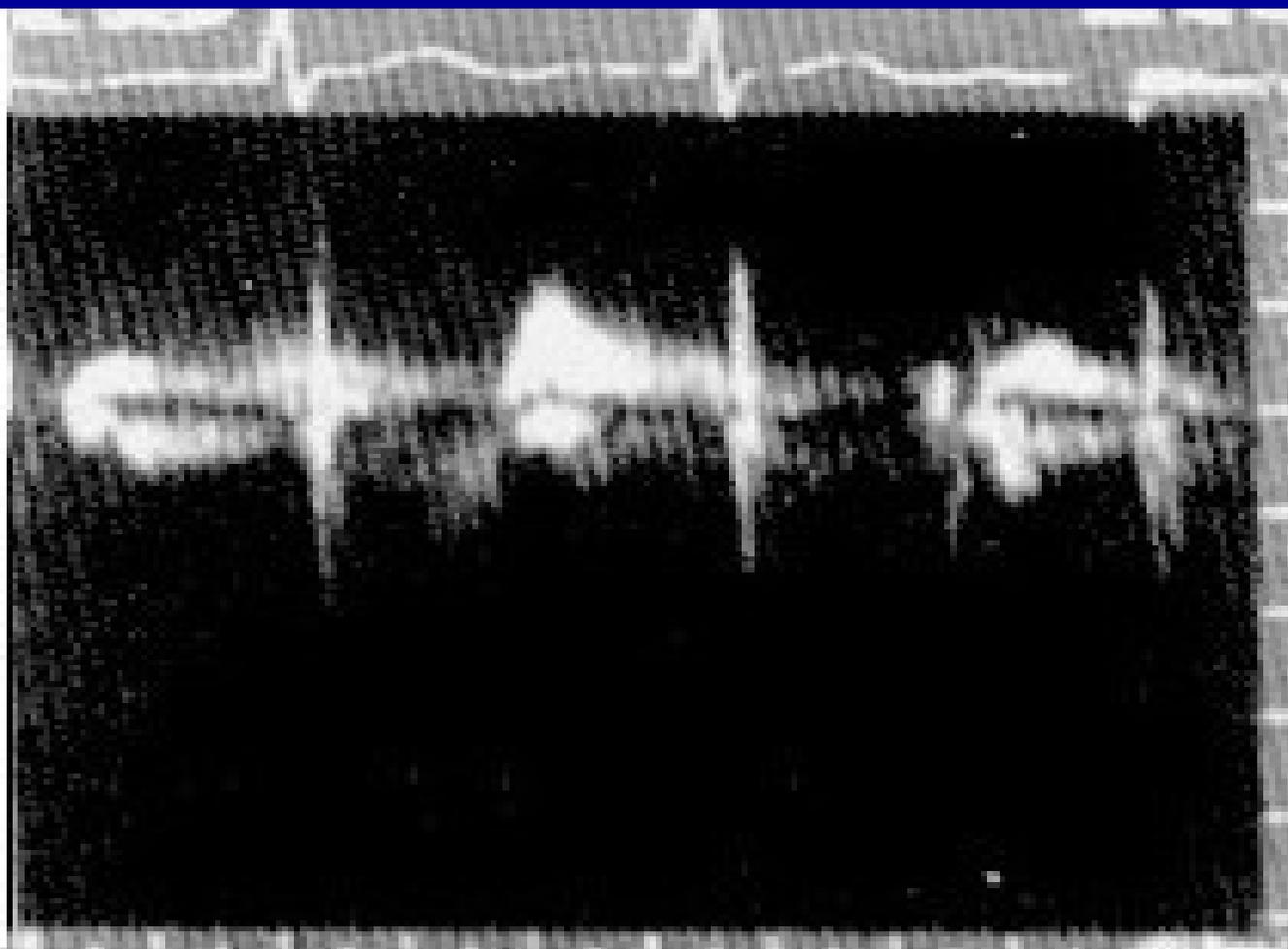
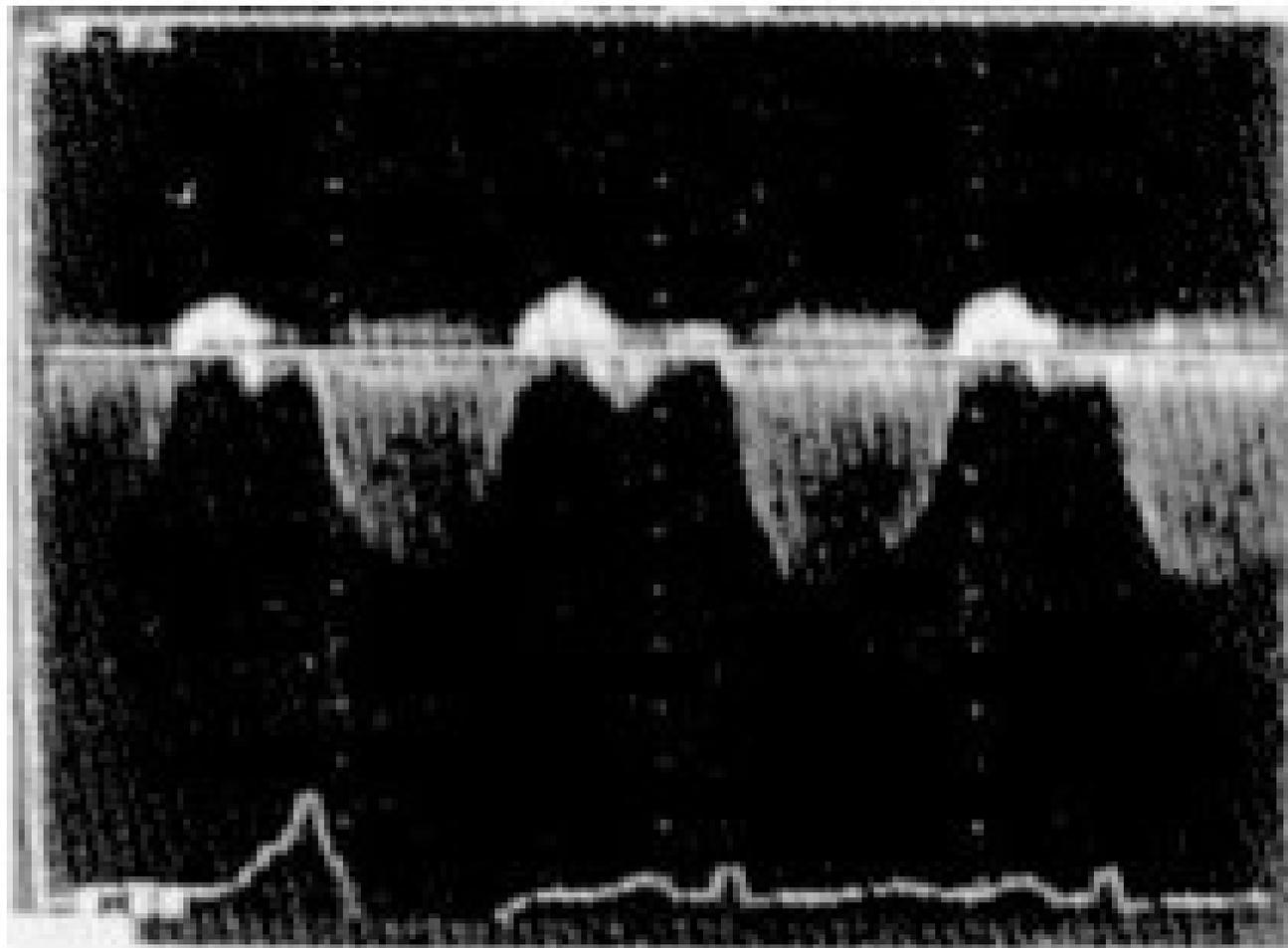


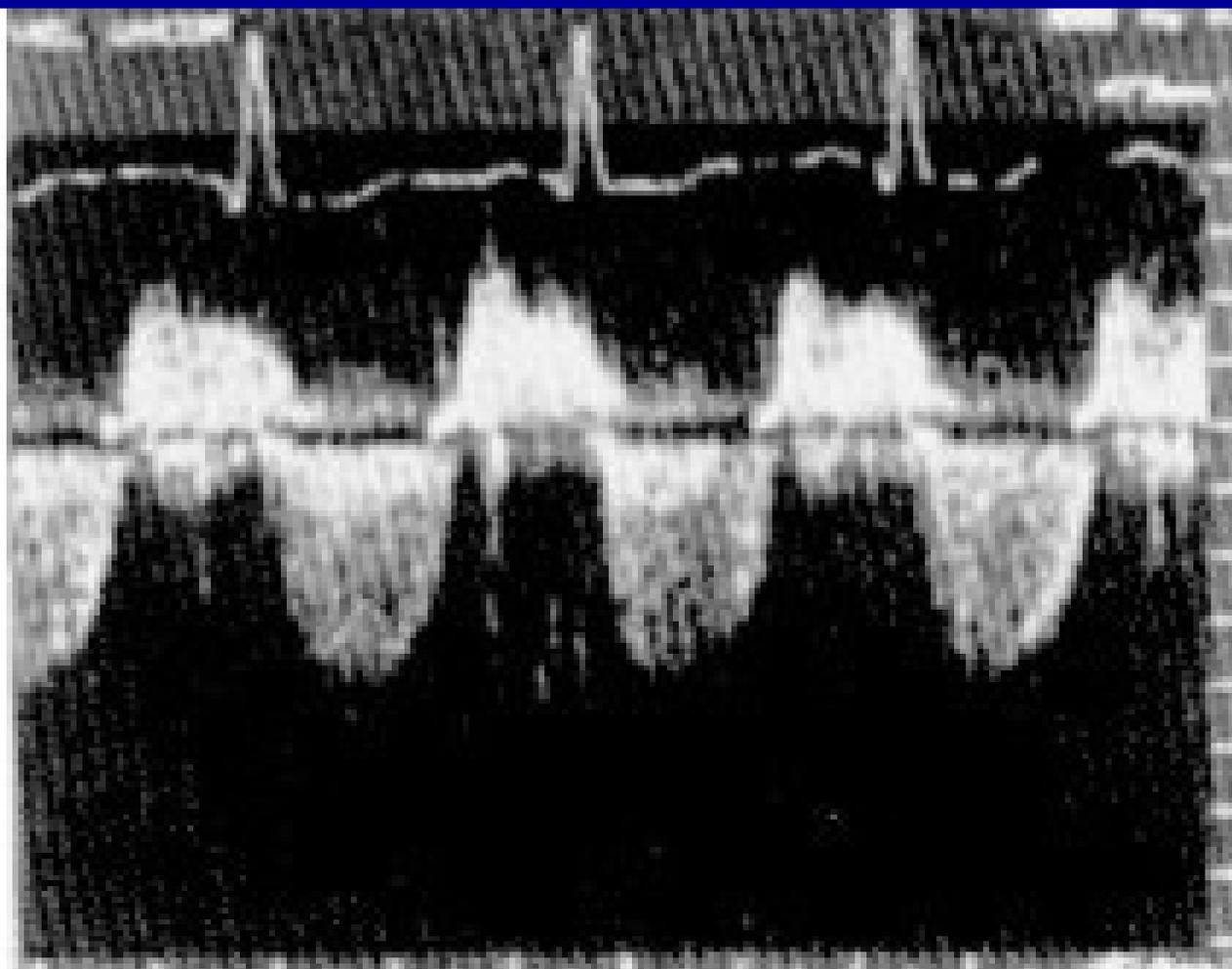
Схема определения степени митральной регургитации (I–IV) по отношению площади струи регургитации к площади левого предсердия. Цветовой доплер.



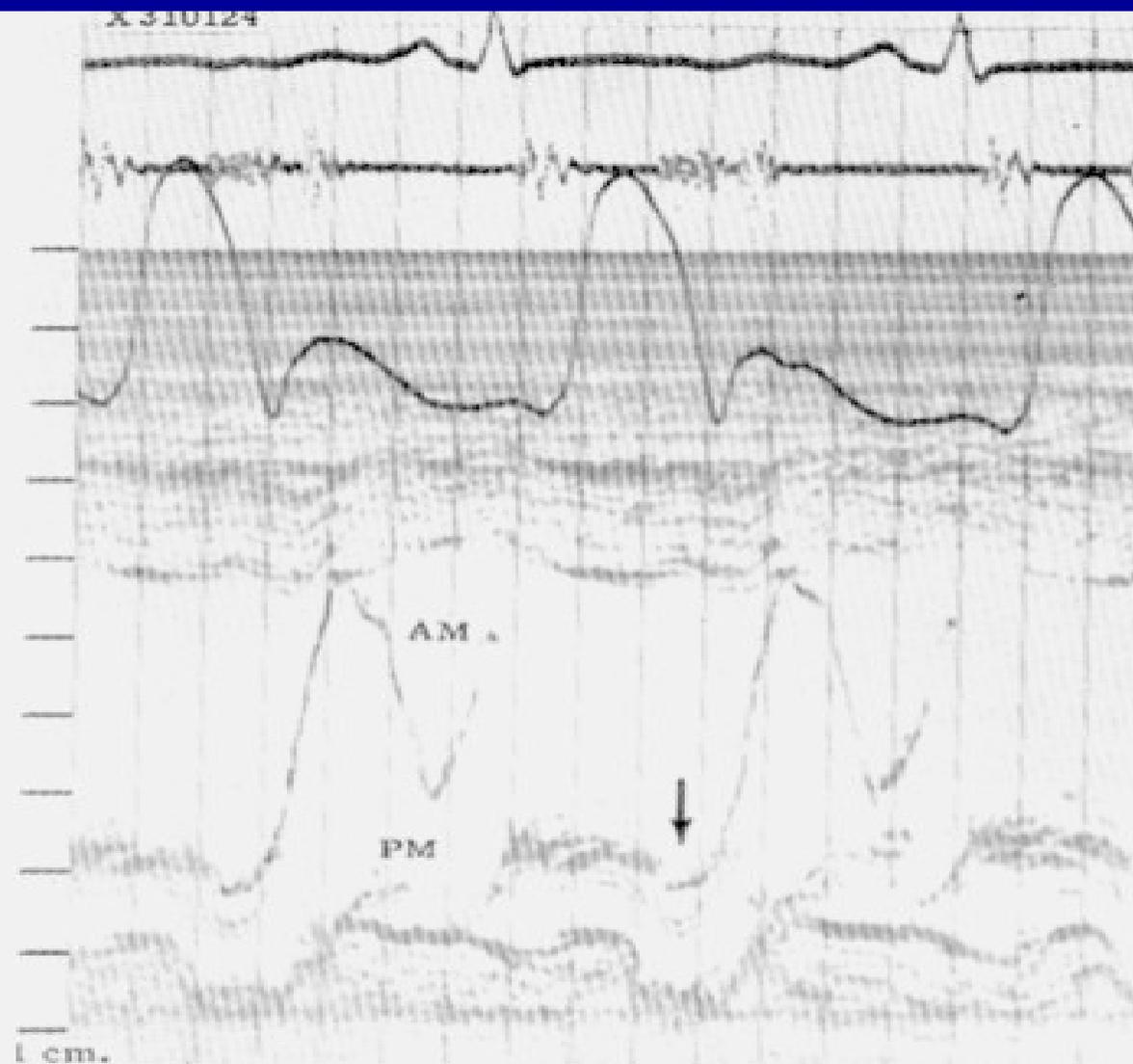
Легкая степень митральной ре́гургитации (1+ по ангиографической градации)



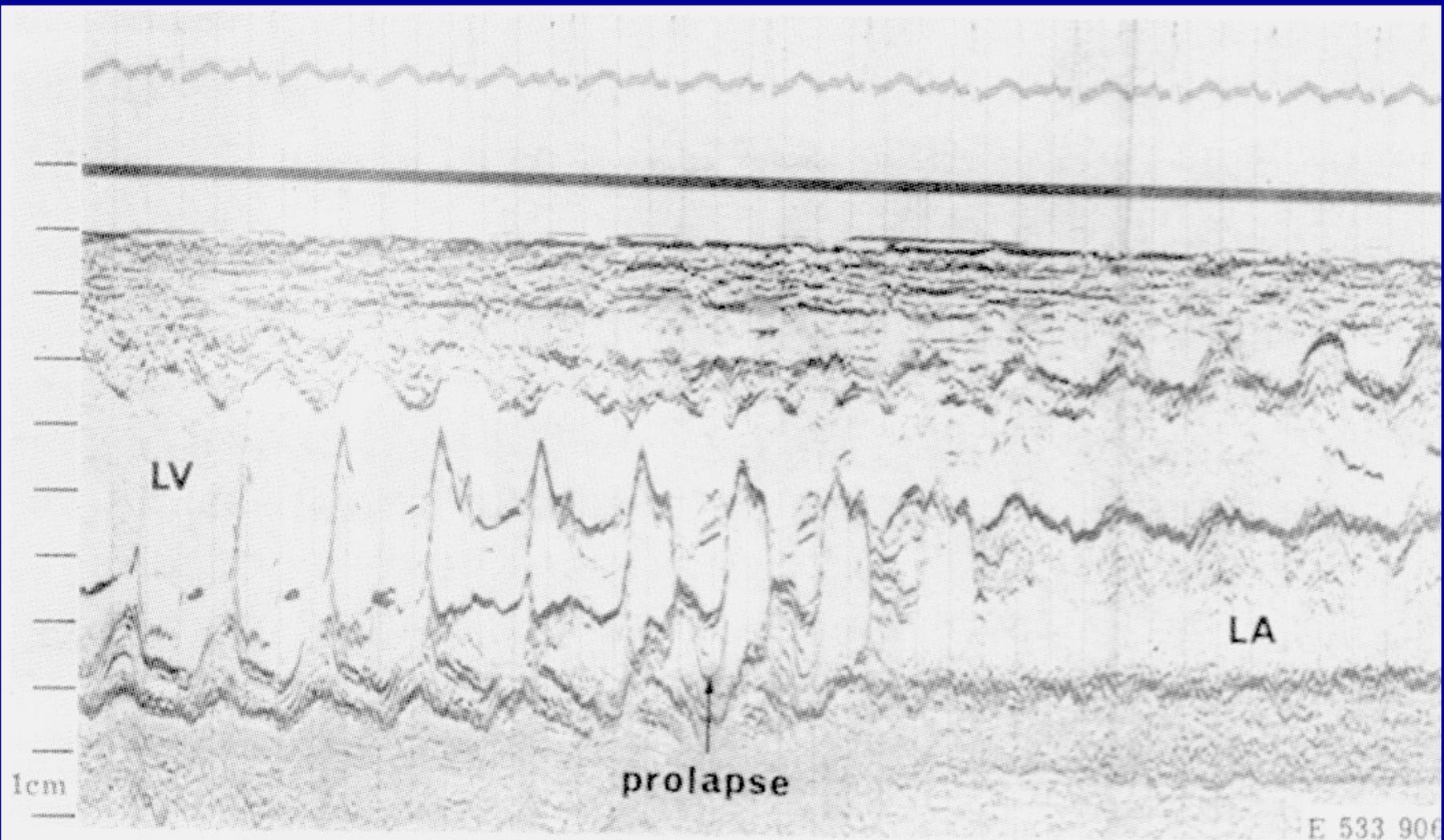
Умеренная степень митральной регургитации (2+ по ангиографической градации)



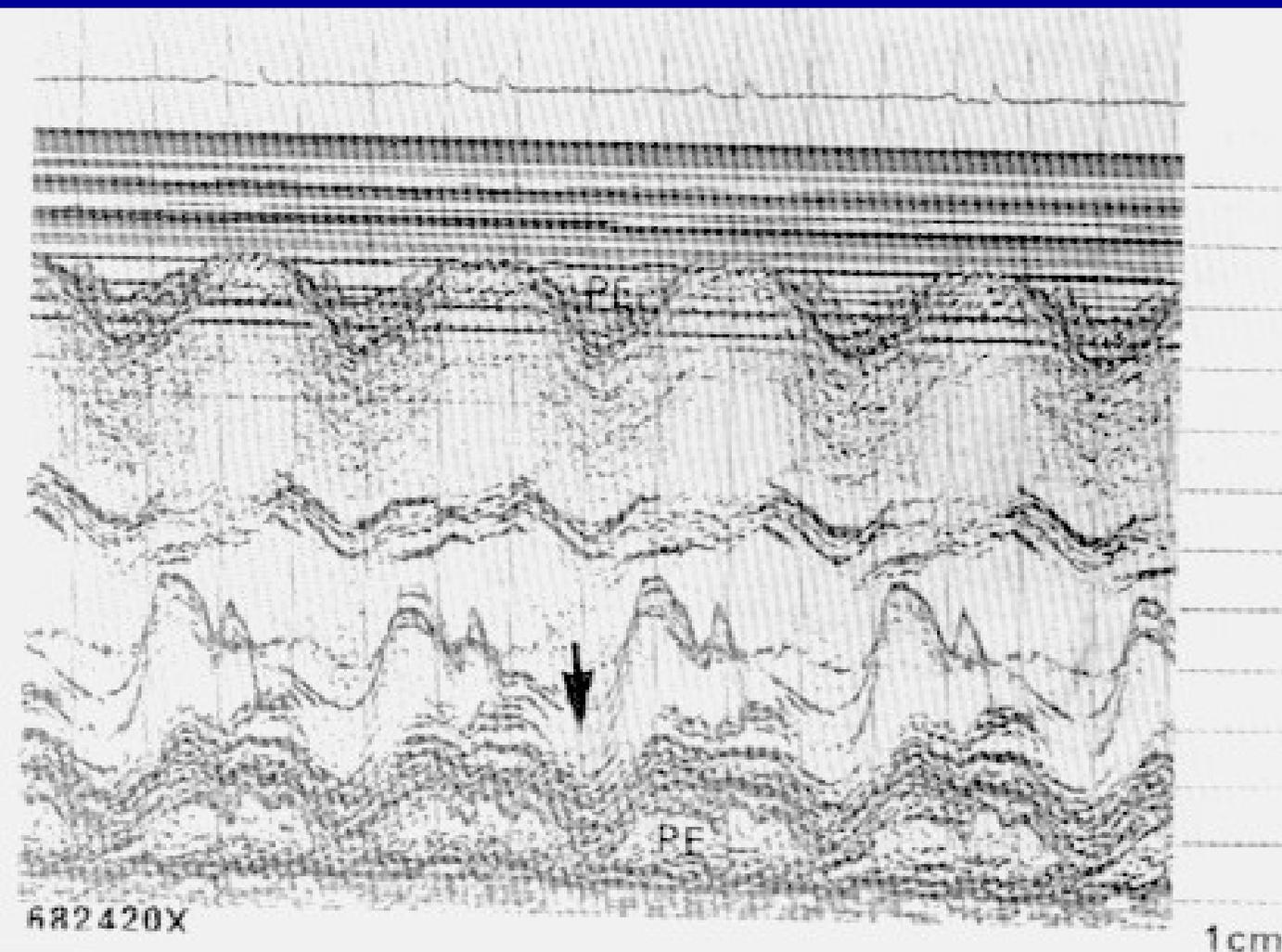
Тяжелая степень митральной регургитации (4+ по ангиографической градации)



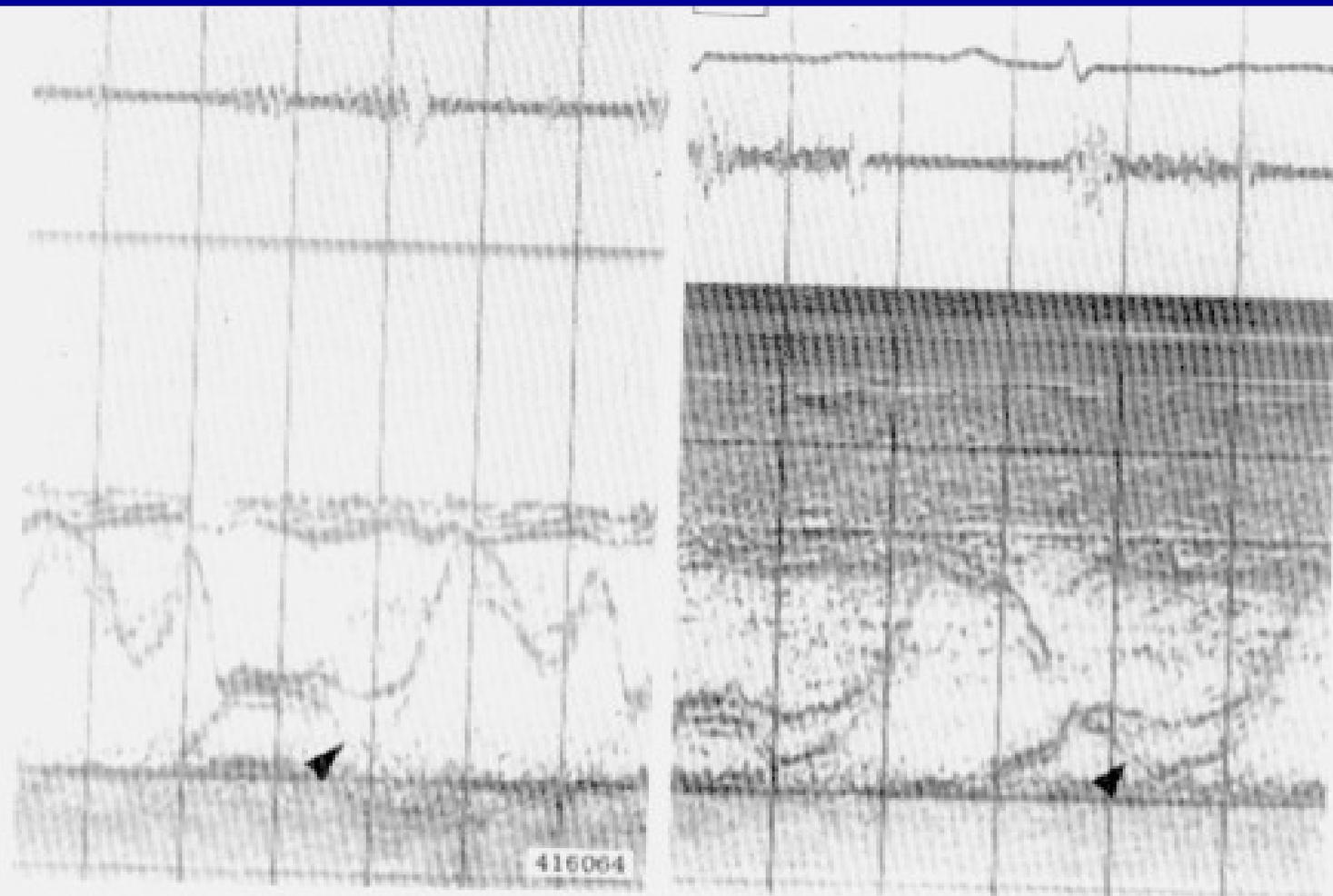
Эхокардиограмма пациента с пролапсом митрального клапана. Наблюдается позднее систолическое заднее движение передней (AM) и задней (PM) створок митрального клапана (стрелка). Это патологическое движение соответствует позднему систолическому шуму, как видно на фонокардиограмме.



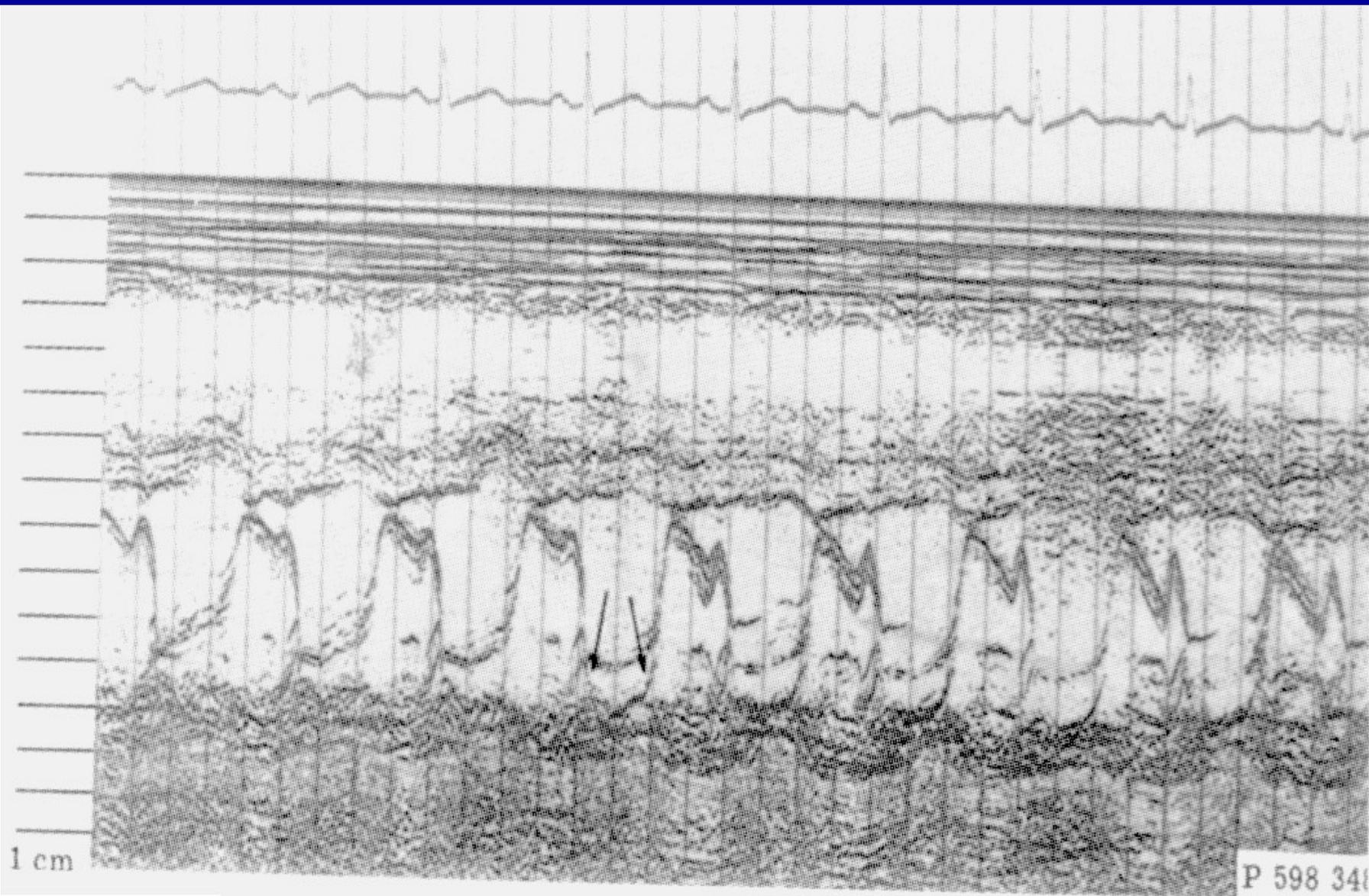
M-эхокардиограмма пациента с пролапсом митрального клапана. Характерное нарушение движения (стрелка) лучше заметно в точке соединения левого желудочка (LV) и левого предсердия (LA). prolapse – пролапс.



M-эхокардиограмма пациента с большим количеством жидкости в полости перикарда (PE) с избыточным движением сердца в течение систолы. Сердце целиком, включая аппарат митрального клапана, в систолу перемещается кзади, создавая артефакт пролапса митрального клапана (стрелка).



Одновременно зарегистрированные М-эхокардиограмма и фонокардиограмма пациента с пролапсом митрального клапана до (А) и после (В) ингаляции амилнитрита. А – поздний систолический пролапс (головка стрелки) начинается раньше; В – наблюдается голосистолический пролапс и голосистолический шум (головка стрелки).



М-эхокардиограмма митрального клапана демонстрирует голосистолический пролапс (стрелки).

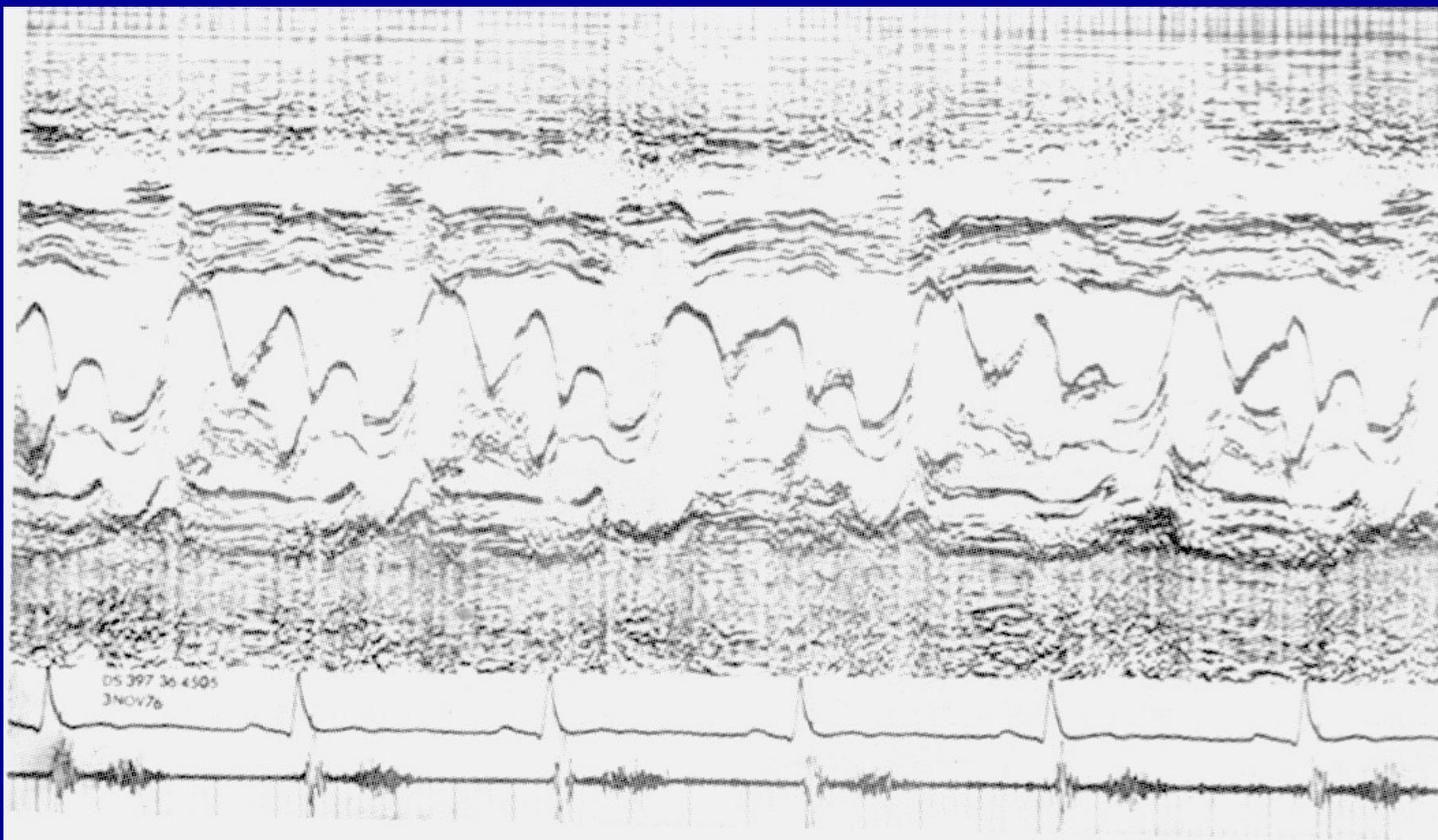
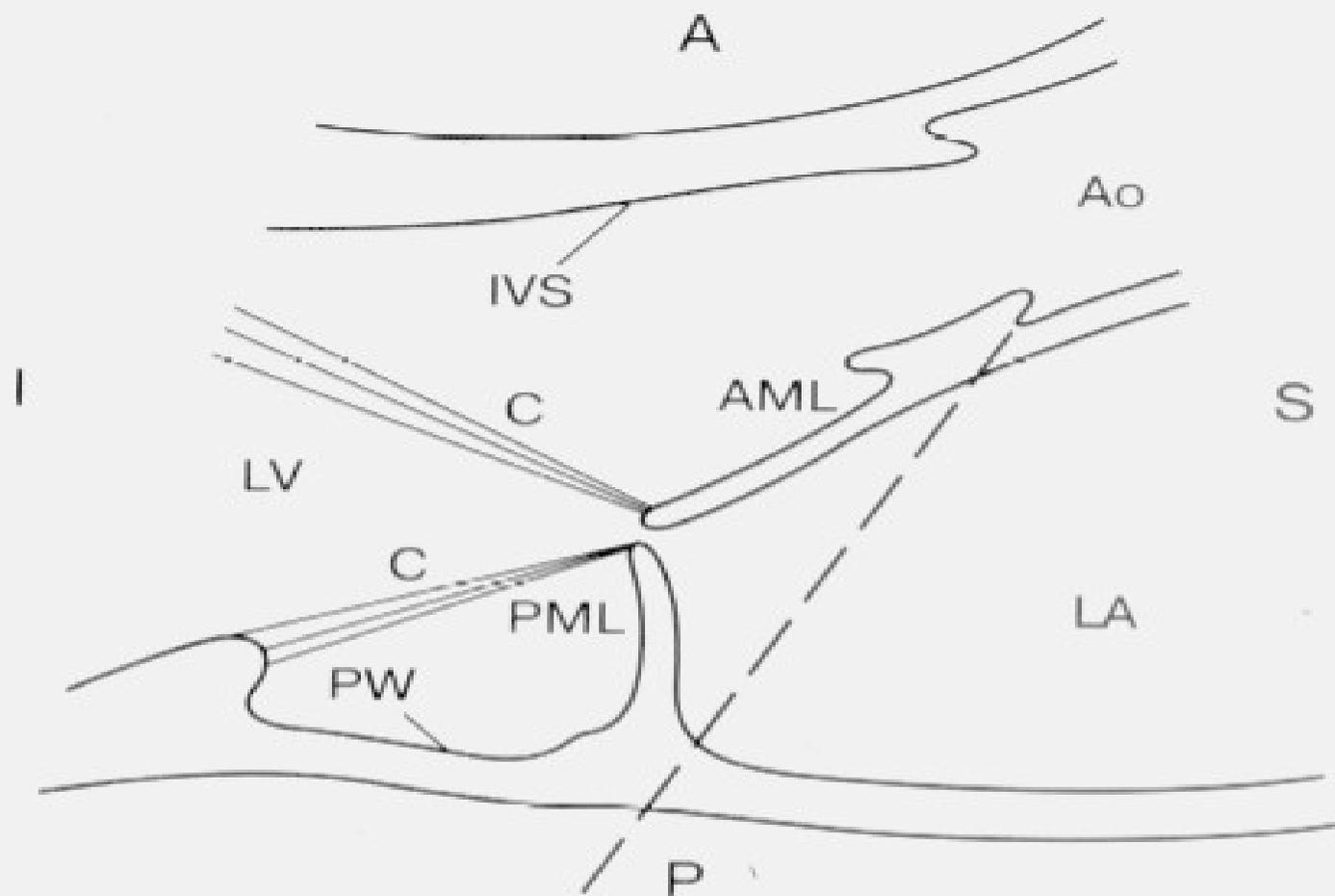
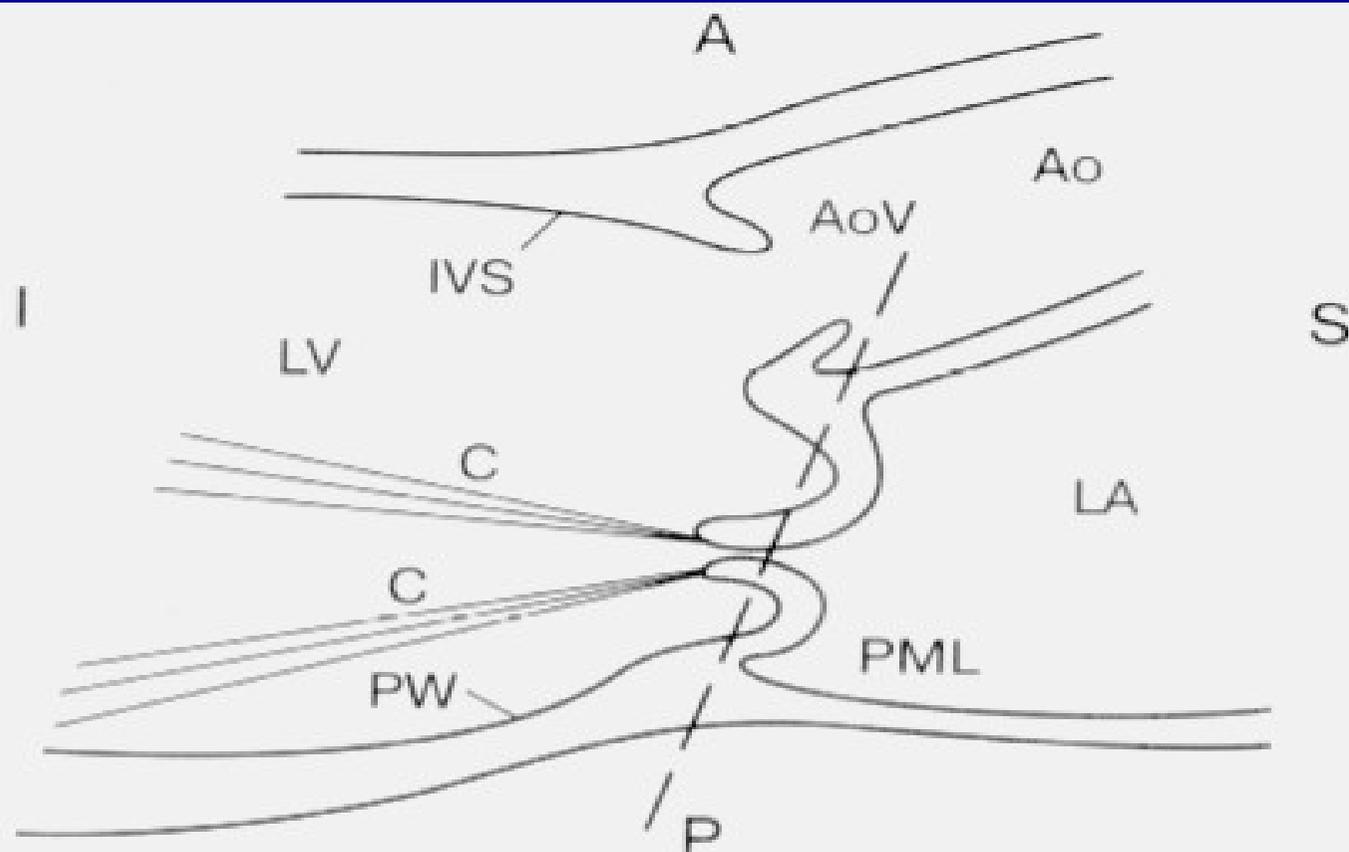


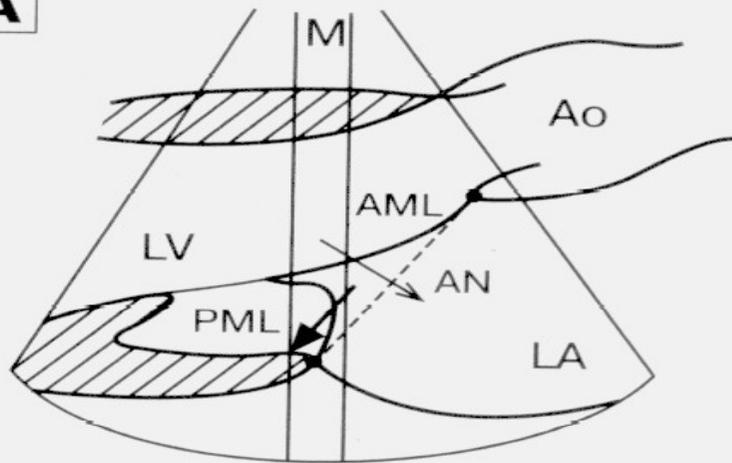
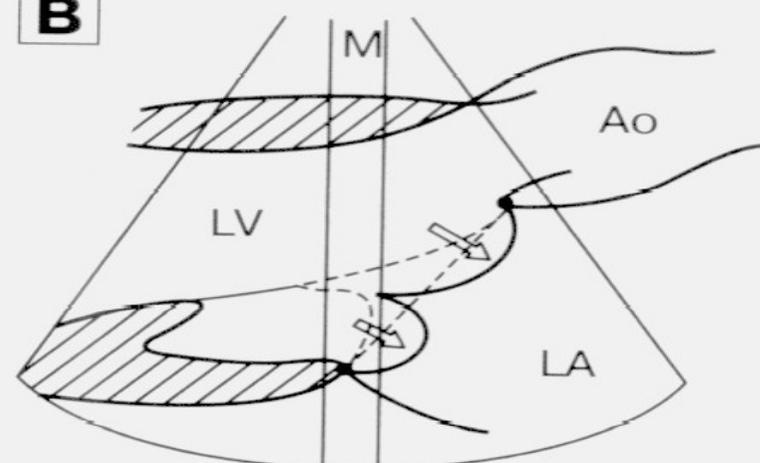
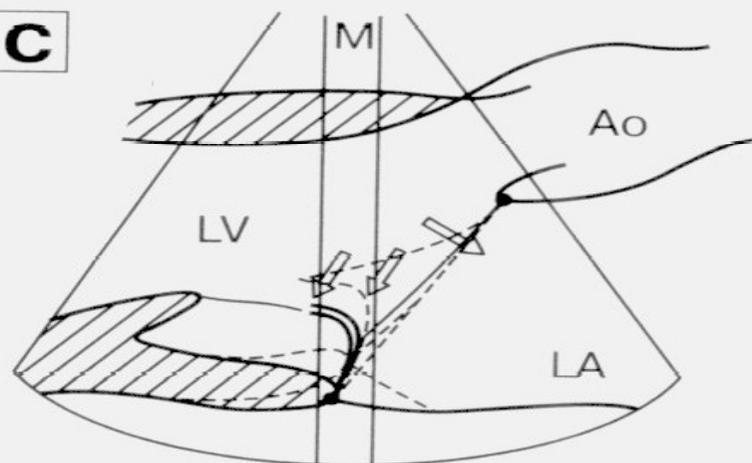
Рис. 6.55. М-эхокардиограмма пациента с пролапсом митрального клапана. В систолу имеет место начальное переднее движение створки митрального клапана и затем движение назад в позднюю половину систолы, что соответствует позднему систолическому шуму на фонокардиограмме.



Схема, демонстрирующая в норме взаимное расположение створок закрытого митрального клапана и плоскости фиброзного кольца (пунктирная линия). А – передняя; Р – задняя; I – нижняя; S – верхняя; Ao – аорта; IVS – межжелудочковая перегородка; AML – передняя створка митрального клапана; С – хорды; PML – задняя створка митрального клапана; PW – задняя стенка; LA – левое предсердие; LV – левый желудочек



Схема, показывающая взаимное расположение пролабирующего митрального клапана и плоскости митрального фиброзного кольца (пунктирная линия). В систолу створки клапана провисают в полость левого предсердия и пересекают плоскость фиброзного кольца. А – передняя; Р – задняя; I – нижняя; S – верхняя; Ao – аорта; AoV – клапан аорты; IVS – межжелудочковая перегородка; LV – левый желудочек; C – хорды; PW – задняя стенка; PML – задняя створка митрального клапана; LA – левое предсердие.

A**B****C**

Схема, показывающая, как ультразвуковой луч (M), проведенный через заднюю створку митрального клапана, позволяет наблюдать пролапс в M-режиме (A). Смещение назад створок митрального клапана в систолу может возникать при выбухании створок в левое предсердие (B) или при систолической дилатации митрального фиброзного кольца (C).

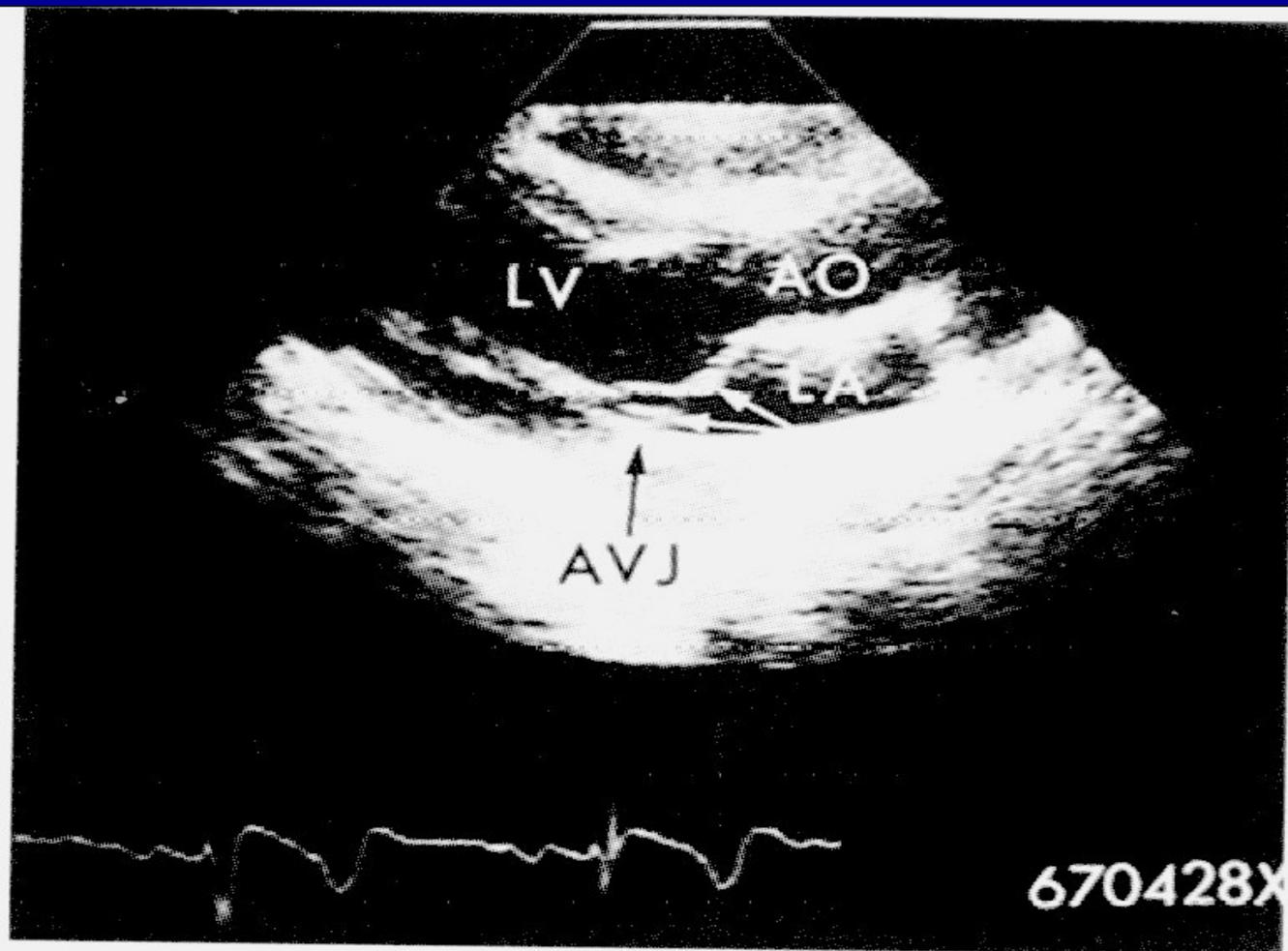
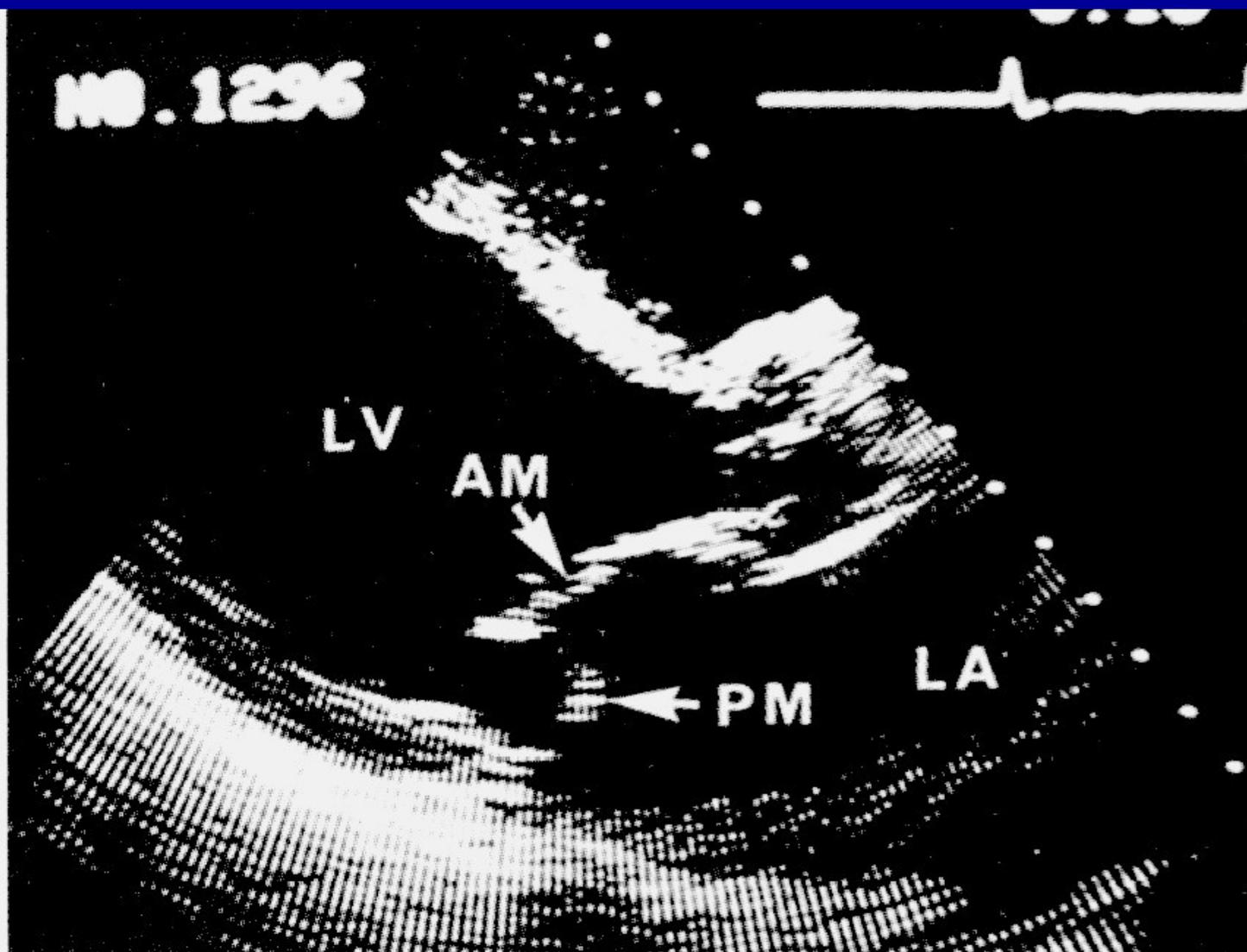
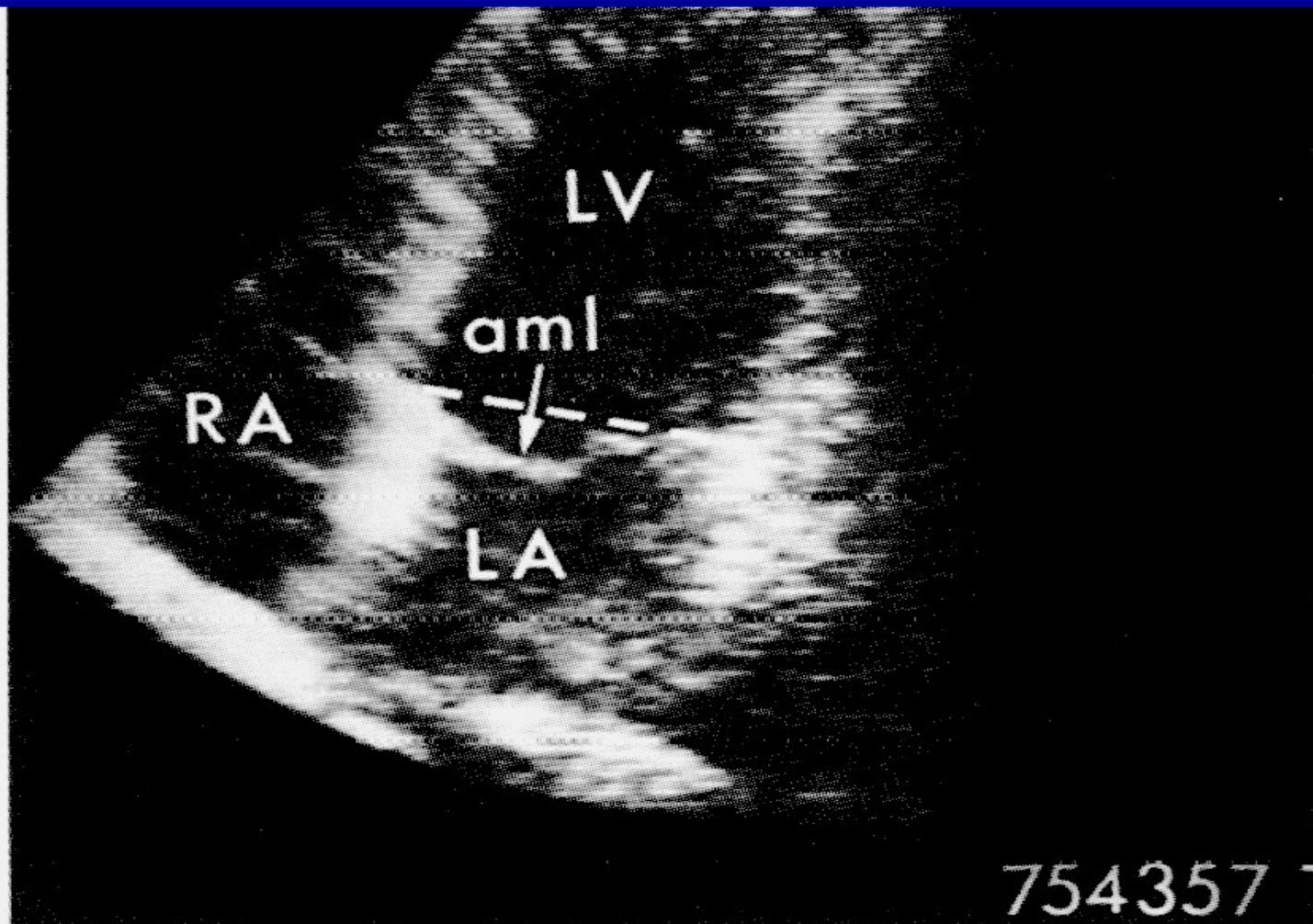


Рис. 6.59. Двухмерная эхокардиограмма в позиции по длинной оси при пролапсе митрального клапана. Обе створки митрального клапана – передняя и задняя (стрелки) – прогибаются в полость левого предсердия (LA). Задняя створка делает изгиб, напоминающий шпильку, поскольку движется в предсердную сторону предсердно-желудочкового соединения (AVJ). LV – левый желудочек; АО – аорта.

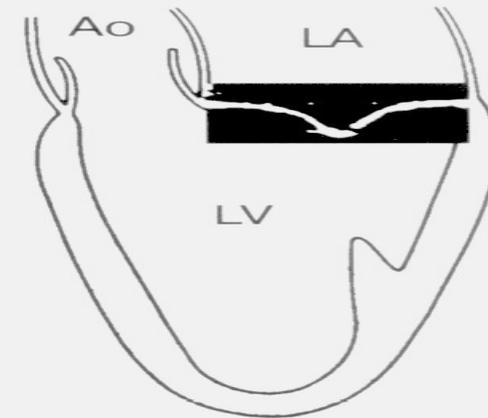
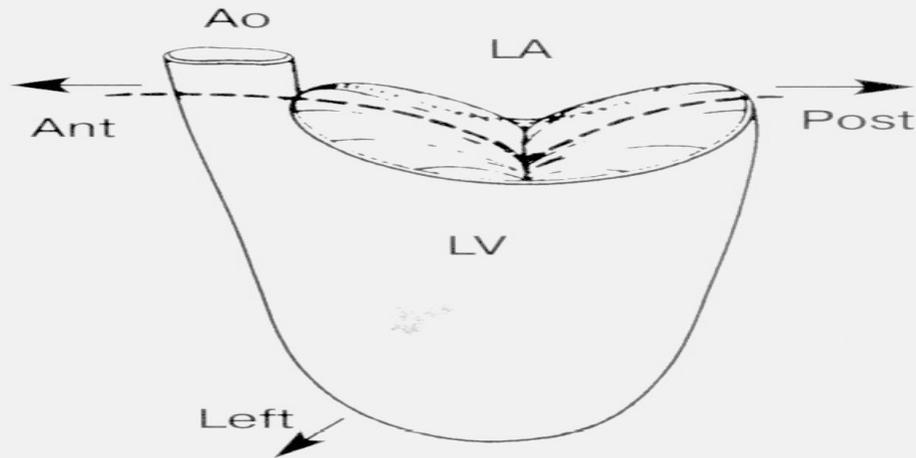


Двухмерная эхокардиограмма (парастернальная позиция, длинная ось) пациента с пролапсом задней створки митрального клапана (PM). AM – передняя створка митрального клапана; LV – левый желудочек; LA – левое предсердие.

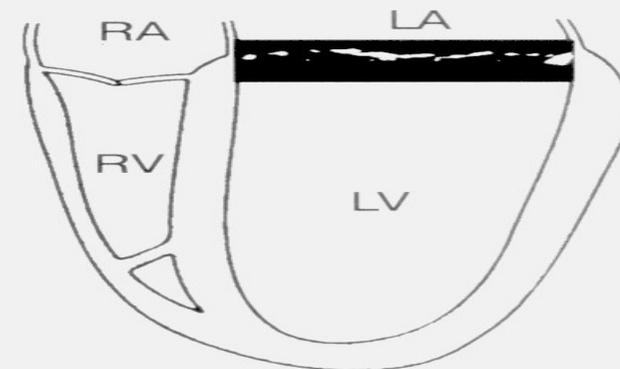
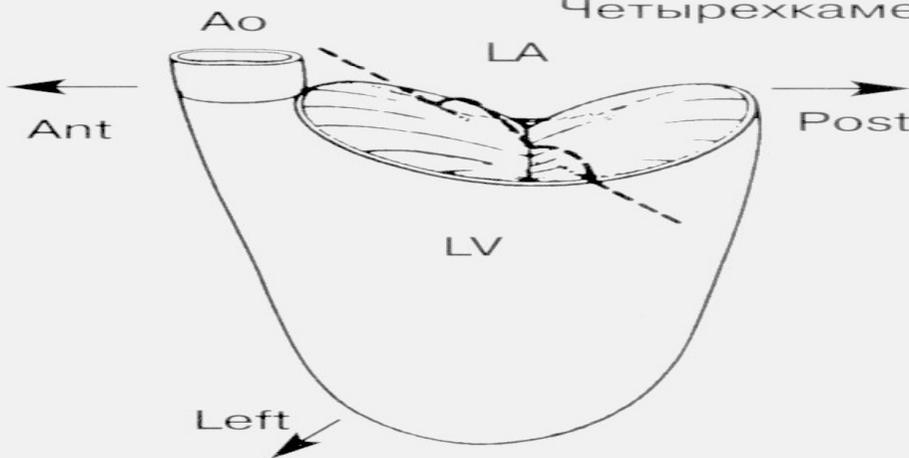


Эхокардиограмма в апикальной четырехкамерной позиции при пролапсе митрального клапана. Наблюдается изгиб передней створки митрального клапана (aml), которая провисает ниже плоскости митрального кольца (пунктирная линия). LV — левый желудочек; LA — левое предсердие; RA — правое предсердие.

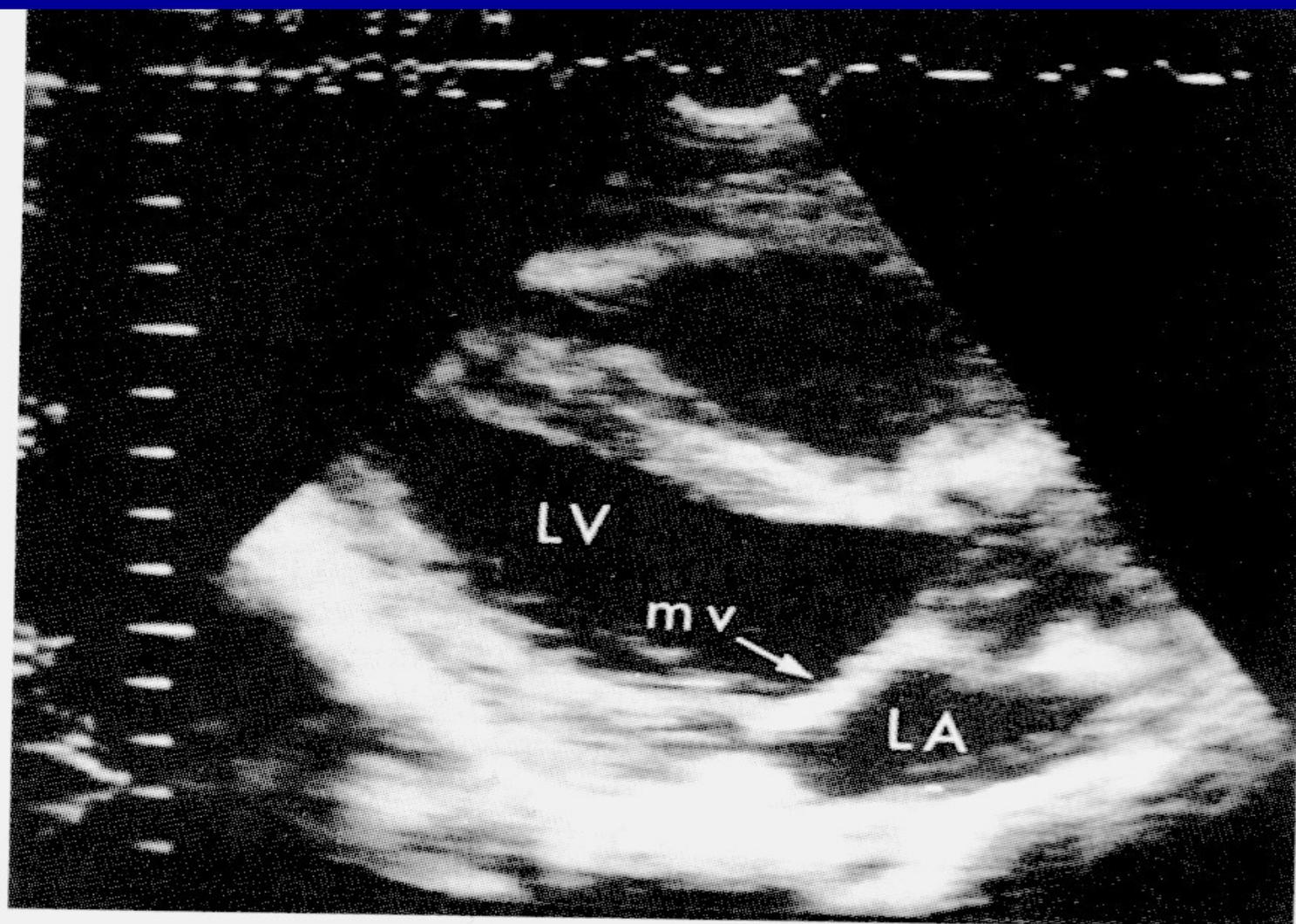
Седловидное кольцо
Вогнутые створки
Позиция по длинной оси



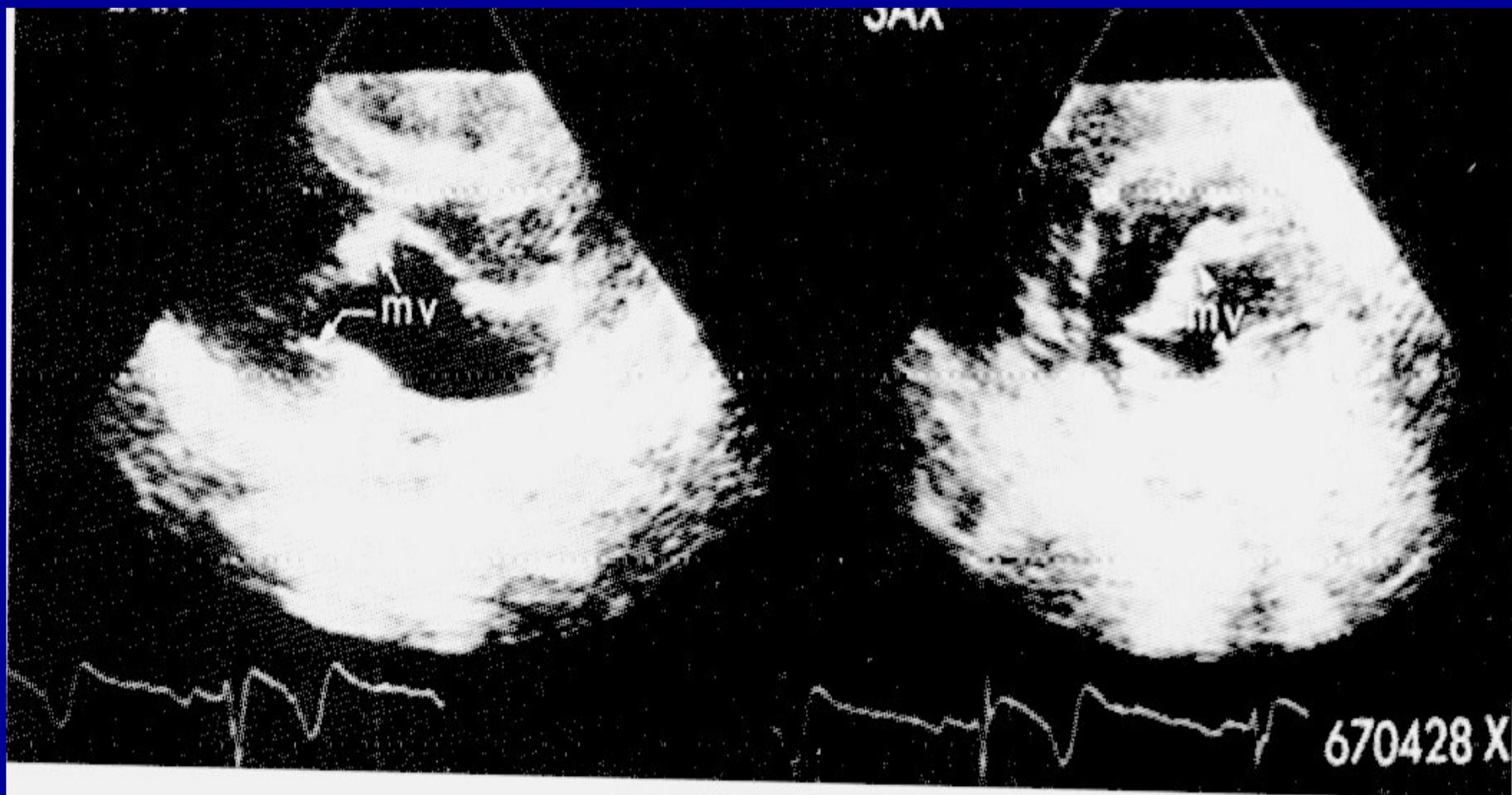
Четырехкамерная позиция



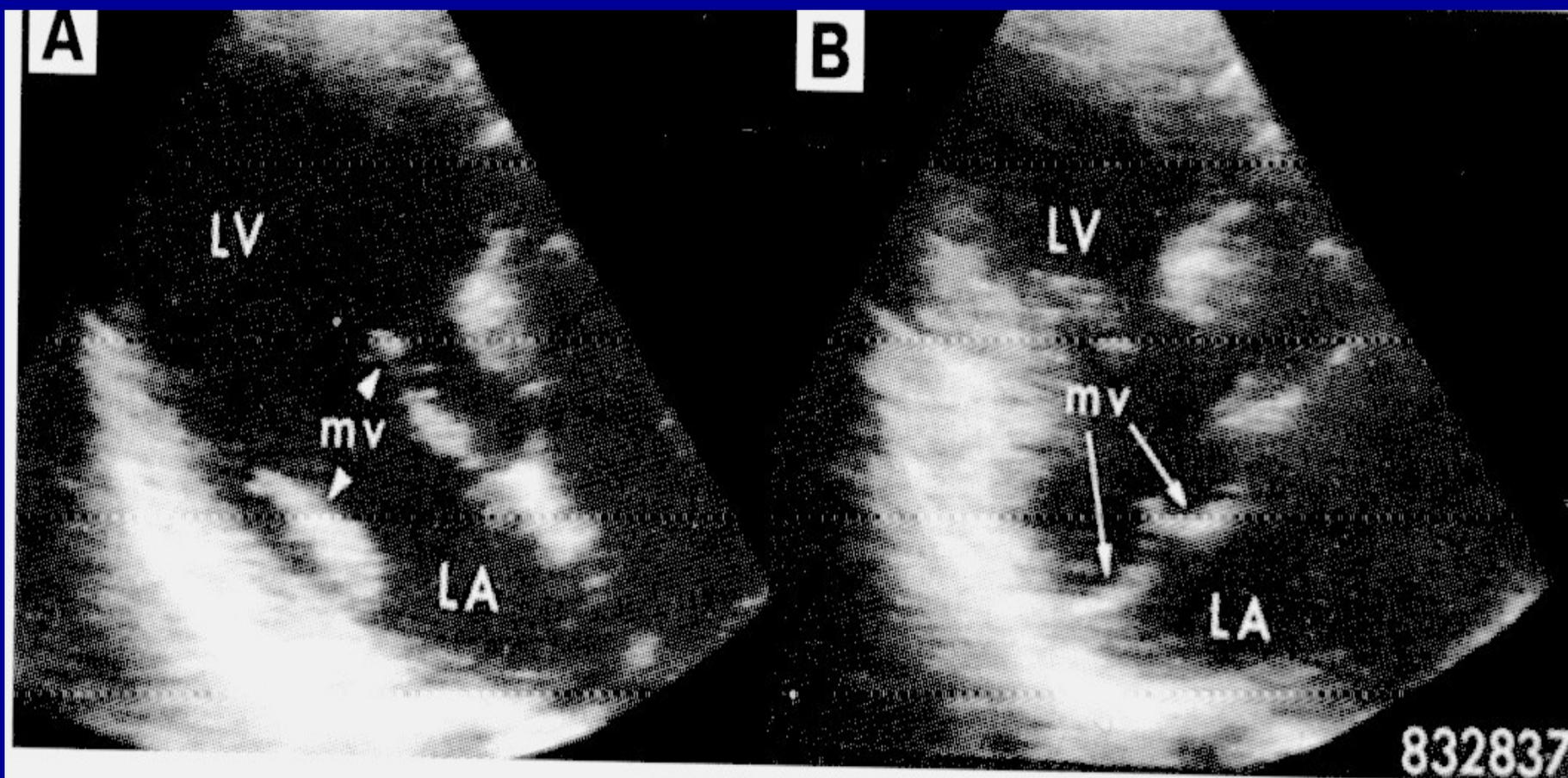
Схема, демонстрирующая, как форма митрального кольца может создавать явную видимость пролапса митрального клапана у нормального индивидуума при исследовании в четырехкамерной позиции. Из-за седлообразной формы кольца плоскостные соотношения створок митрального клапана и фиброзного кольца различны по длинной оси и в четырехкамерной позиции. В результате, при исследовании в четырехкамерной позиции даже у нормального индивидуума створки митрального клапана могут пролабировать через митральное кольцо.



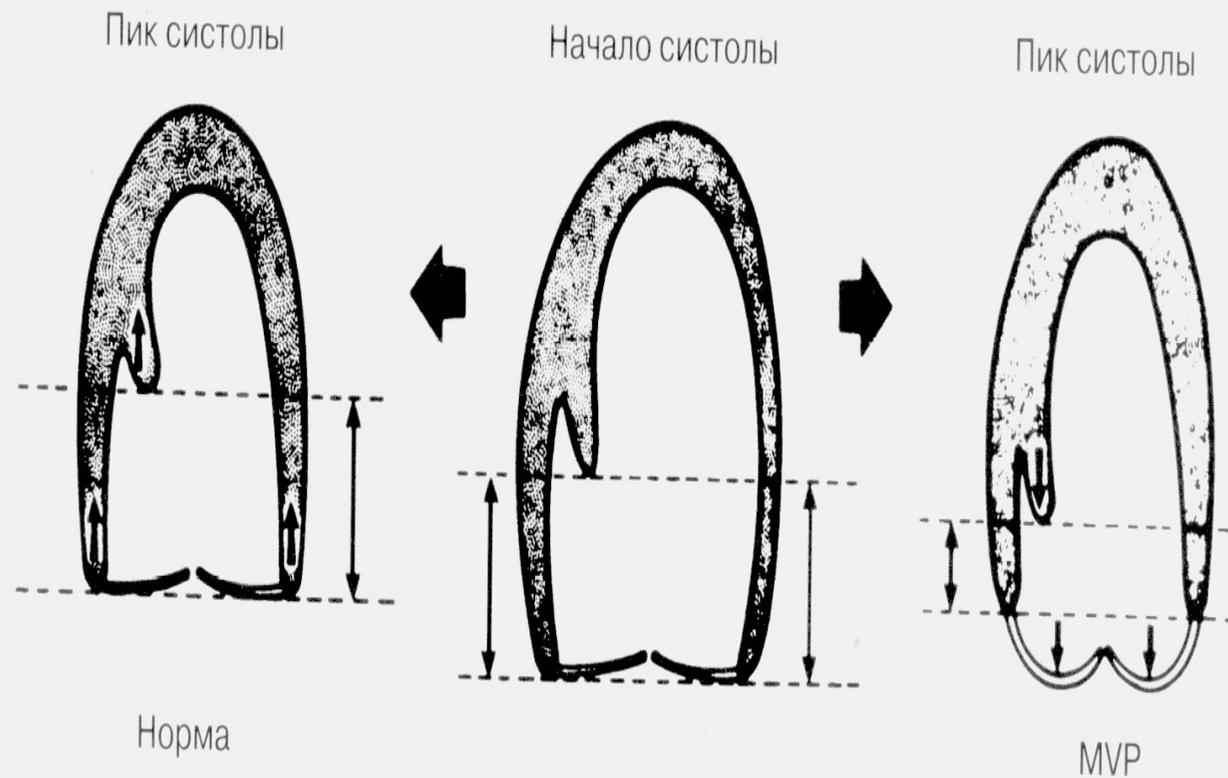
Двухмерная эхокардиограмма (позиция по длинной оси) при пролапсе митрального клапана. Передняя створка митрального клапана (mv) длиннее, толще и чрезмерно изменена, причем точка смыкания расположена близко к задней стенке. LV — левый желудочек; LA — левое предсердие.



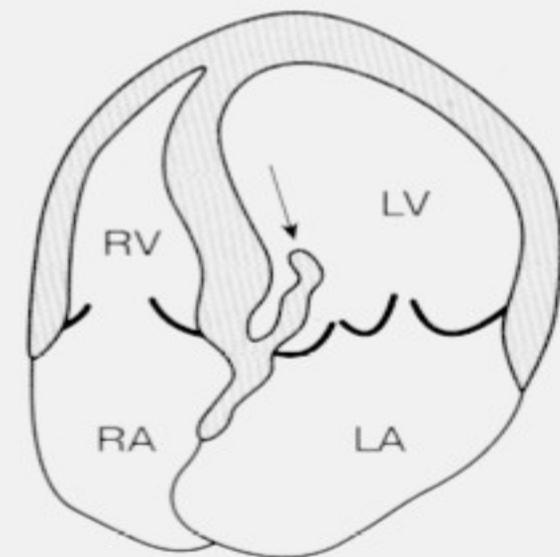
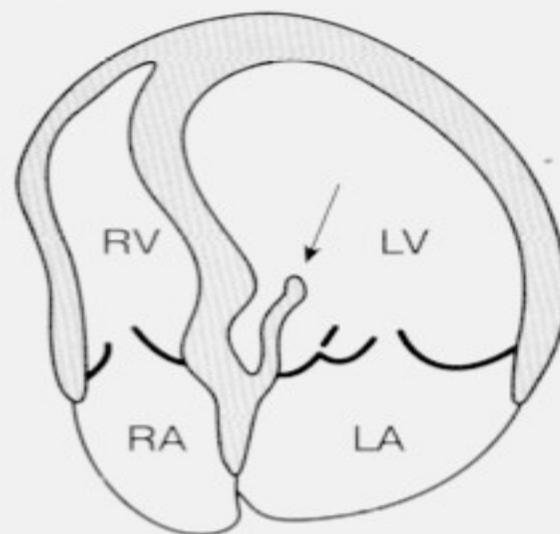
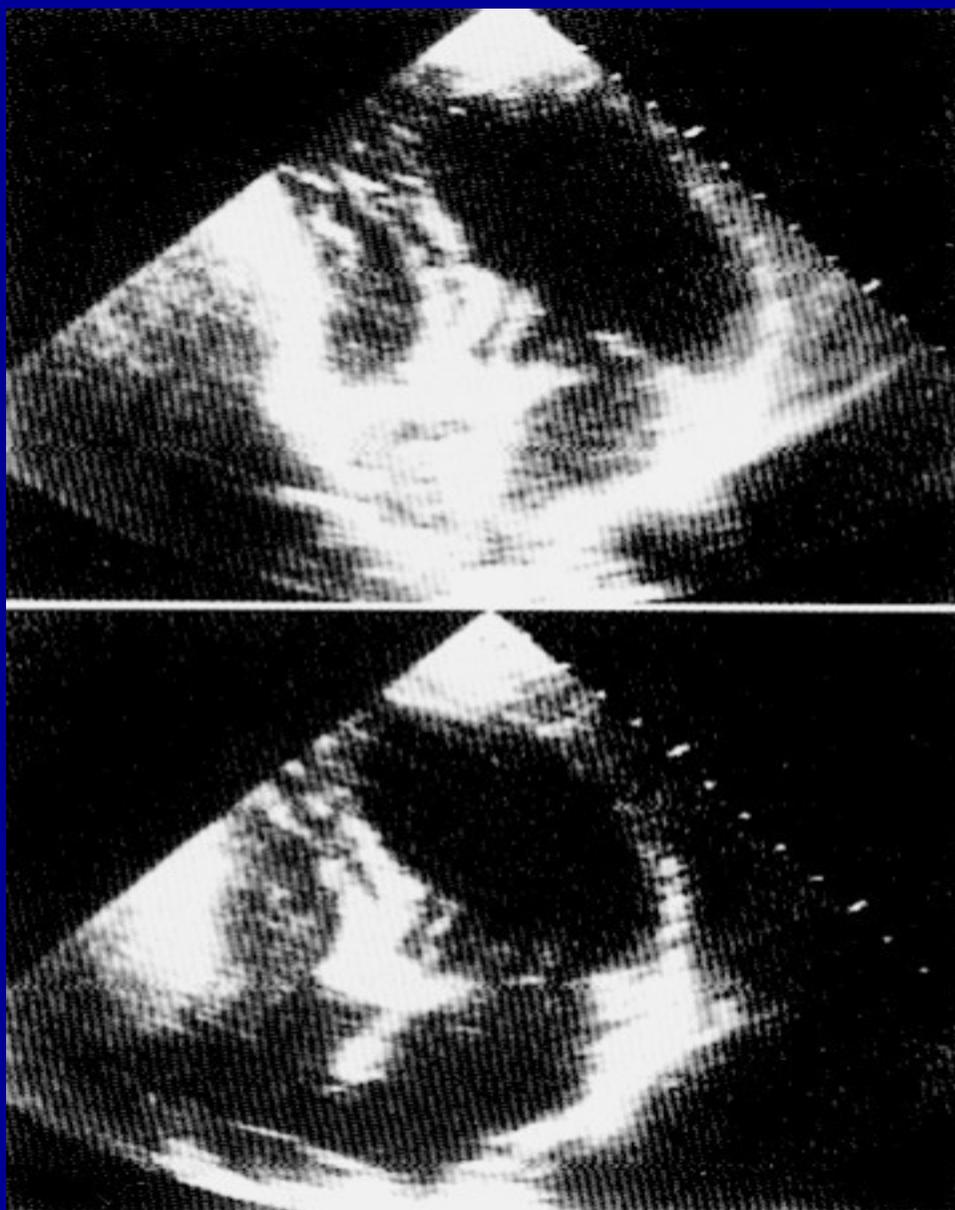
Двухмерные эхокардиограммы в позиции по длинной оси (LAX) и короткой оси (SAX) при пролапсе митрального клапана. Створки митрального клапана утолщены и значительно изменены в проекции по короткой оси. mv – митральный клапан.



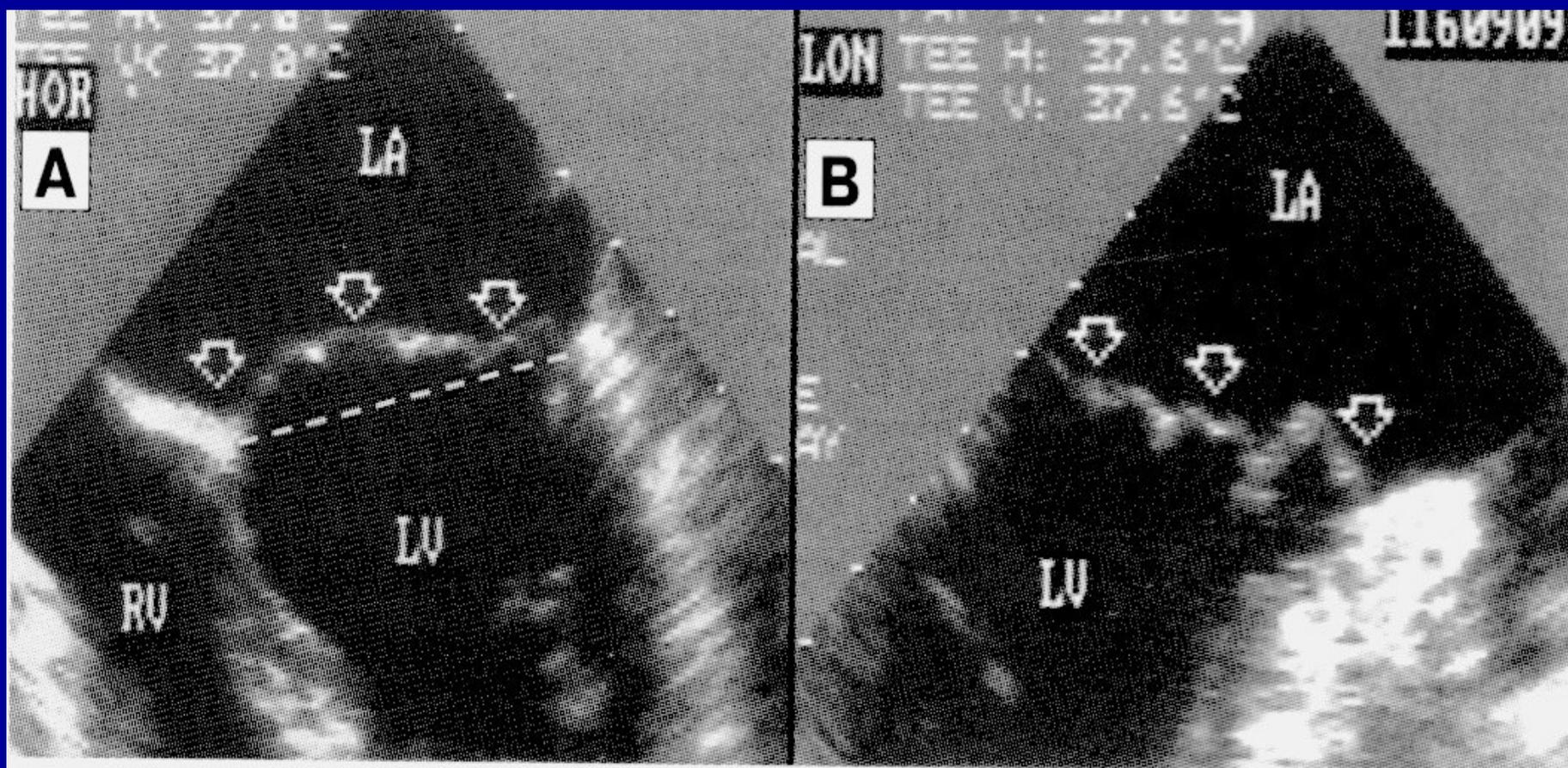
Двухмерные эхокардиограммы в апикальной позиции по длинной оси при значительном пролапсе митрального клапана. Утолщение створок (mv) лучше визуализируется в диастолу (А). Провисание створок в левое предсердие (LA) ярко выражено в систолу желудочков (В). LV – левый желудочек.



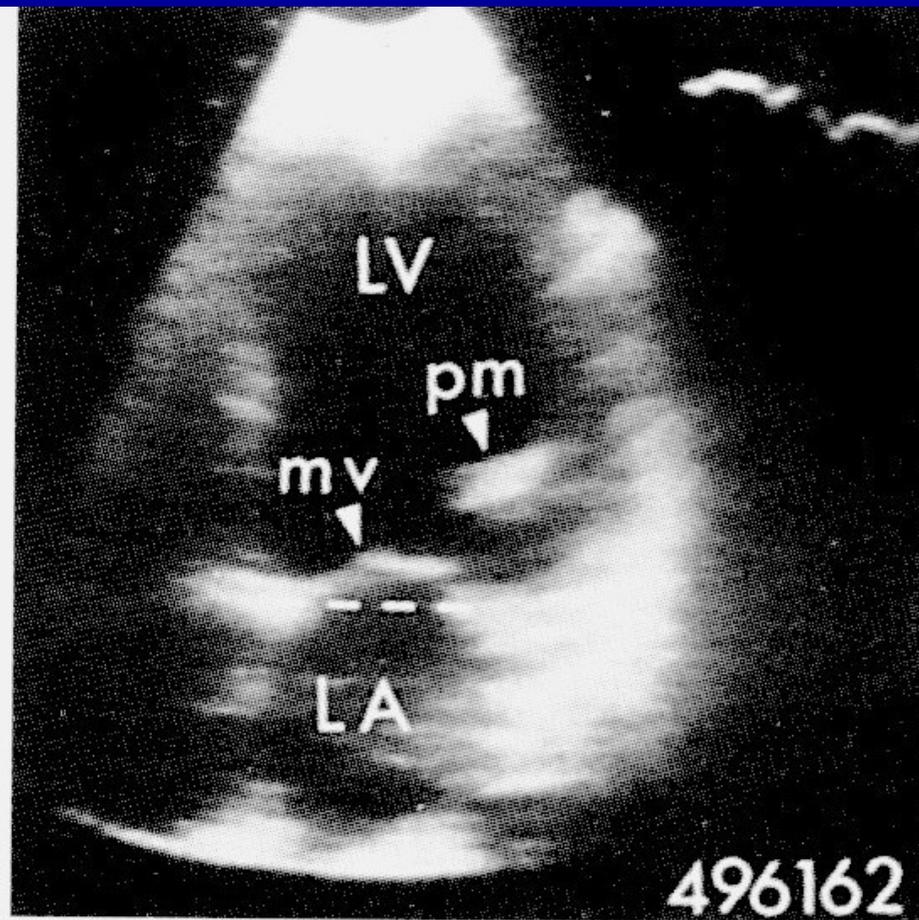
Схема, демонстрирующая, как взаимосвязь между створками клапана и папиллярными мышцами может служить механизмом для формирования пролапса митрального клапана. Обычно папиллярные мышцы сокращаются по направлению к верхушке и удерживают створки митрального клапана на одном уровне с митральным фиброзным кольцом. Однако при пролапсе митрального клапана (MVP) в пик систолы папиллярные мышцы не в состоянии сократиться по направлению к верхушке, разрешая таким образом створкам митрального клапана провисать в полость левого предсердия. (Из [200], с разрешения American College of Cardiology.)



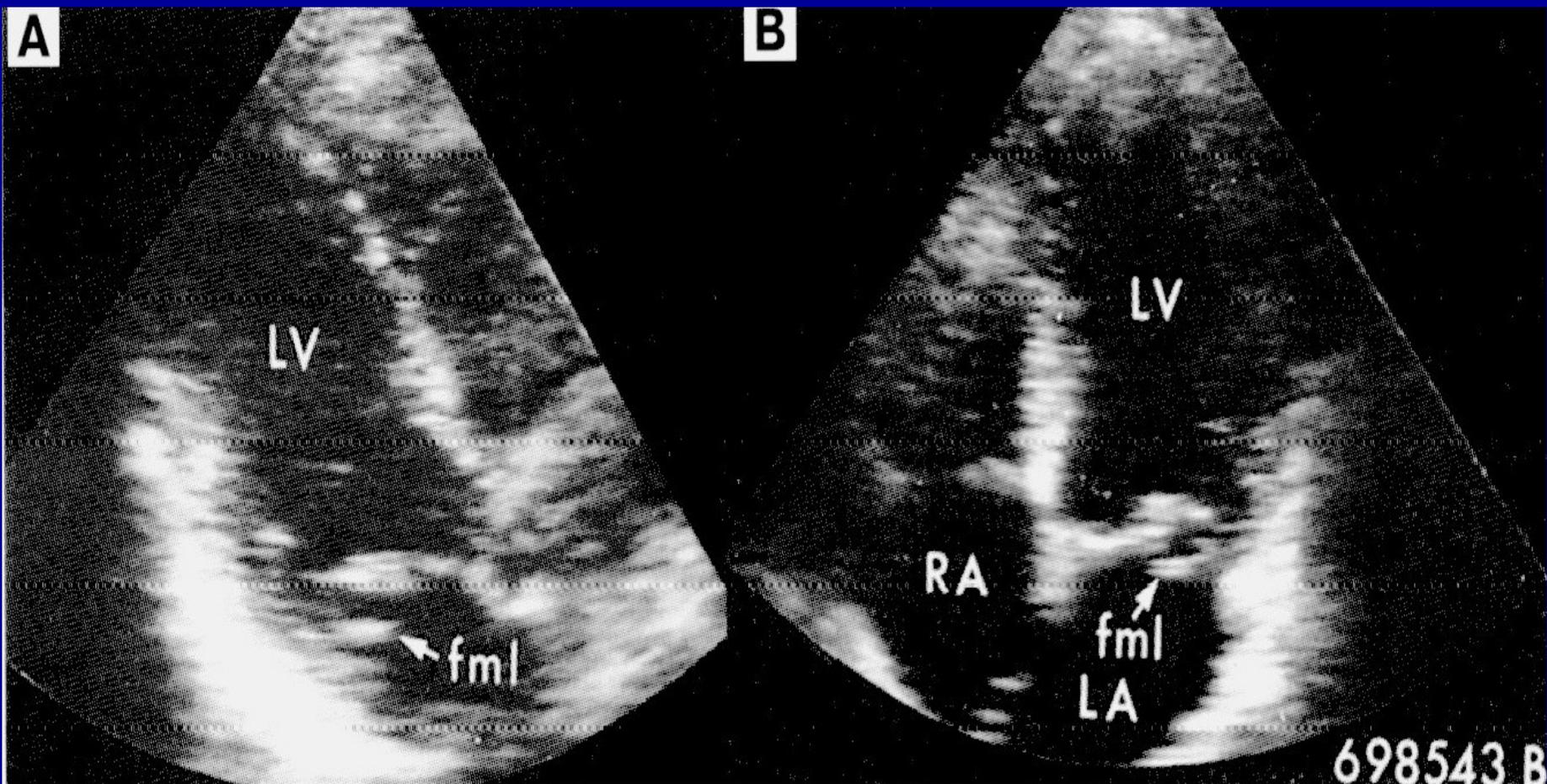
Двухмерные эхокардиограммы при пролапсе митрального клапана. Наблюдается длинный нитевидный тромб (стрелки) между септальной створкой и межжелудочковой перегородкой.



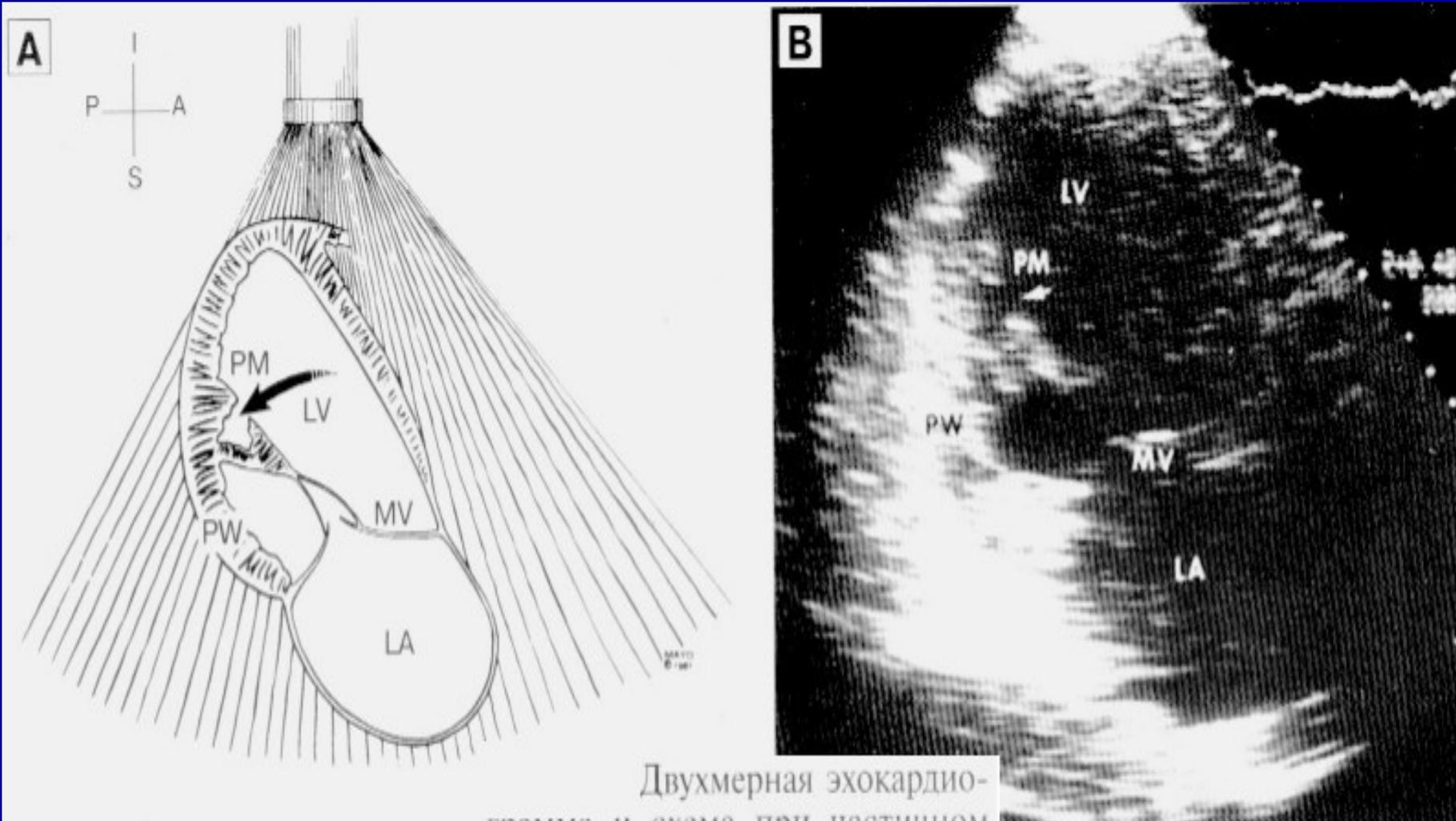
Чреспищеводные эхокардиограммы при пролапсе митрального клапана. Поперечное сечение (А) показывает провисание створок митрального клапана (пунктирная линия) в левое предсердие (LA). Продольное сечение (В) показывает множественные фестоны (стрелки) и совершенно другой вид створок того же клапана. LV – левый желудочек; RV – правый желудочек.



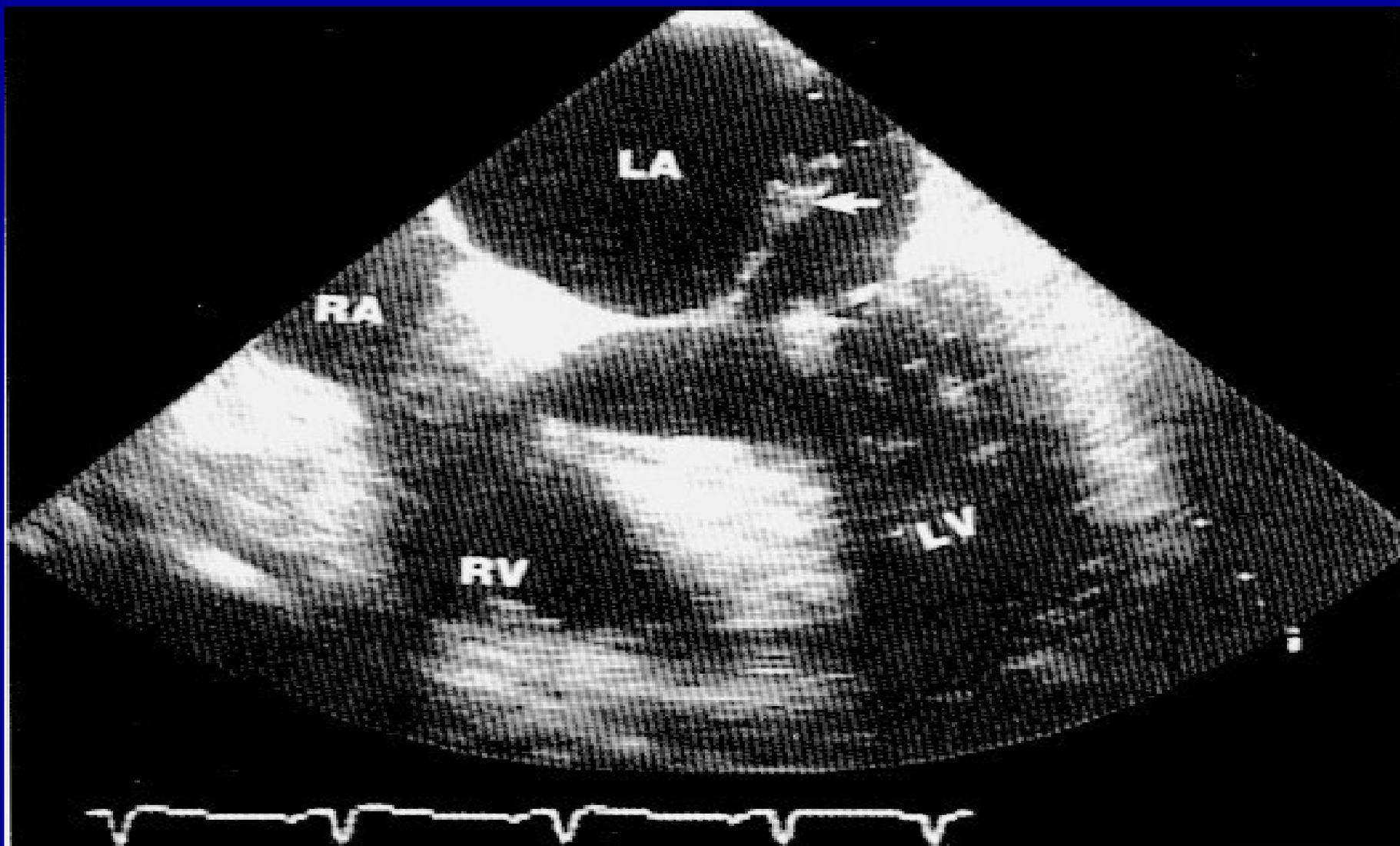
Двухмерная эхокардиограмма (апикальная четырехкамерная позиция) пациента с ишемической болезнью сердца, поражением папиллярной мышцы (pm) и ее дисфункцией. В систолу створки митрального клапана (mv) проваливаются, достигая уровня митрального кольца (пунктирная линия). LV – левый желудочек; LA – левое предсердие.



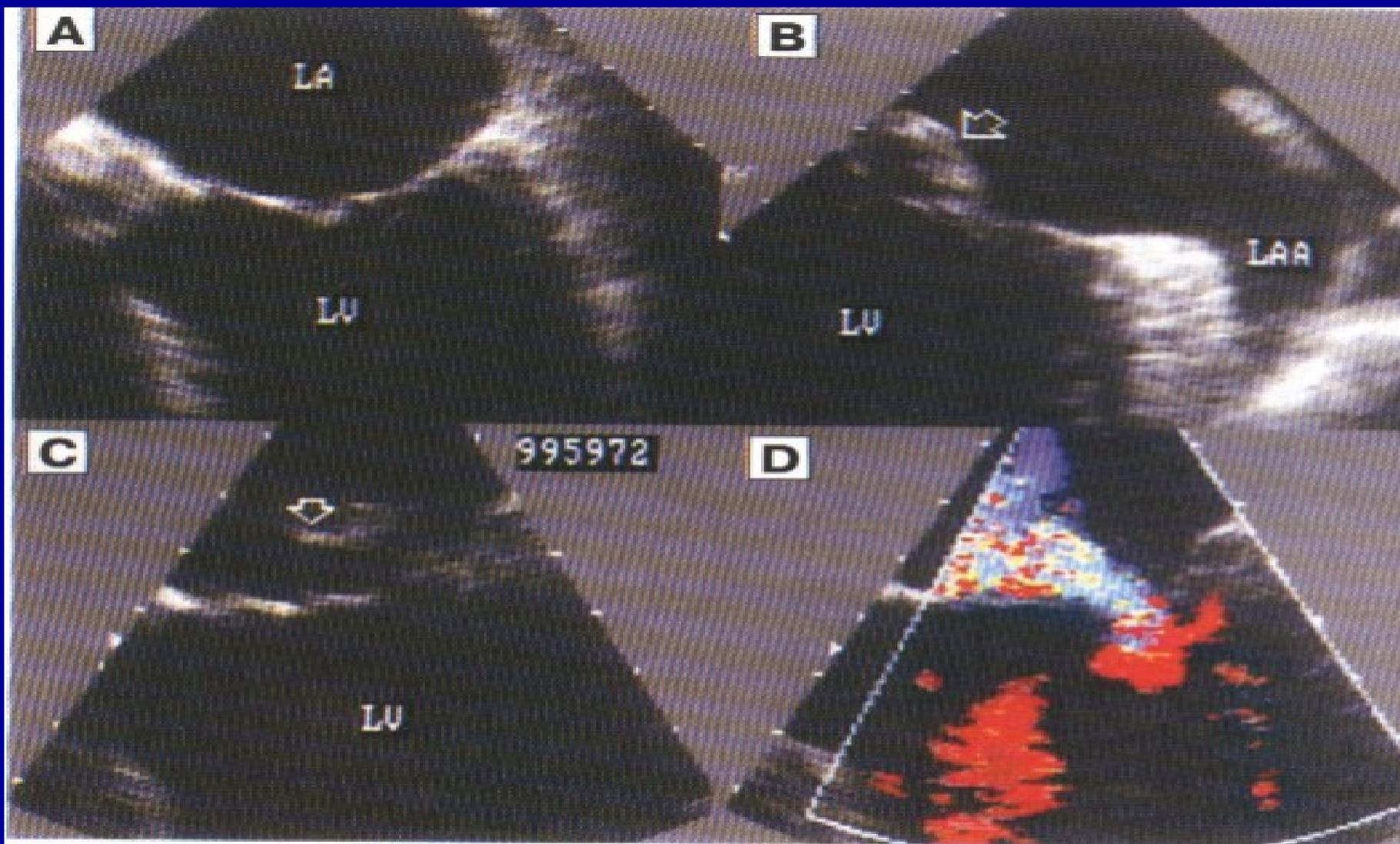
Апикальная двухкамерная и четырехкамерная проекции при патологически подвижной створке митрального клапана (fml). Наблюдается провисание указанной створки в полость левого предсердия (LA) в течение систолы желудочков. LV – левый желудочек; RA – правое предсердие.



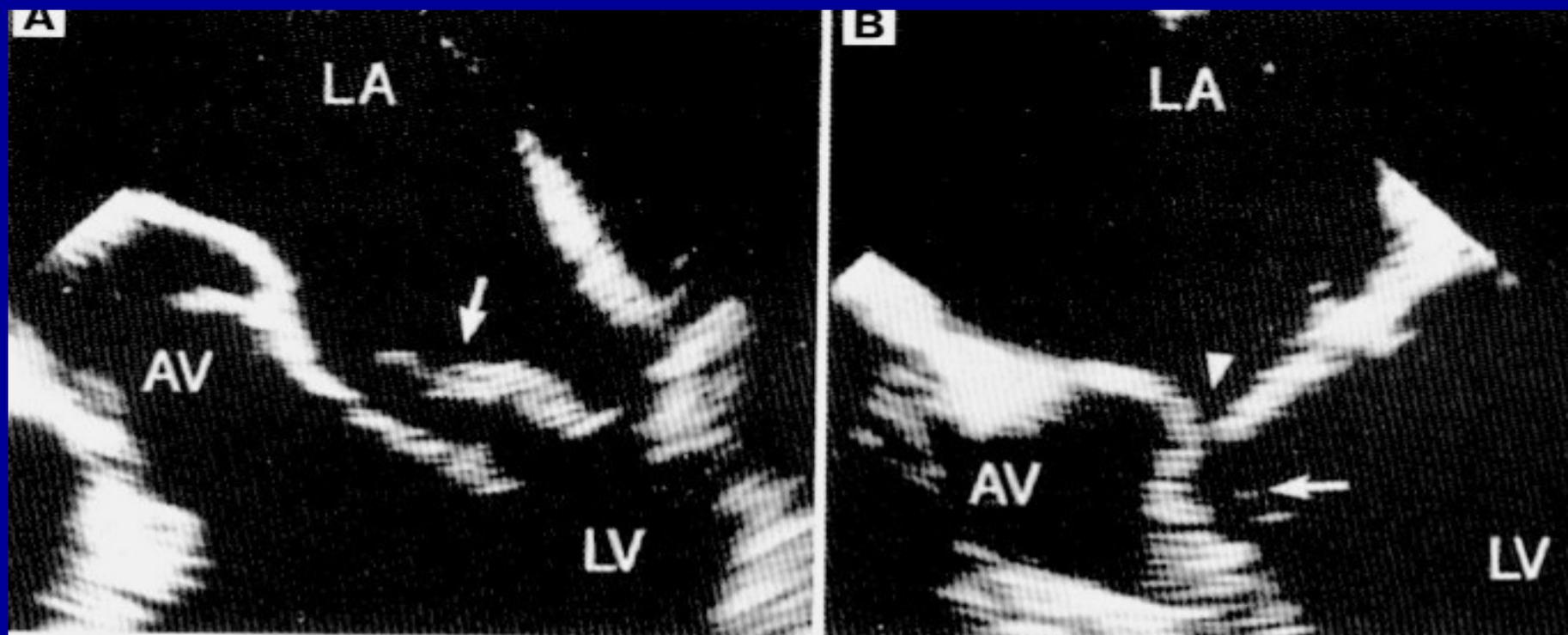
Двухмерная эхокардиограмма и схема при частичном разрыве папиллярной мышцы (PM) после острого инфаркта миокарда. LV – левый желудочек; PW – задняя стенка левого желудочка; MV – митральный клапан; LA – левое предсердие



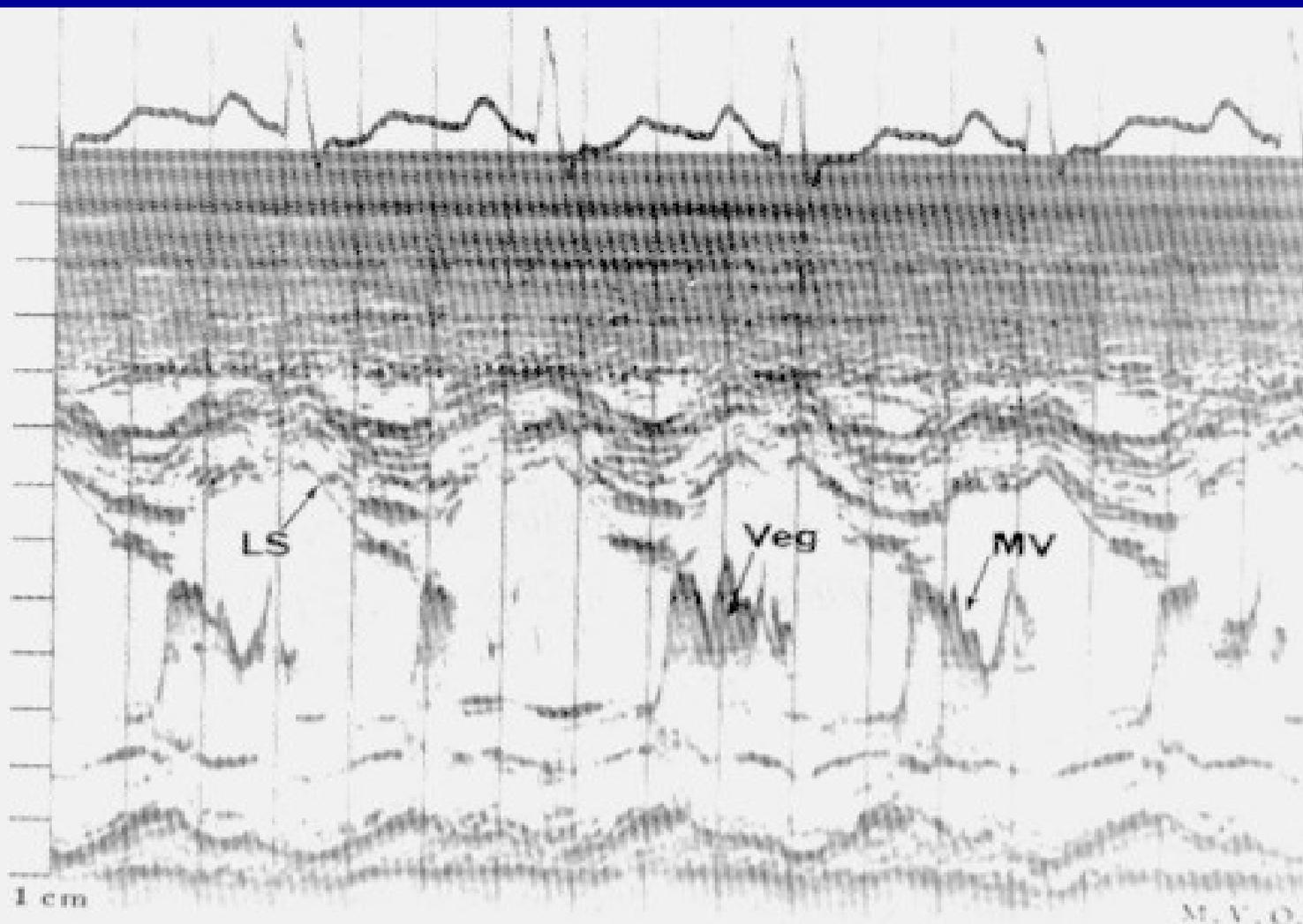
Чреспищеводная эхокардиограмма при отрыве хорд митрального клапана (стрелка). Наблюдаются оторванные хорды и, возможно, головка папиллярной мышцы (стрелка), глубоко пролабирующие в полость левого предсердия. LV — левый желудочек; RA — правое предсердие; RV — правый желудочек.



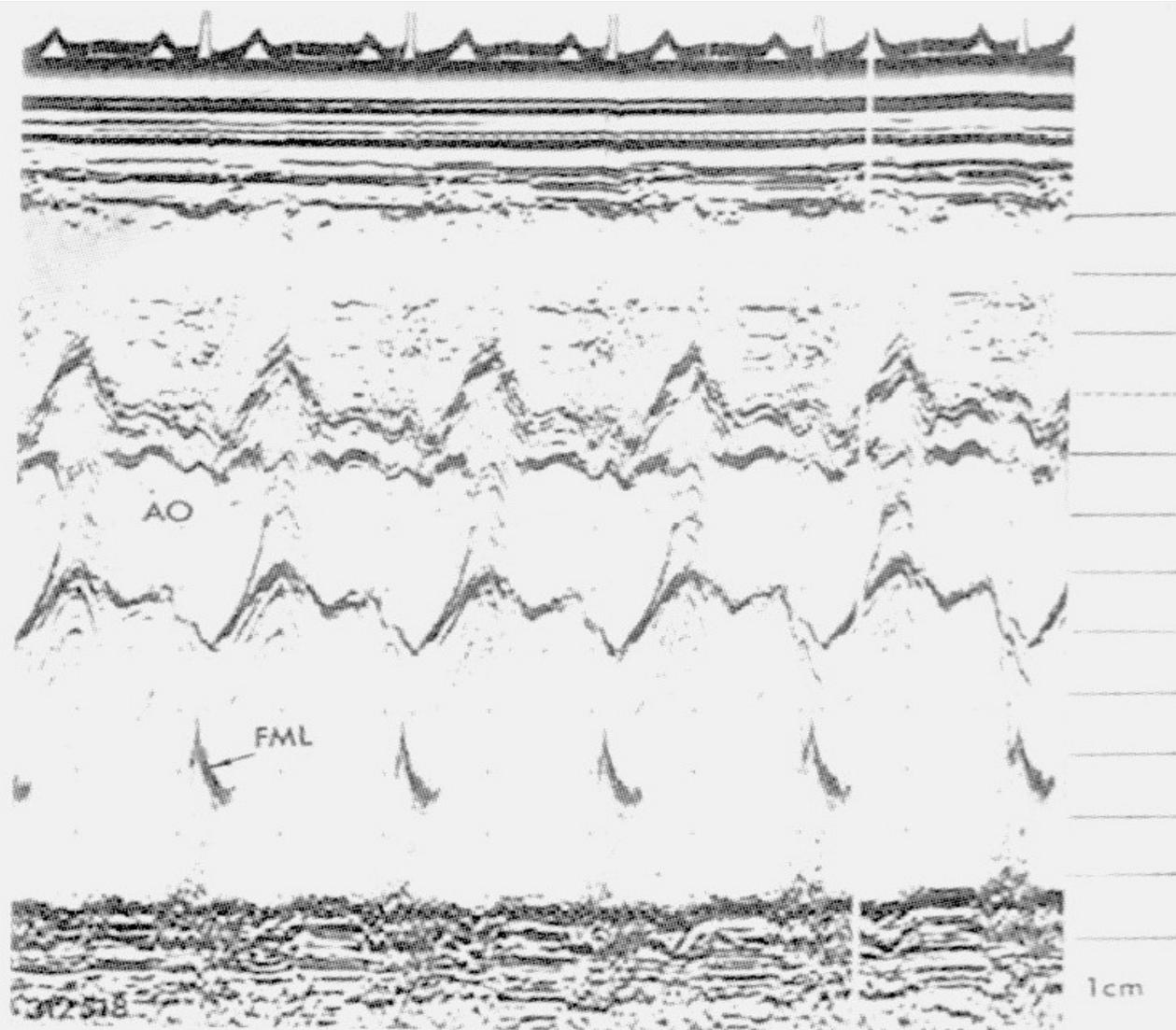
Чреспищеводные эхокардиограммы пациента с патологически подвижной створкой митрального клапана. Указанная створка хорошо заметна на В и С (стрелки), но не так очевидна на А. Эксцентричный характер струи регургитации виден при цветовом доплеровском картировании на D. LA – левое предсердие; LV – левый желудочек.



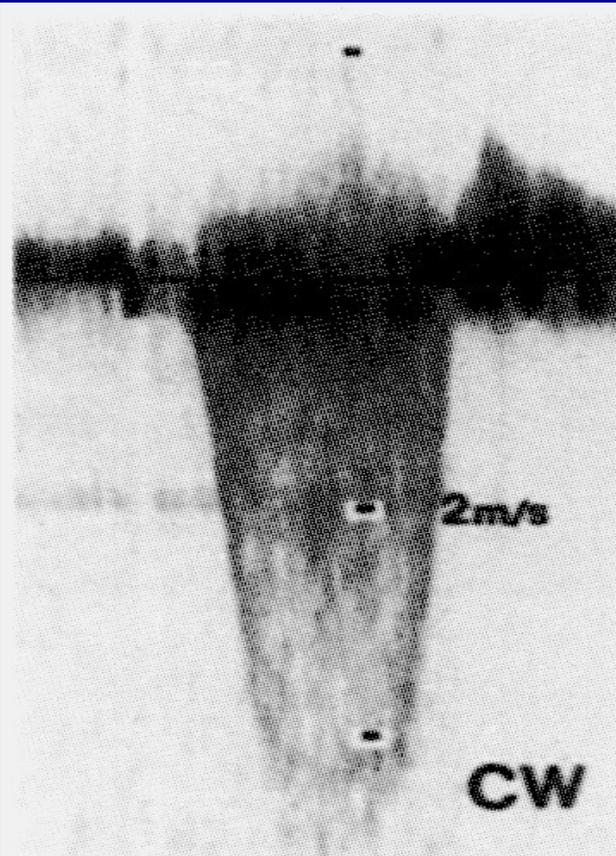
Чреспищеводные эхокардиограммы, полученные во время пластики митрального клапана; показаны створки клапана до хирургической коррекции клапана (А) и после нее (В). Неполное смыкание створок (стрелка) очевидно до коррекции, тогда как более правильное смыкание створок может быть оценено после хирургического вмешательства (треугольничек). Обратите внимание также на показанное стрелкой переднее систолическое движение аппарата митрального клапана после коррекции (стрелка, В). LA – левое предсердие; AV – аортальный клапан; LV – левый желудочек.



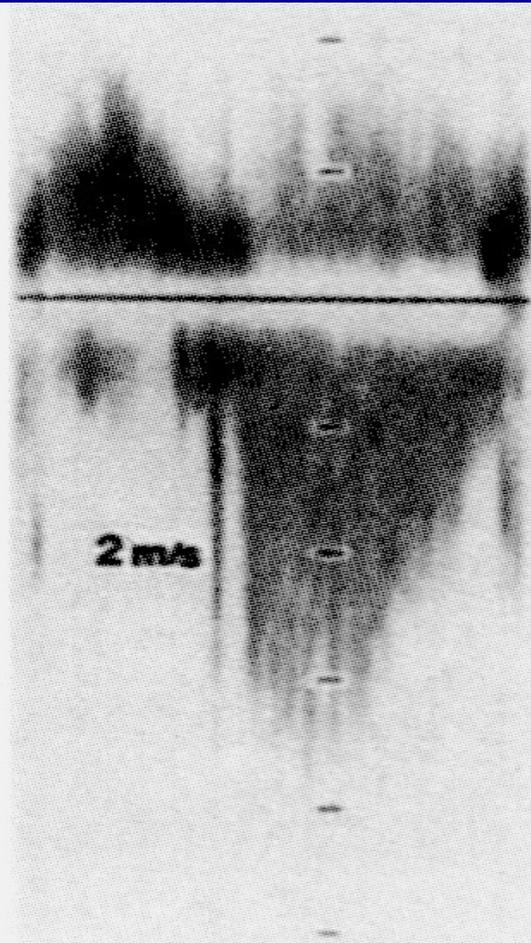
М-эхокардиограмма митрального клапана при отрыве хорд передней створки митрального клапана и вегетациях (Veg), являющихся следствием септического эндокардита. В течение диастолы наблюдается хаотичное движение передней створки митрального клапана (MV), выраженное трепетание створки. LS – левая сторона перегородки.



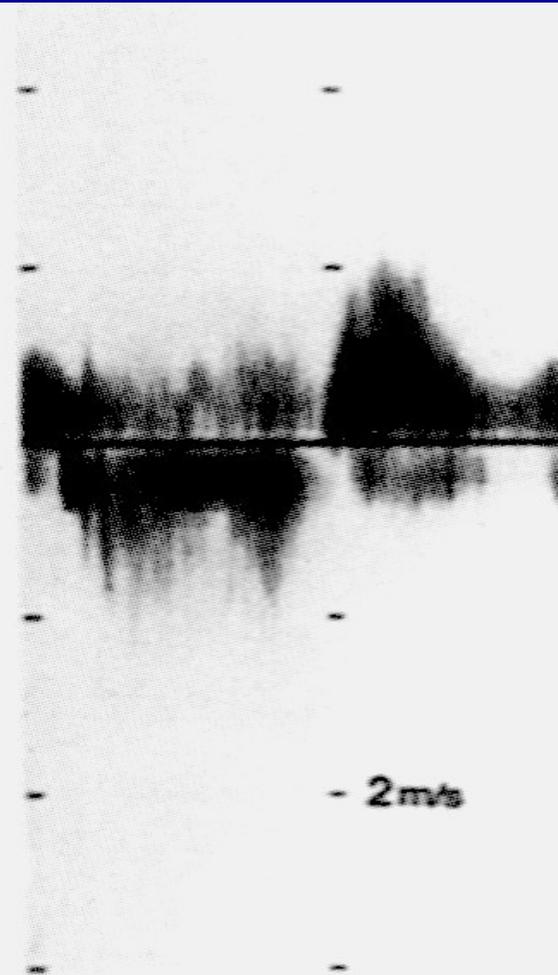
М-эхокардиограмма аорты (АО) и левого предсердия пациента с молотящей створкой митрального клапана (FML). В течение систолы часть указанной створки митрального клапана может быть видна в полости левого предсердия.



Тип А

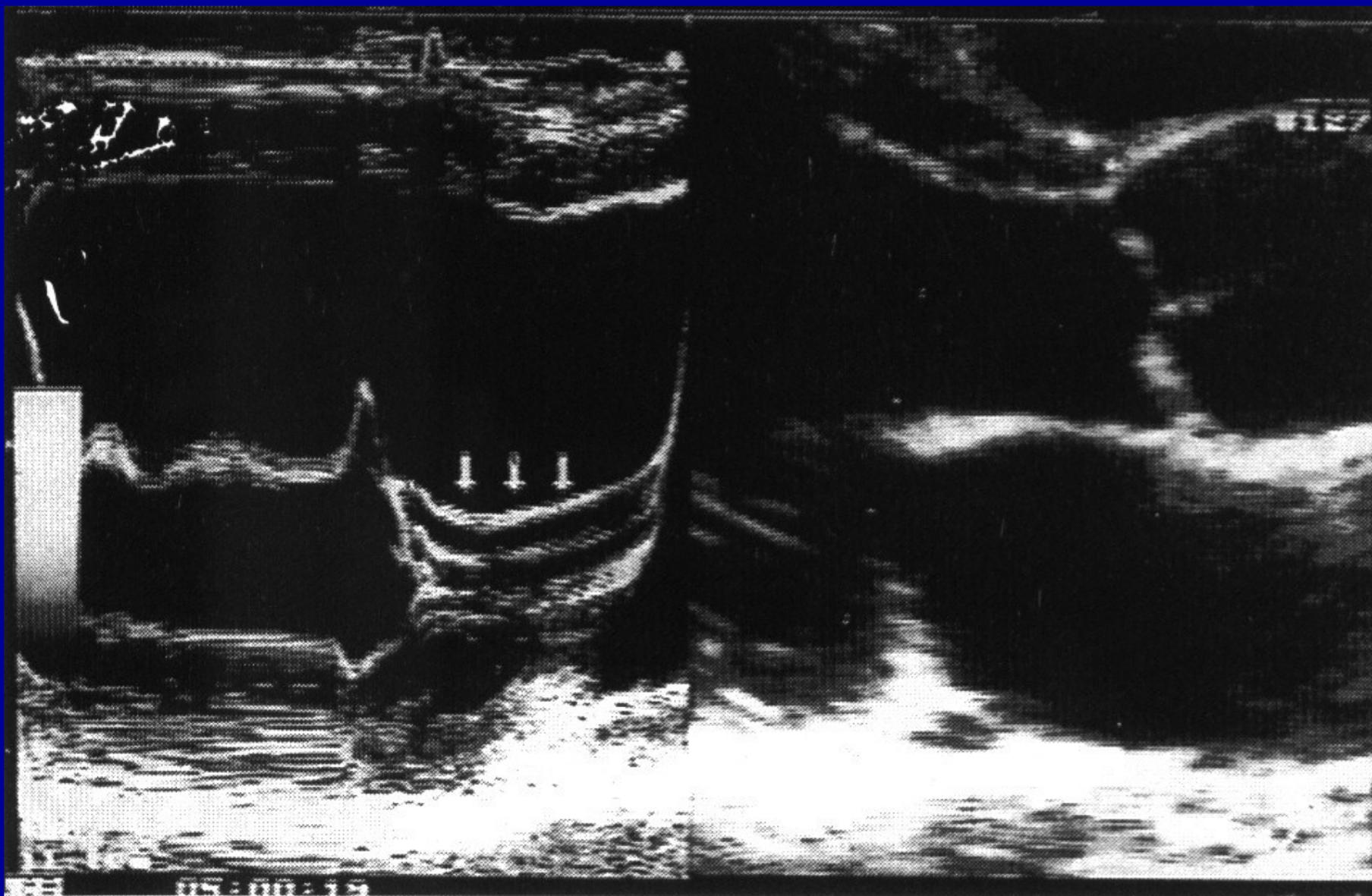


Тип В

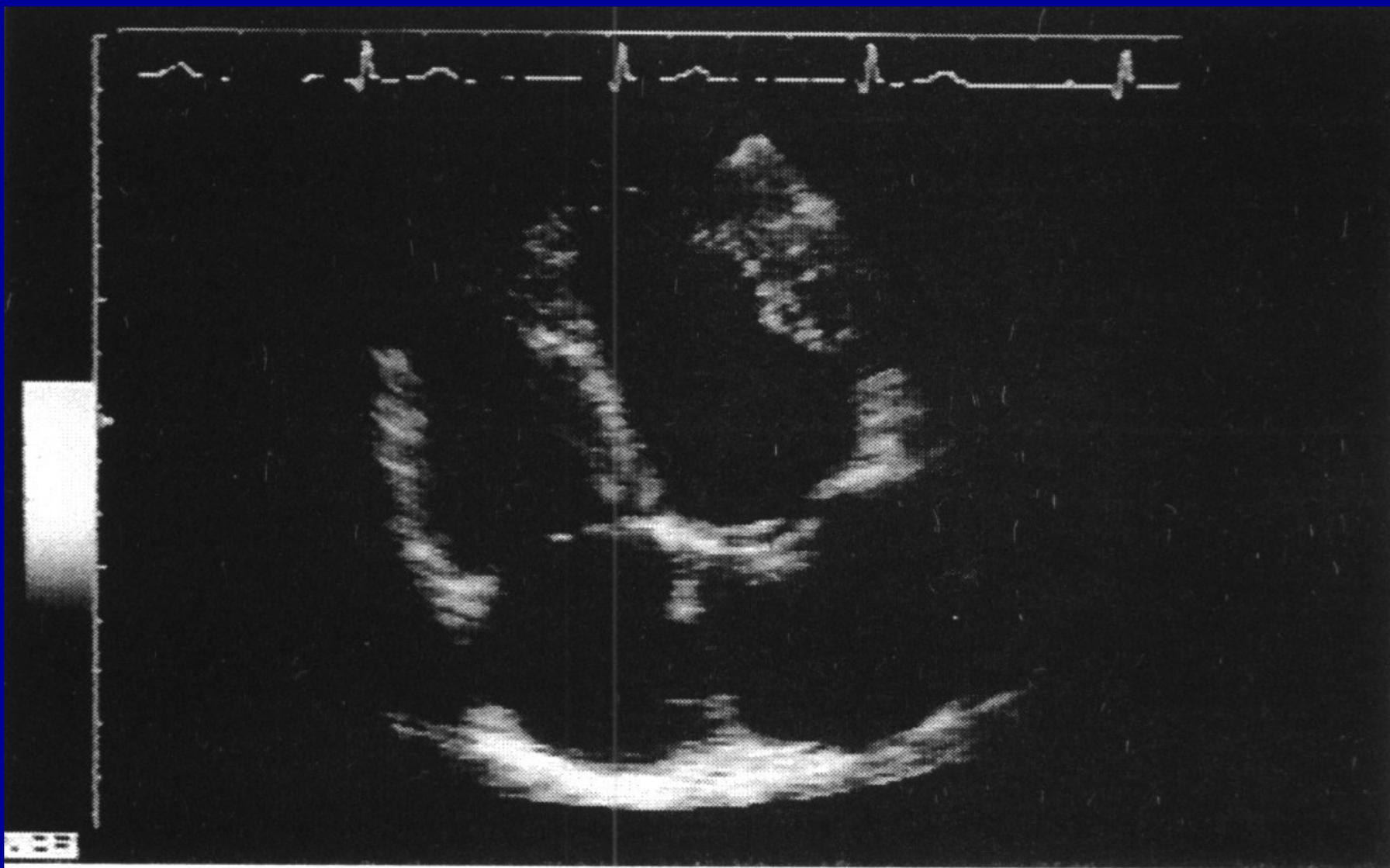


Тип С

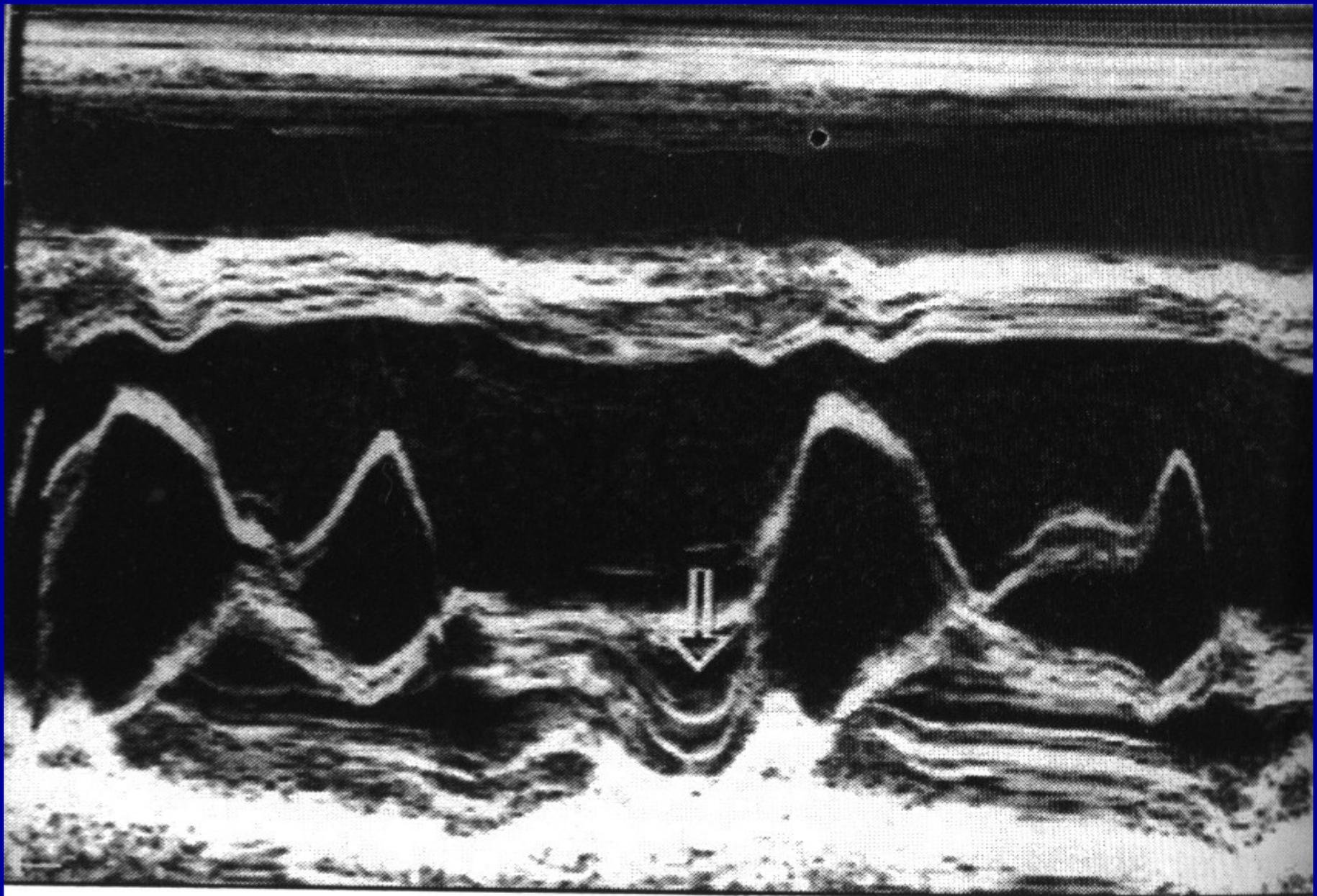
Непрерывноволновые доплеровграммы пациента с мотющимися створками митрального клапана. Можно получить полный спектр струи регургитации (тип А). Из-за эксцентричного характера струи регургитации, однако, можно обнаружить неполные спектры, такие как тип В или тип С.



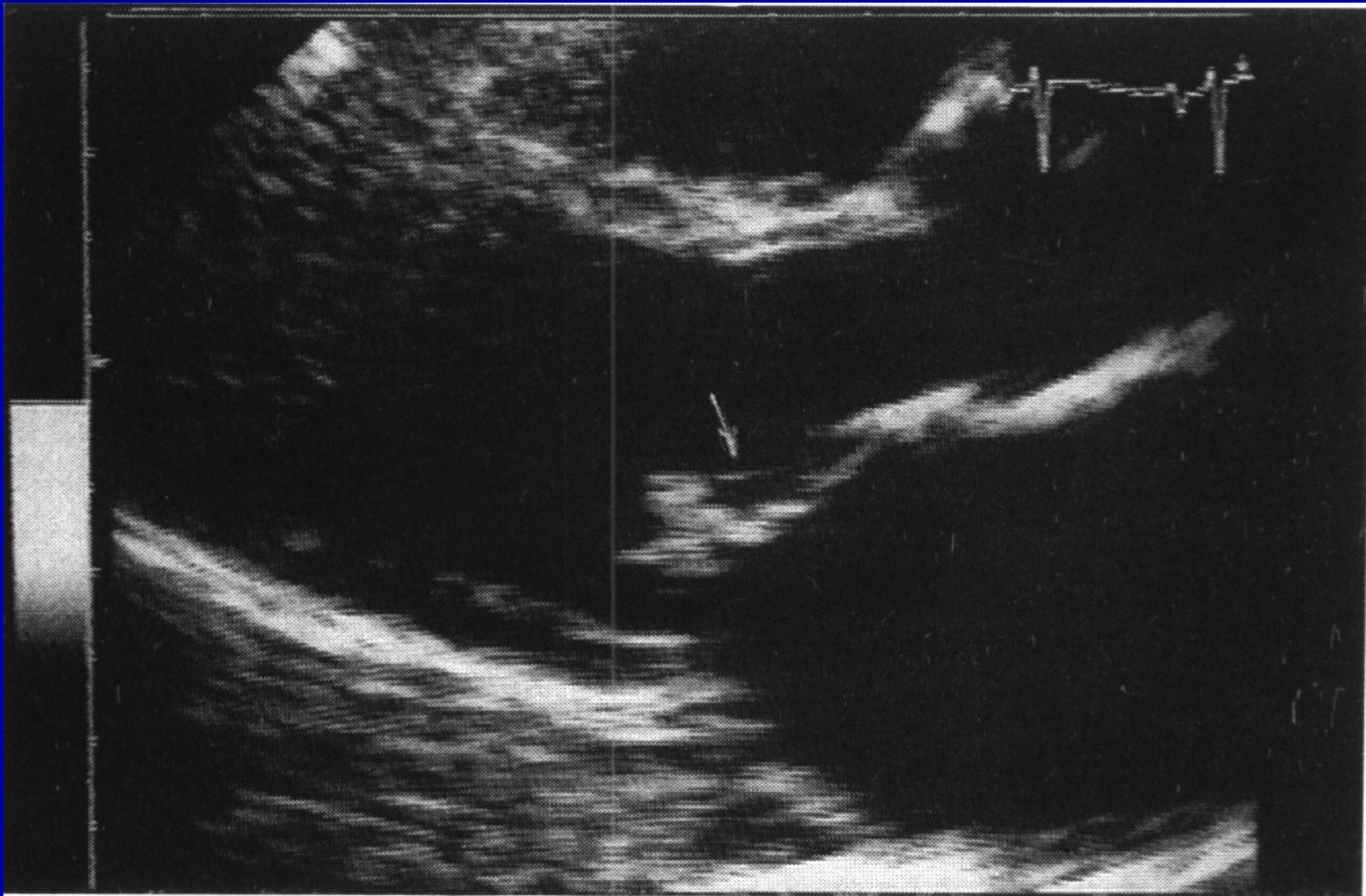
Одно- и двухмерная эхокардиограммы больного с выраженным голосистолическим пролапсом МК.



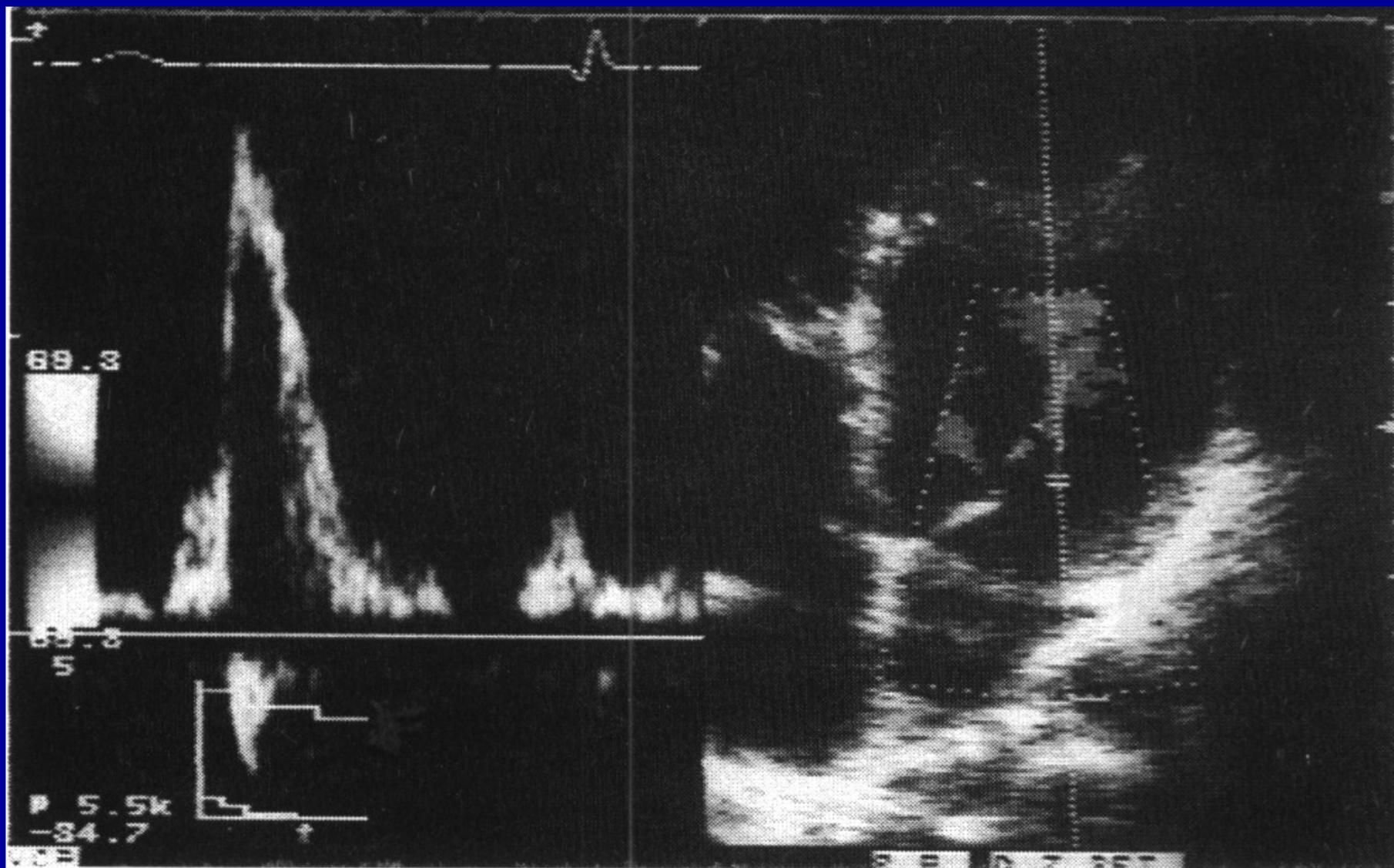
Верхушечный вид голосистолического пролапса передней створки МК глубиной около 1 см того же больного.



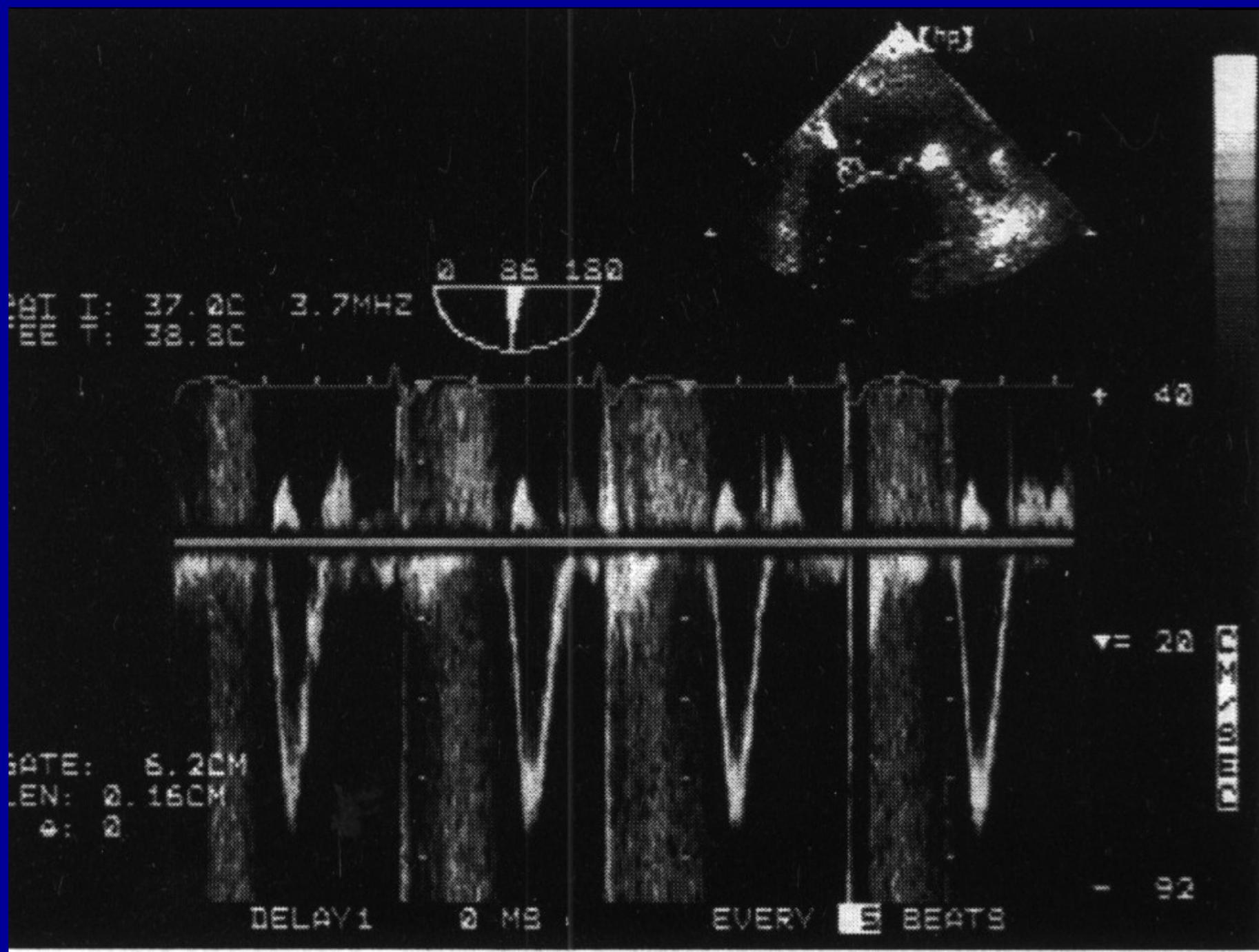
Поздний систолический пролапс обеих створок

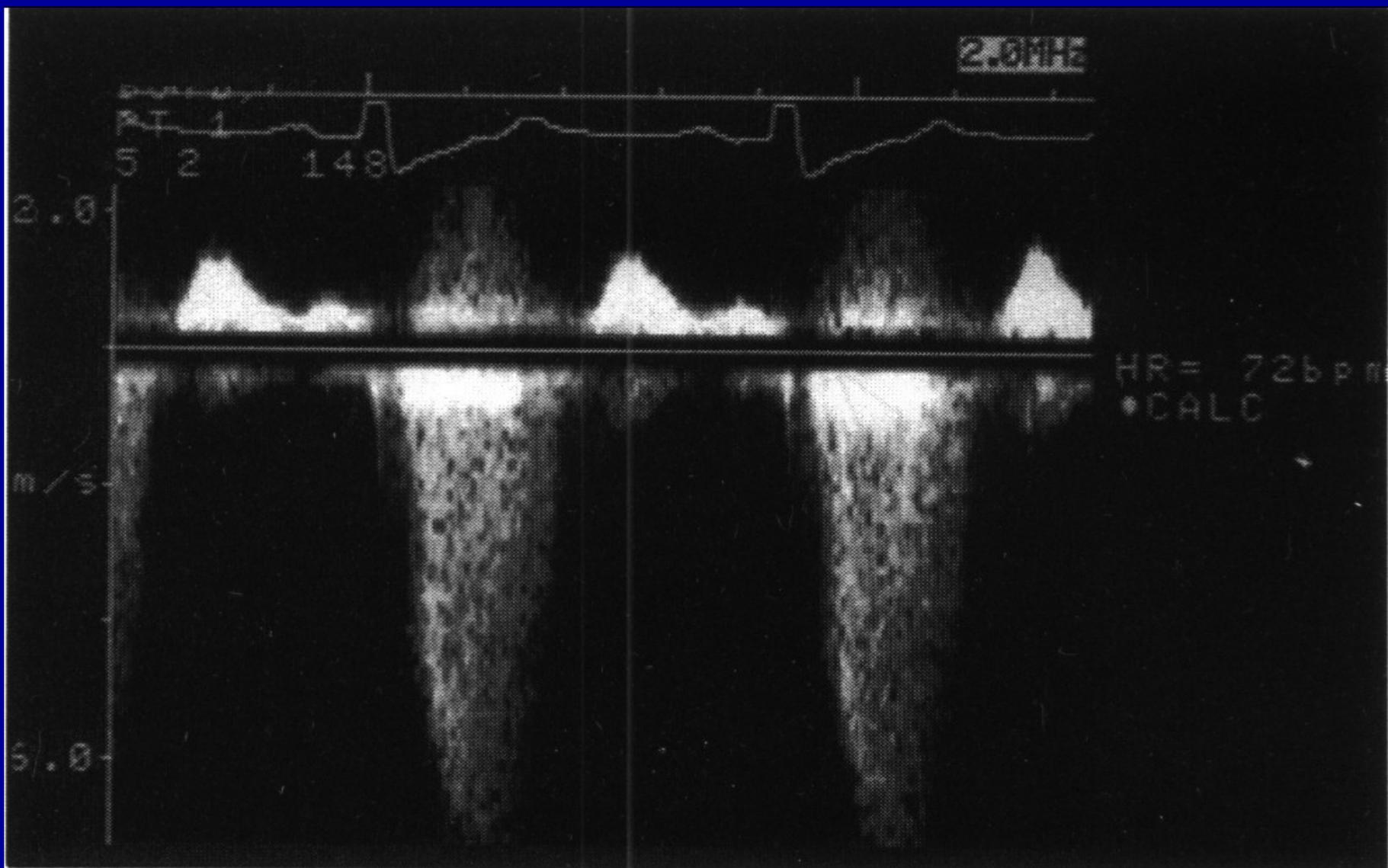


Парастернальный, по длинной оси, вид ЛЖ. Прولاпс передней створки МК (стрелка).



Запись митрального кровотока в режиме ИВ Допплера у того же больного. Регистрируется рестриктивная форма диастолического наполнения ЛЖ (соотношение $E/A > 4$).



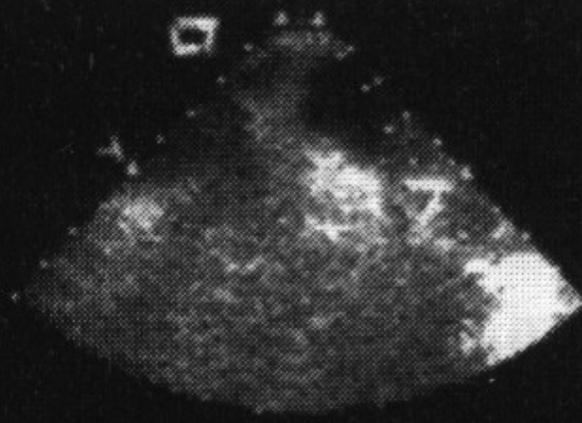


НВ доплеровский спектр митральной регургитации. Максимальная скорость митральной регургитации — 7 м/с.

50dB 3 -/+1/0/2
PW Depth= 46mm
PW Gate= 2.0mm
PW Gain= 3dB

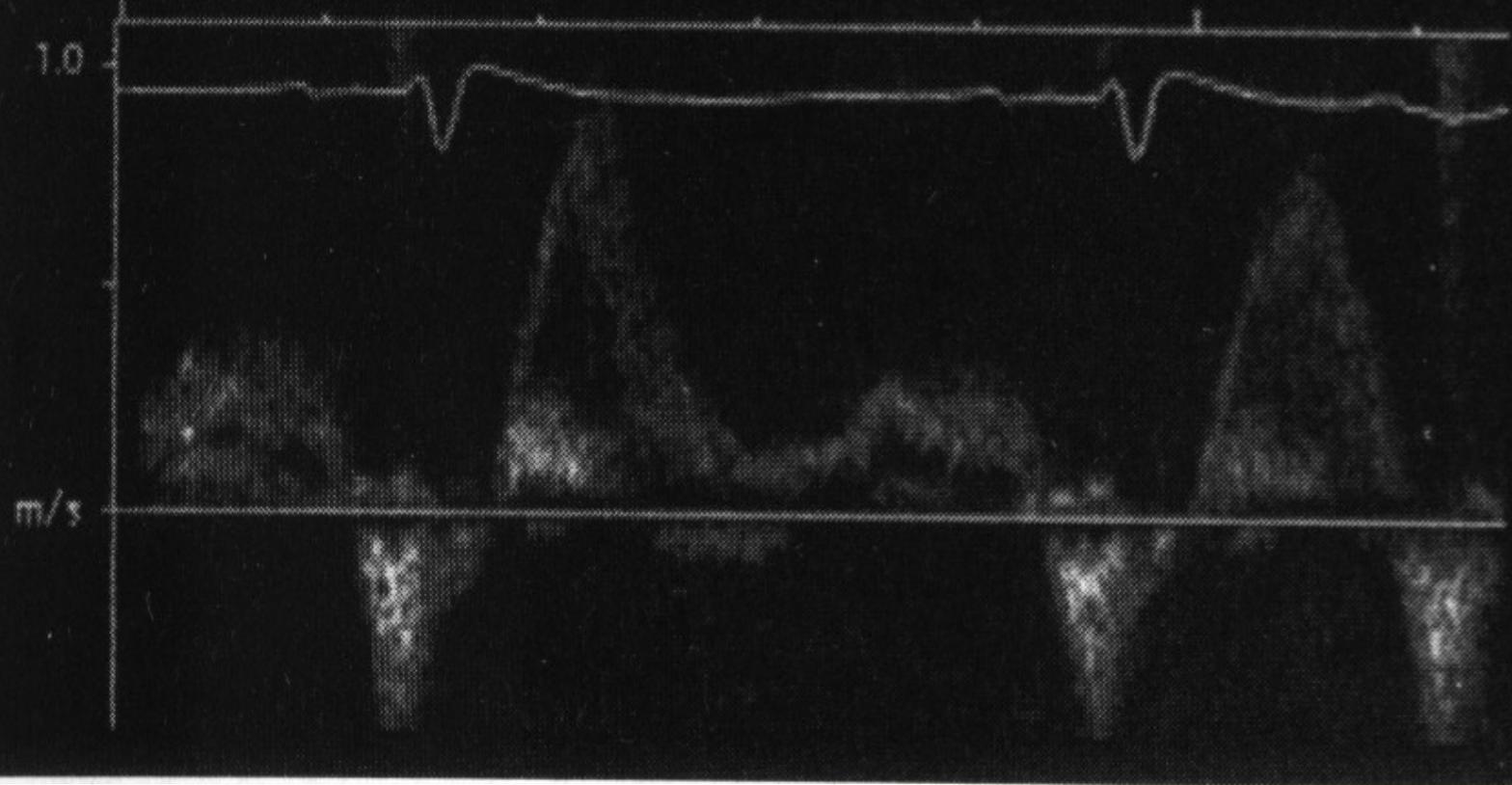


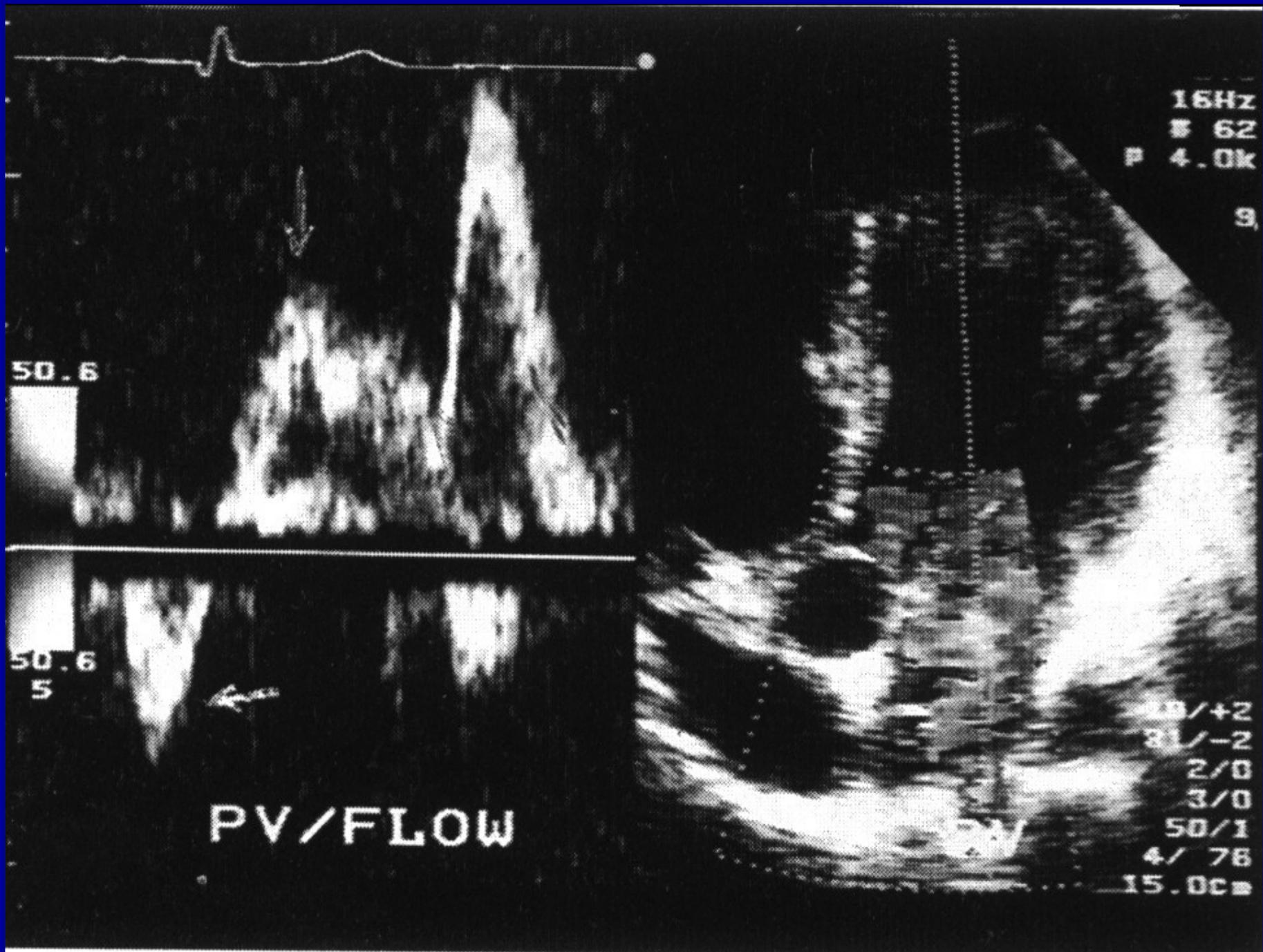
1.000000 pm
TE-V5M
6.0MHz 90mm
TEE
Lens Temp=38.3°C

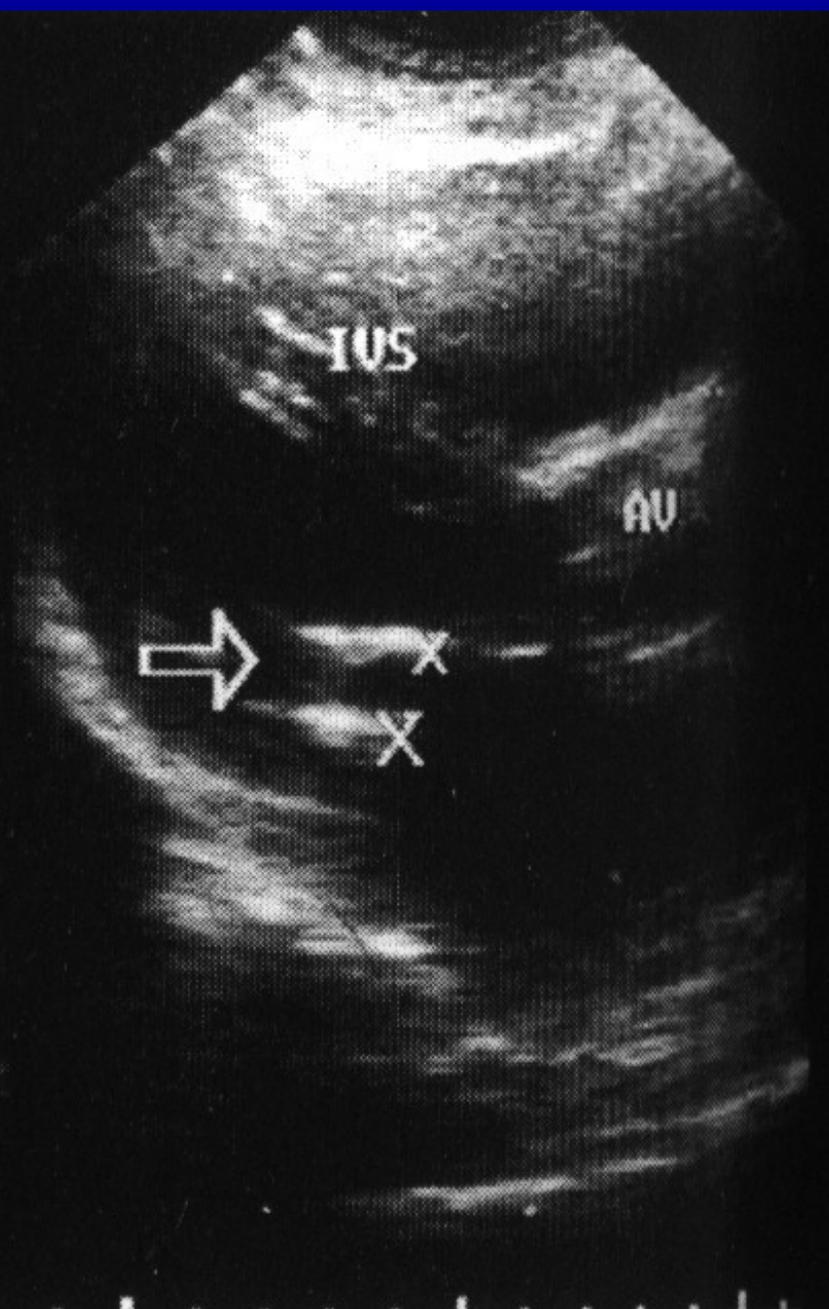
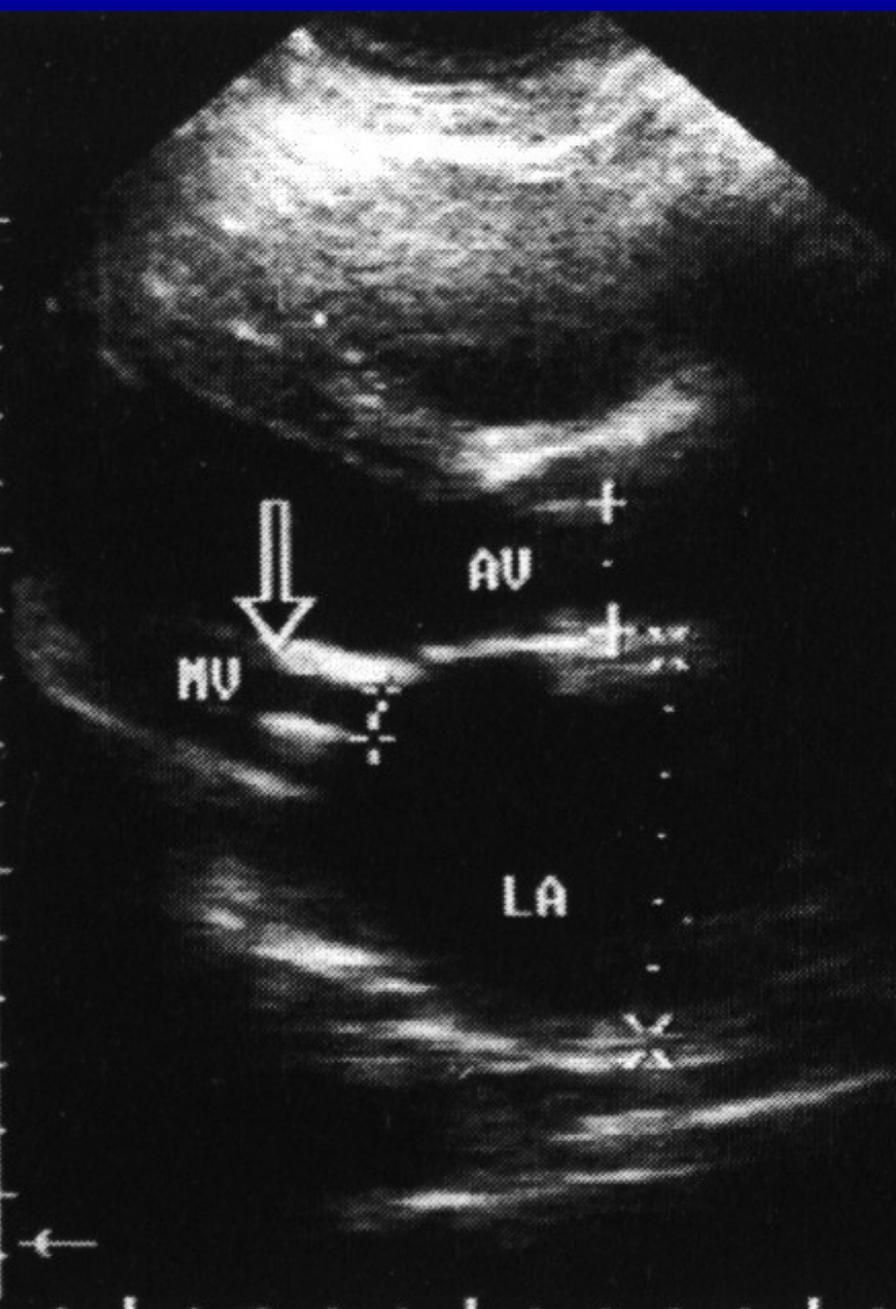


0:12:36
HR= 93bpm
Sweep=150mm/s

PW:3.5MHz





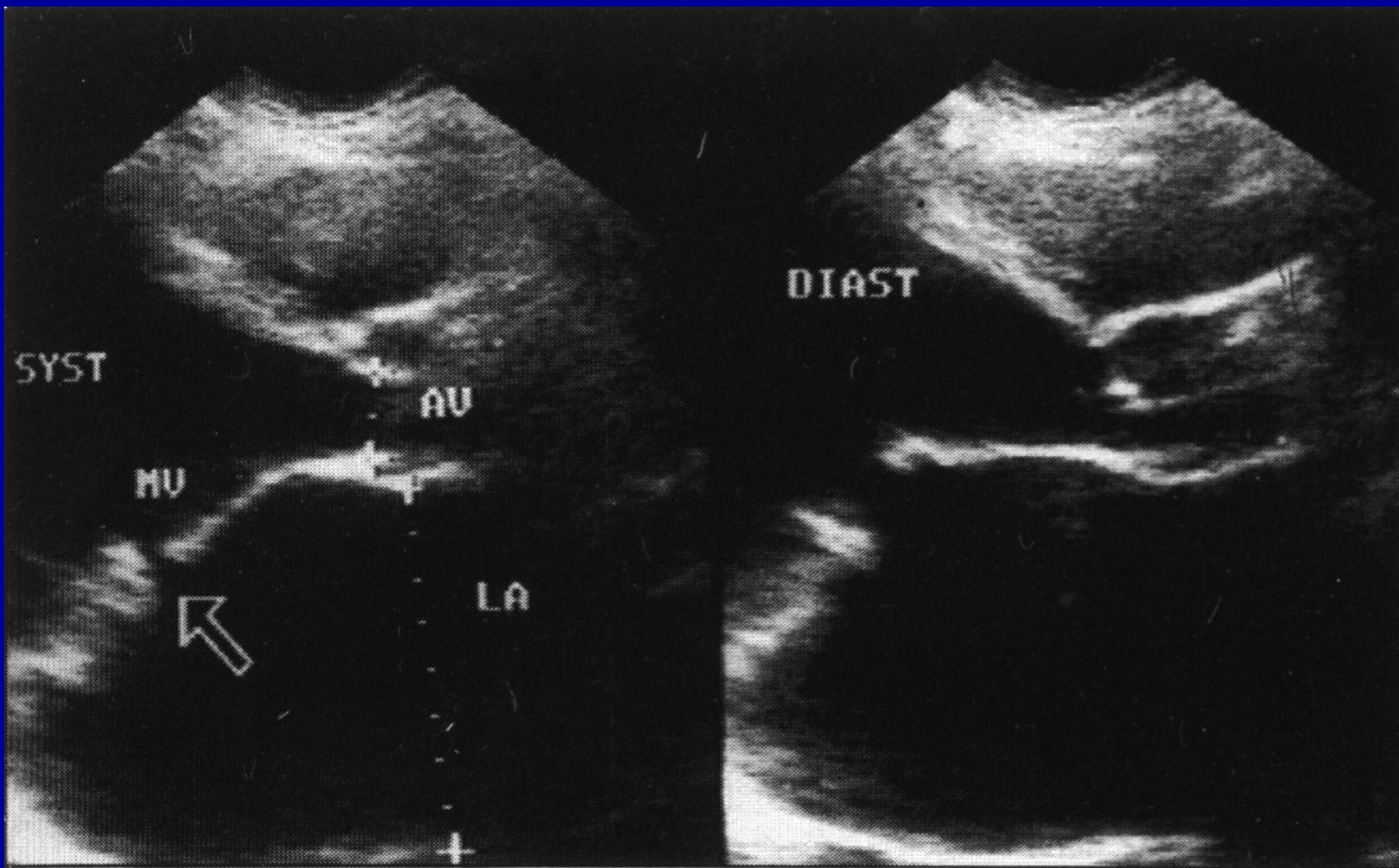


←
+D= 28mm

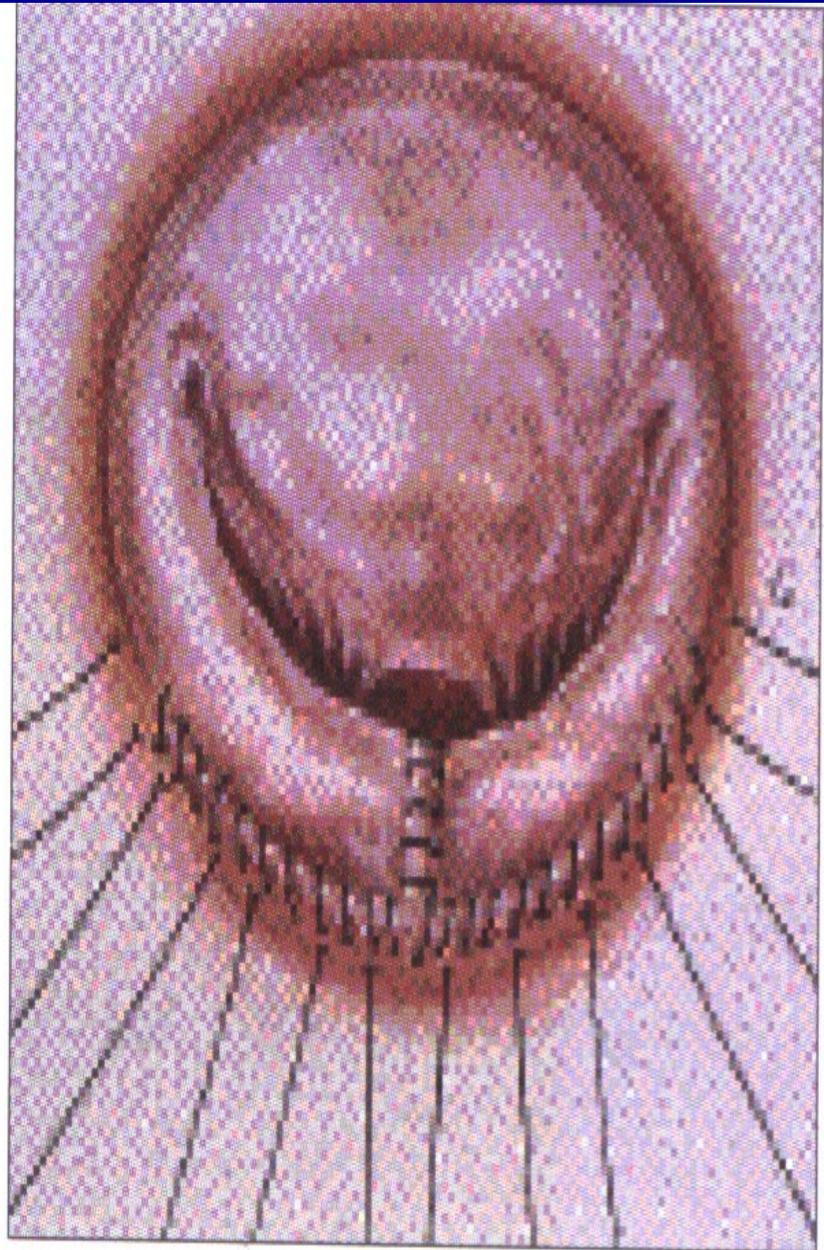
:D= 7.5mm

XD= 14mm

●D= 61mm



Парастернальный, по длинной оси, вид ЛЖ в систоле и диастоле. Створки МК утолщены, в систоле не смыкаются (стрелка). Дилатация ЛЖ и левого предсердия.



АОРТАЛЬНЫЙ СТЕНОЗ

Аортальный стеноз

Этиология:

1. Возрастной дегенеративный кальциноз клапана.
2. Врожденный бicuspidальный аортальный клапан.
3. Ревматизм.
4. Субаортальный стеноз (Мембранозный или ГКМП)
5. Супрааортальный стеноз.

АОРТАЛЬНЫЙ СТЕНОЗ: ЭТИОЛОГИЯ / ПАТОМОРФОЛОГИЯ

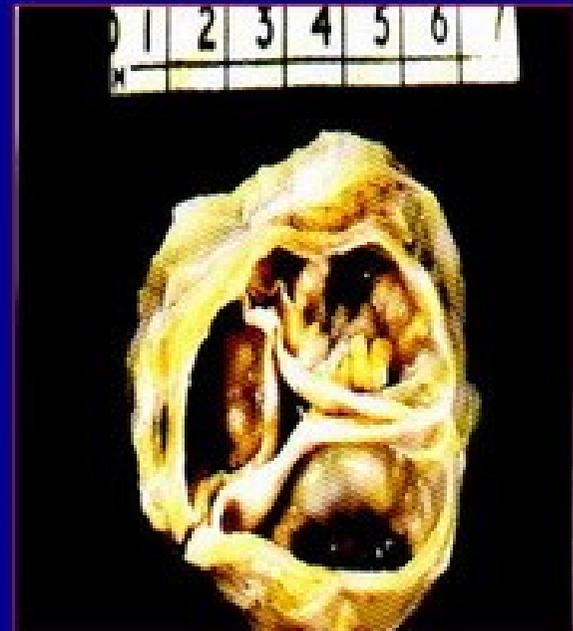
**ВРОЖДЕННЫЙ:
ДВУСТВОРЧАТЫЙ**



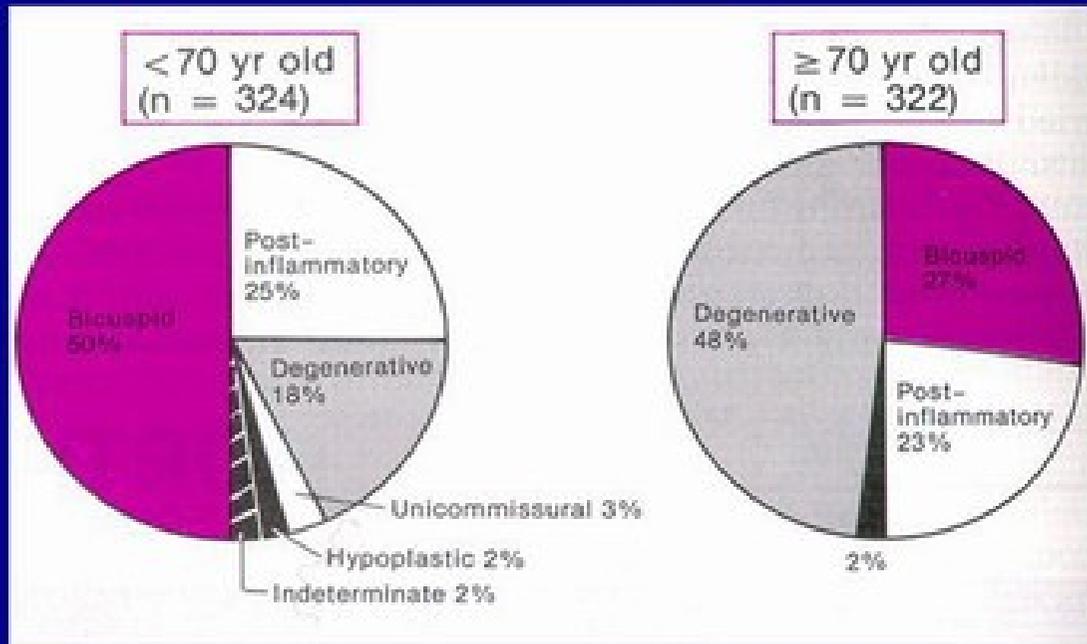
**ПРИБРЕТЕННЫЙ:
РЕВМАТИЗМ**



**ПРИБРЕТЕННЫЙ:
АТЕРОСКЛЕРО-
ТИЧЕСКИЙ**



ПРИЧИНЫ АОРТАЛЬНОГО СТЕНОЗА



Моложе 70 лет наиболее частый:

Двустворчатый АК

Старше 70 лет наиболее частый:

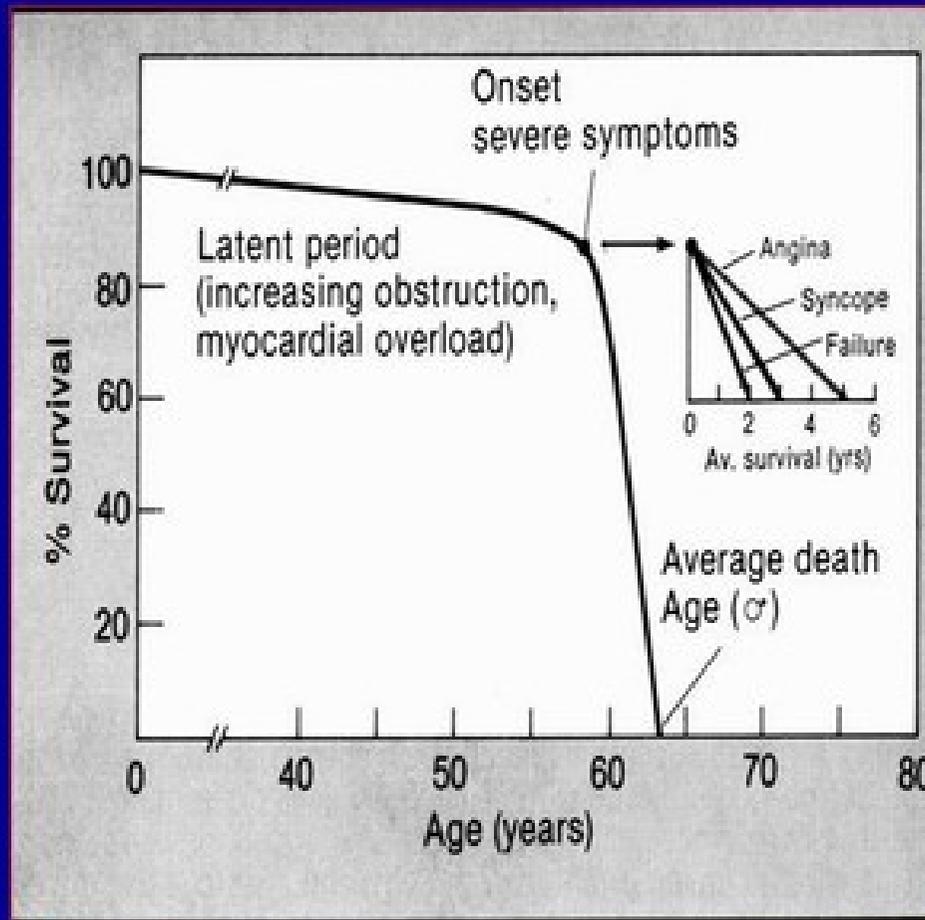
Дегенеративный кальциноз

Passik et al, Mayo Clinic Proc
1987, n=646 surgical cases

Roberts, Circulation 2005;111:920. 932 surgically excised aortic valves age >20 yrs, no associated mitral disease, no prior aortic valvotomy. Age is at time of AVR

	<u>Total</u>	<u>Men</u>	<u>Women</u>	<u>age 20-50</u>	<u>51-70</u>	<u>71-91</u>
Uni- or bicuspid	54%	59%	46%	96%	77%	39%
Tricuspid	45%	40 %	53 %	3 %	32 %	60 %

КЛИНИЧЕСКОЕ ТЕЧЕНИЕ АОРТАЛЬНОГО СТЕНОЗА



Средняя
продолжи-
тельность жизни
после появления:

- Стенокардии – 5 лет
- Синкопальных эпизодов – 3 года
- Застойной СН – 2 года

Carabello and Crawford, NEJM 1997;337:32,
adapted from Ross and Braunwald, Circulation 1968

Двумерная эхокардиография:

- **концентрическая гипертрофия левого желудочка (перегрузка давлением);**
- **патологические изменения клапанных створок, их характер и выраженность.**

Допплер-эхокардиография:

- величина градиента давления на клапане:
- **Умеренный стеноз: 36-64 мм рт.ст.**
- **Критический стеноз: > 64 мм рт.ст.**
- Необходимо определять площадь A_0 с использованием уравнения непрерывности при снижении сократимости ЛЖ

■ **$S_{кл} = S_{лж.вын} \cdot V_{лж.вын} / V_{макс}$** , где

$S_{лж.вын}$ - площадь ВТЛЖ

$V_{лж.вын}$ - скорость потока в ВТЛЖ (PWD);

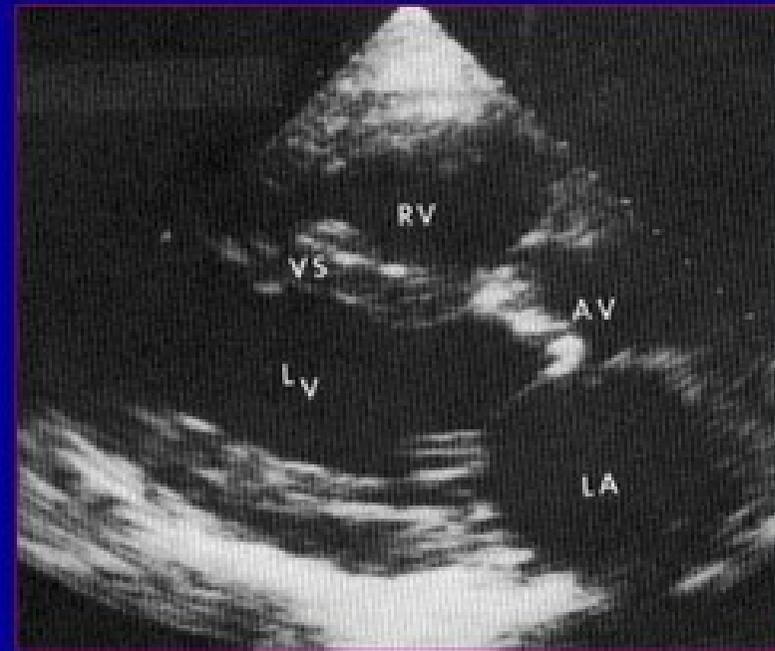
$V_{макс}$ – макс. скорость потока на АК (CWD).

■ **Умеренный стеноз 0,6-1 см²**

Критический стеноз < 0,6 см².

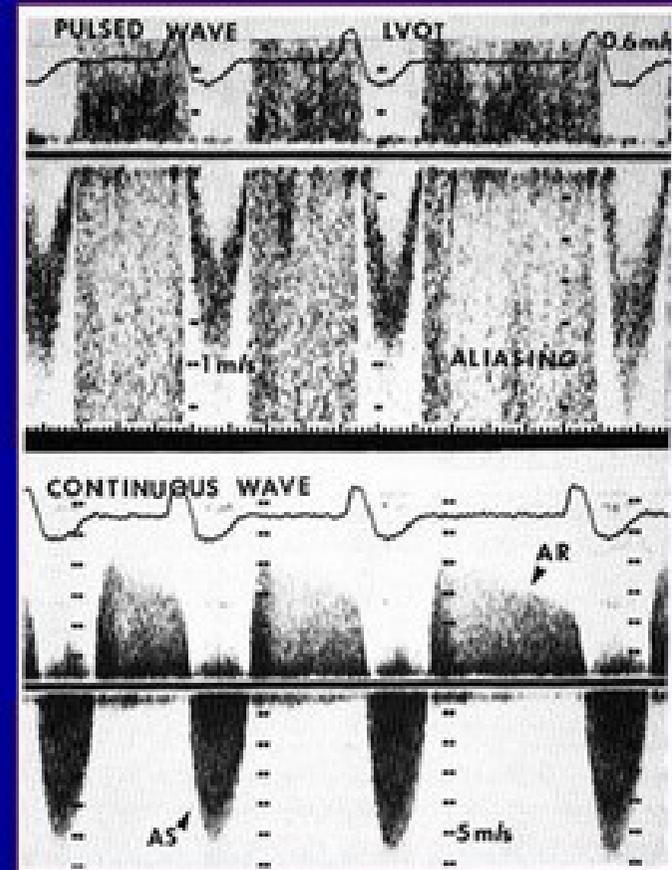
АОРТАЛЬНЫЙ СТЕНОЗ

- 2-D ЭхоКГ
 - Кальциноз, морфология клапана, экскурсия створок
 - Планиметрия площади АО (ЧПЭхо)
- М-режим
 - доп. подтверждение размеров ЛЖ и патологии раскрытия клапана

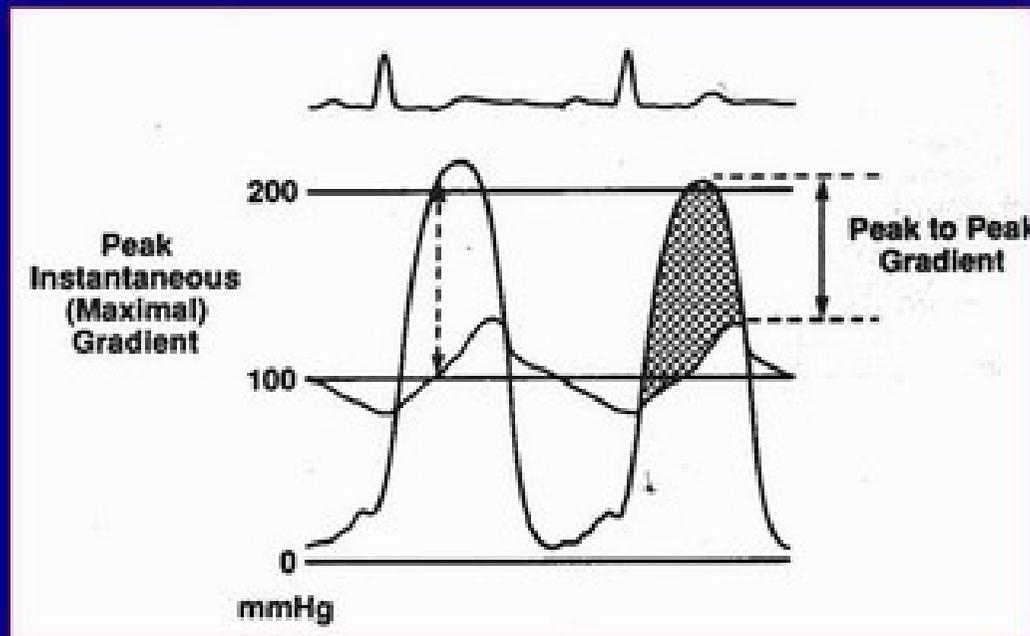


АОРТАЛЬНЫЙ СТЕНОЗ

- Допплер
 - Определение пикового и среднего градиентов (модифицированное уравнение Бернулли)
 - Ур-е непрерывности потока для определения площади АО
 - Расчет резистентности клапана



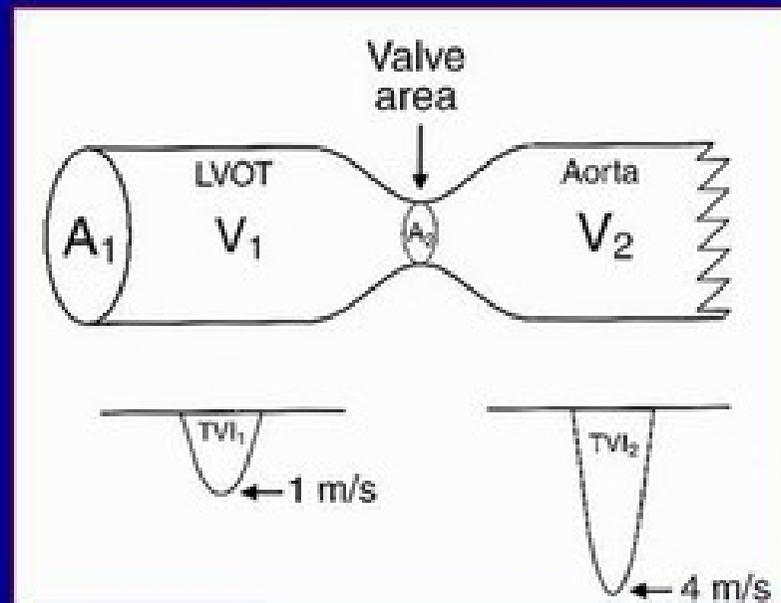
АОРТАЛЬНЫЙ СТЕНОЗ: Расхождение пикового градиента по данным Допплера и катетеризации



- Потенциальная переоценка по Допплеру
 - Peak instantaneous vs. Peak to Peak
 - Failure to subtract LVOT velocity
 - Pressure recovery
 - Measuring mitral regurgitation

АОРТАЛЬНЫЙ КЛАПАН: Уравнение непрерывности потока (УНП)

- Уравнение непрерывности потока использует закон сохранения массы
 - Ударный объем 1 = Ударный объем 2
 - (Площадь x VTI) 1 = (Площадь x VTI) 2
 - Площадь 2 = (Площадь x VTI) 1 / VTI 2



АОРТАЛЬНЫЙ СТЕНОЗ: Уравнение непрерывности потока

- $Q = A_1 V_1 = A_2 V_2$

- Поэтому:

$$A_1/A_2 = V_1/V_2$$

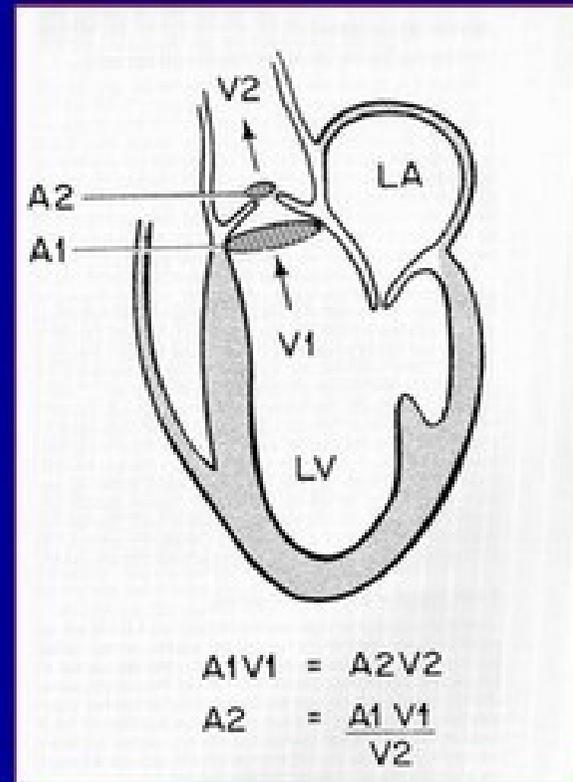
- V и VTI

взаимозаменяемы

$$S_{AV} = S_{LVOT} * V_{LVOT} / V_{AV}$$

или

$$S_{AV} = S_{LVOT} * VTI_{LVOT} / VTI_{AV}$$



АОРТАЛЬНЫЙ СТЕНОЗ: Снижение функции ЛЖ

- Внешняя оценка клапана
- Объективный статус пациента
- Дальнейшая диагностическая оценка
 - ЧПЭхоКГ
 - Стресс-эхо с добутамином: низкий выброс вызывает снижение открытия клапана, если площадь отверстия вырастает $\geq 0,2$ см² на низких дозах добутамина

АОРТАЛЬНЫЙ СТЕНОЗ

- Определение тяжелого АС:
 - Пиковая скорость $\geq 4,0-4,5$ м/сек
 - Средний градиент на клапане ≥ 50 мм Нг
 - Площадь АО $\leq 0,75$ см² или $0,45$ см²/м²*
 - Соотношение VTI или пиковой скорости LVOT / АК ≤ 0.2

* Значительные расхождения в литературе – по некоторым данным площадь АО $\leq 1,0$ см²

Классификация Аортального Стеноза: Количественная оценка

- **Легкий Аортальный стеноз**

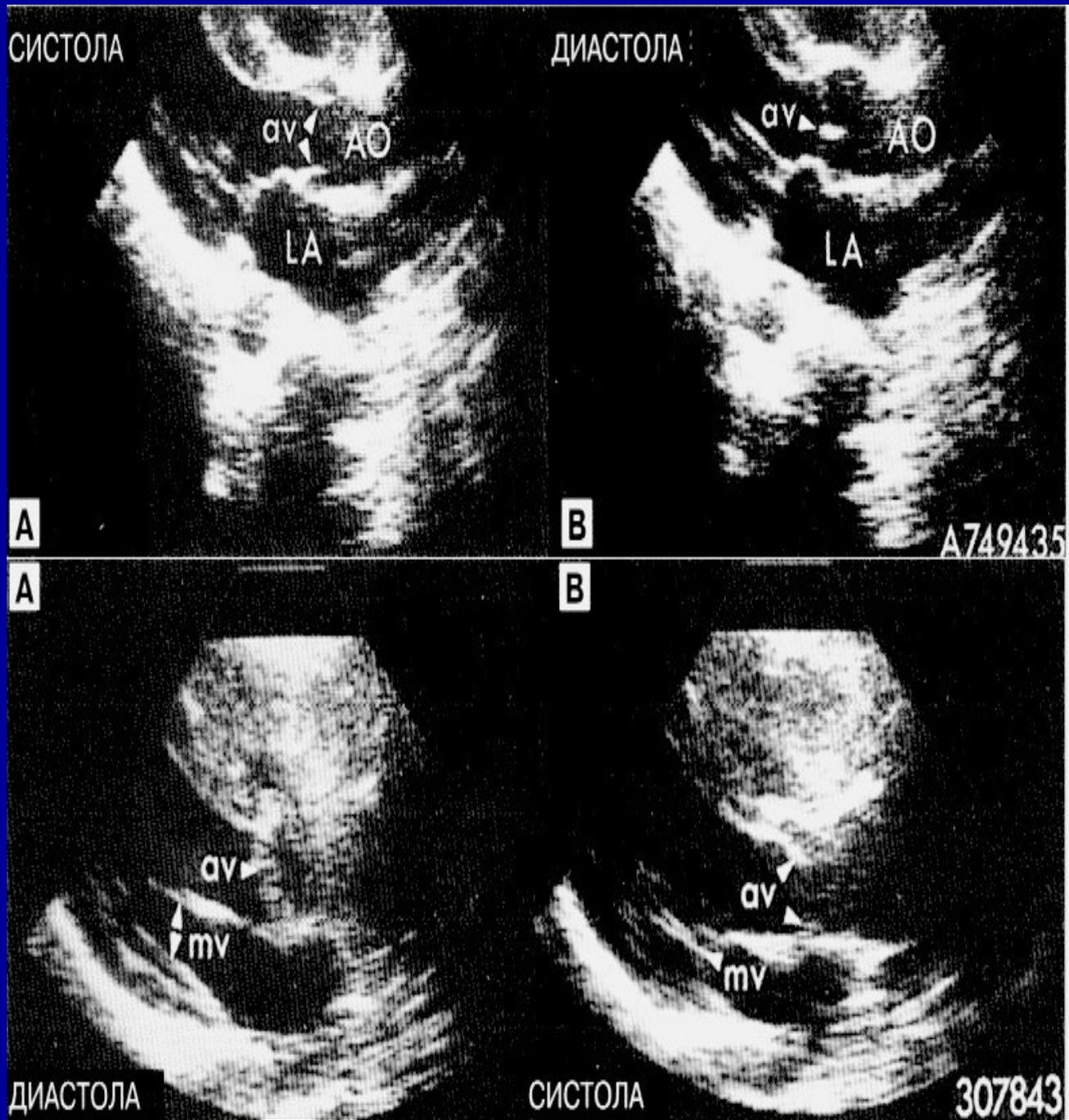
Площадь АО 1.1-1.9 cm^2 Градиент ЛЖ-АО $< 36 \text{ mm Hg}$

- **Умеренный Аортальный стеноз**

Площадь АО 0.75-1.0 cm^2 ; Градиент ЛЖ-АО = 36-50 mm Hg

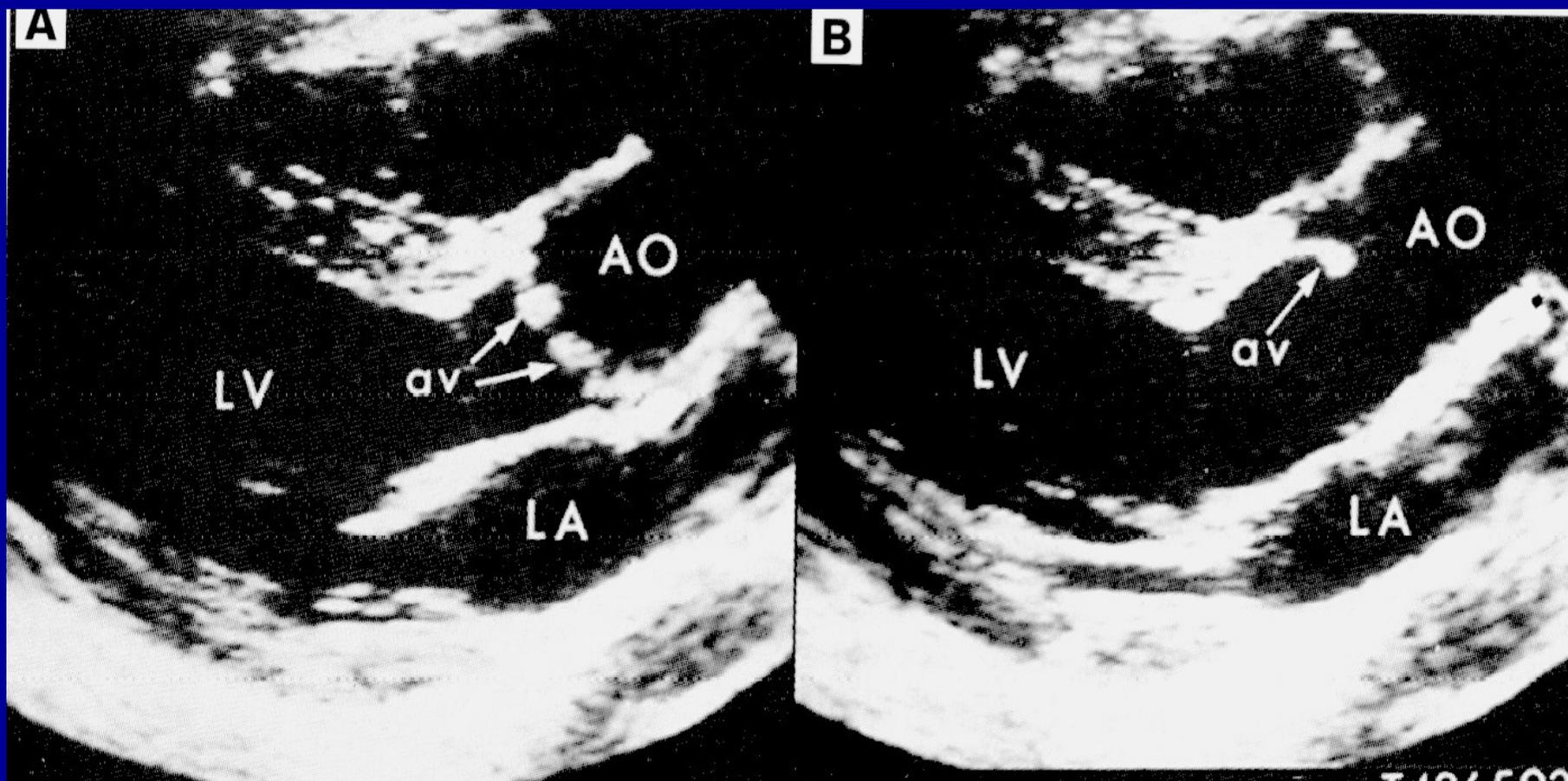
- **Тяжелый Аортальный стеноз**

Площадь АО $\leq 0.75 \text{ cm}^2$; Градиент ЛЖ-АО $> 50 \text{ mm Hg}$

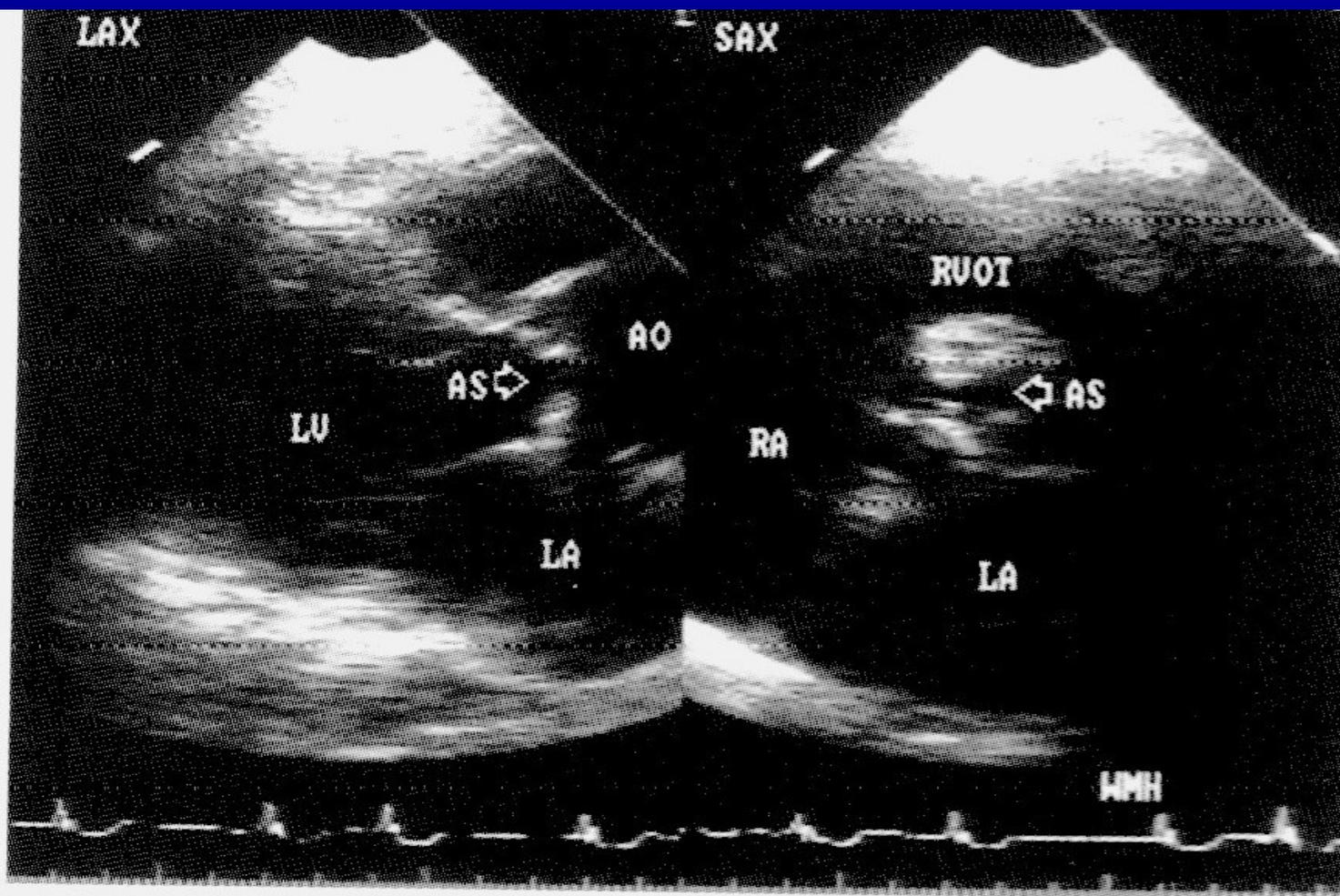


Нормальный аортальный клапан (av). Двухмерные эхокардиограммы в позиции по длинной оси. В систолу (A) открытые створки аортального клапана параллельны друг другу и располагаются около стенок аорты (АО). В диастолу (B) точка, в которой створки смыкаются, заметна как яркий эхо-сигнал в полости аорты. Иногда наблюдается слабый эхо-сигнал от самих створок. LA – левое предсердие.

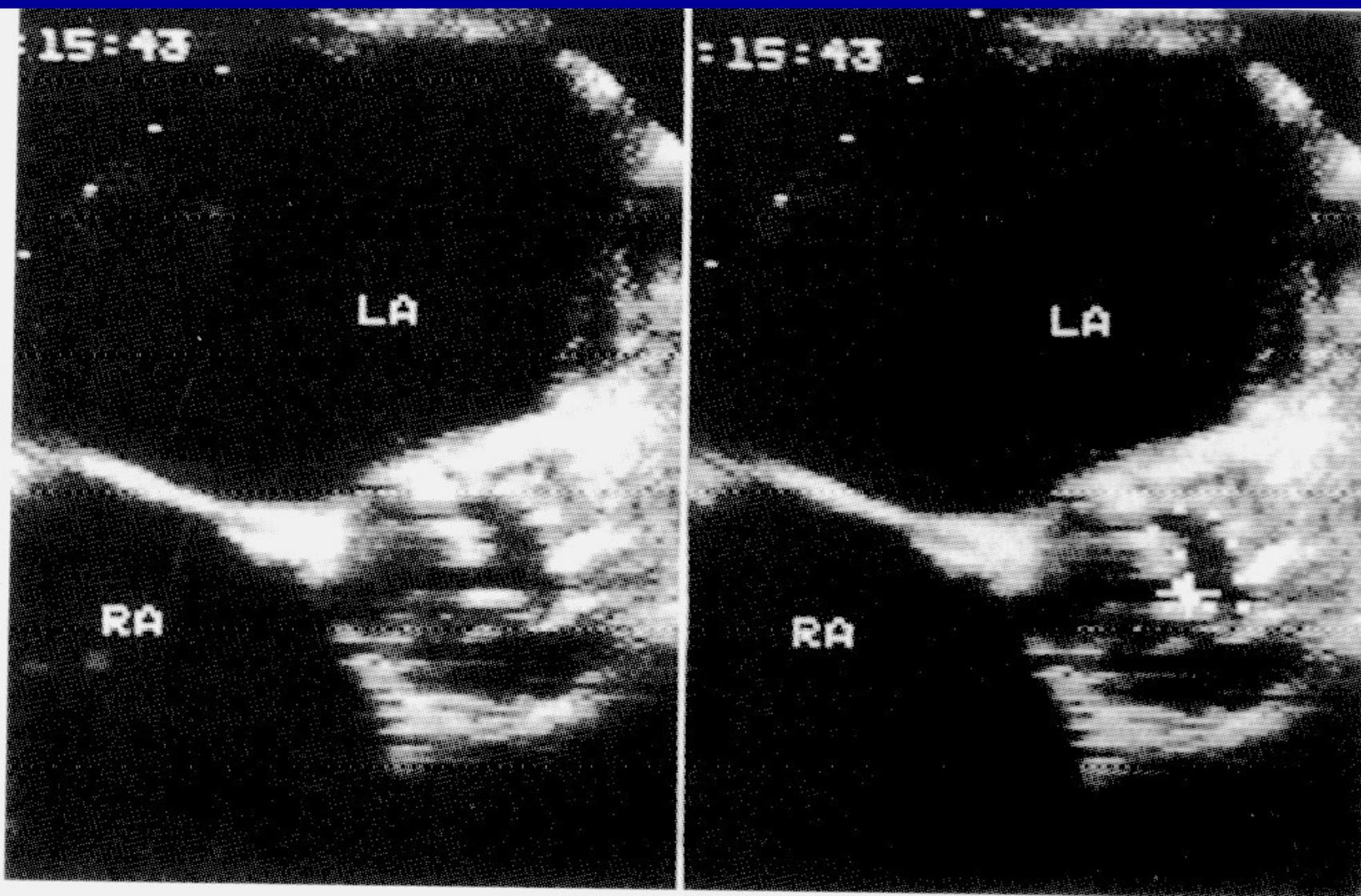
Двухмерные эхокардиограммы (позиция по длинной оси) утолщенного стенозированного аортального клапана (av). В диастолу (A) утолщенные створки можно видеть на всем протяжении. В систолу (B) наблюдается куполообразный характер движения створок клапана. mv – митральный клапан.



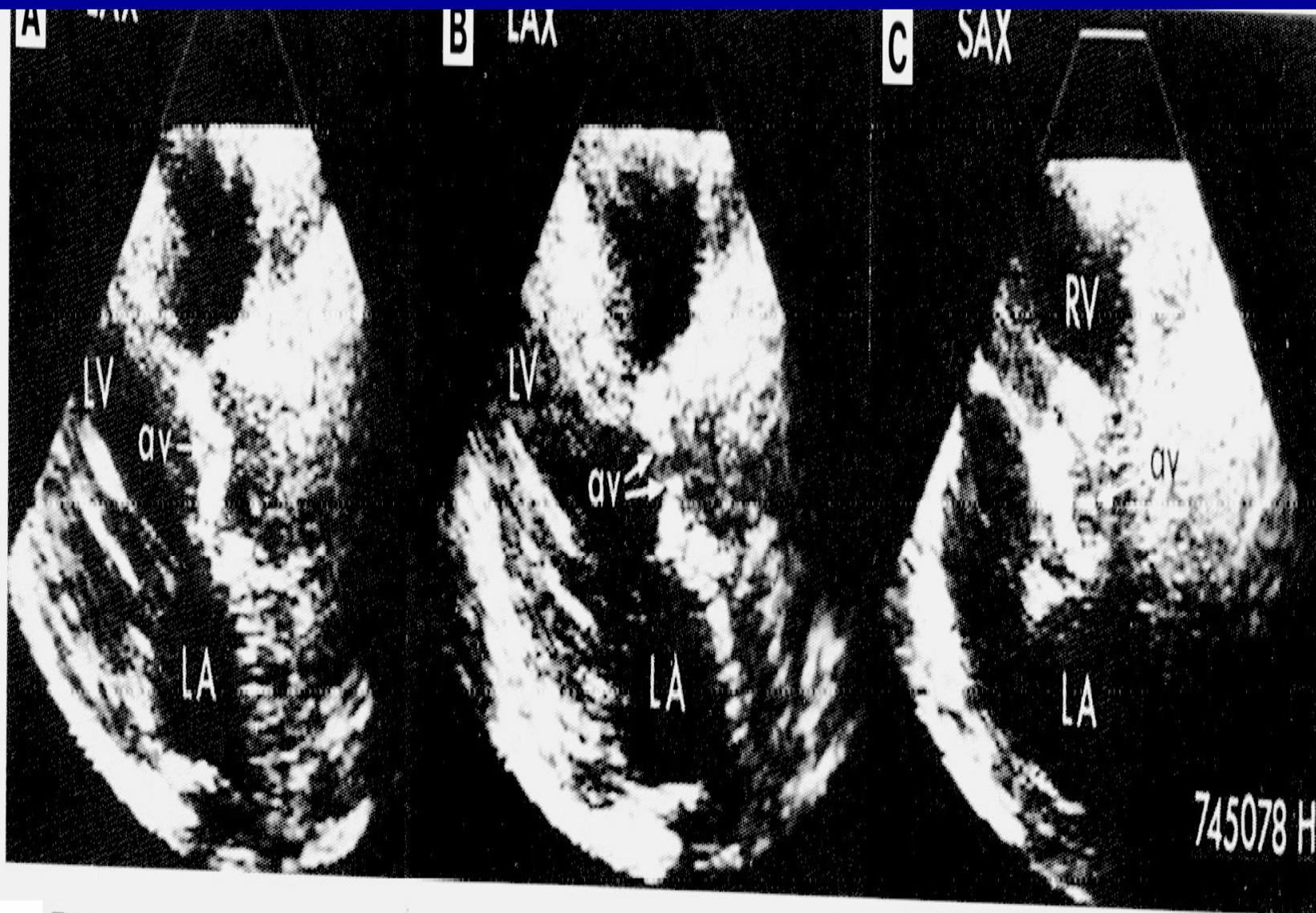
Двухмерные эхокардиограммы (позиция по длинной оси) при клапанном аортальном стенозе. Утолщенные створки аортального клапана (av) могут быть легко визуализированы в диастолу (А). В систолу визуализируется куполообразное движение только передней или правой коронарной створки (В) аортального клапана.



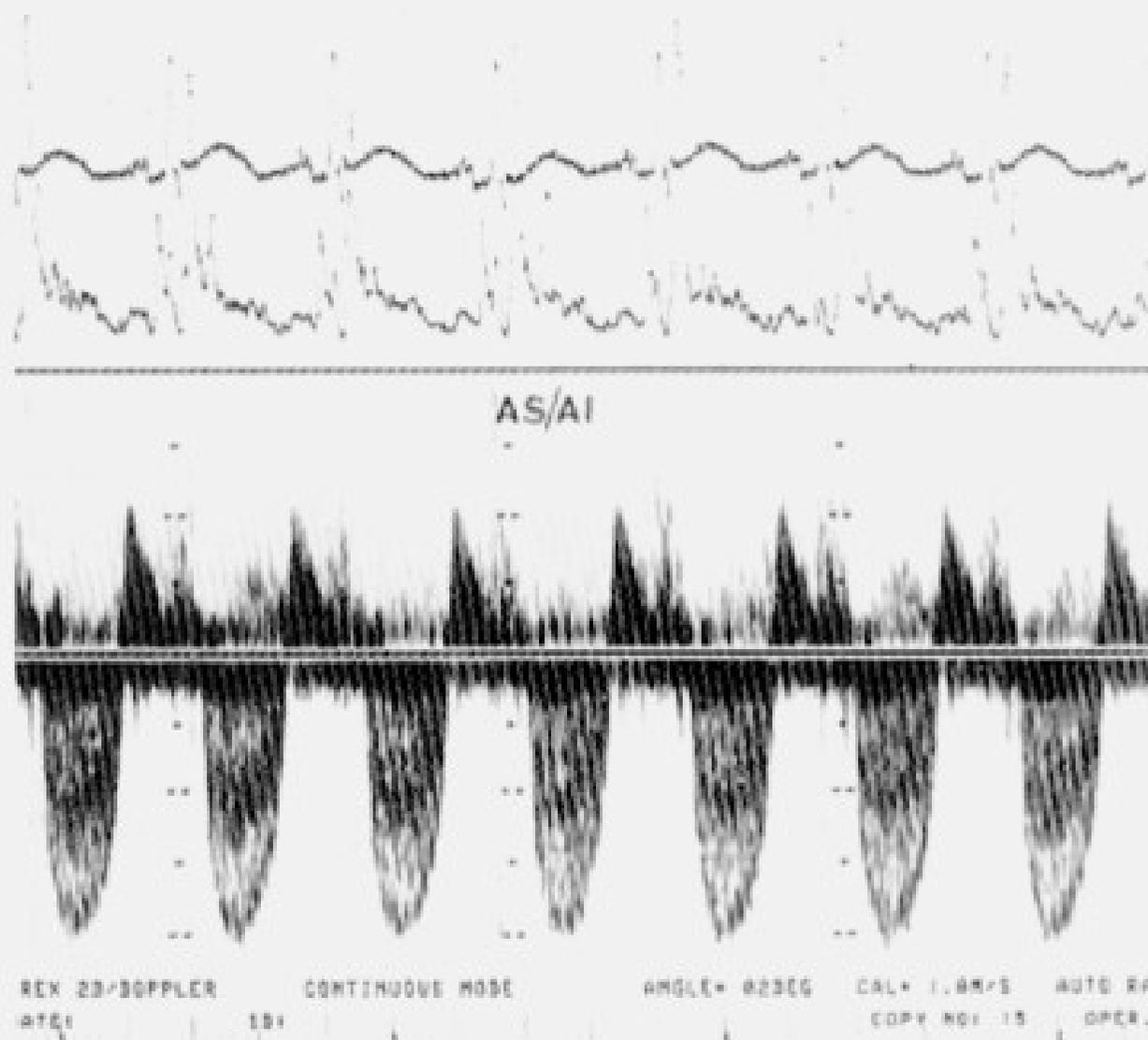
Проекции по длинной оси (LAX) и короткой оси (SAX) при аортальном стенозе (AS). Из позиции по длинной оси наблюдается классическое выбухание, ограничение движения и открытия створок. Из позиции по короткой оси часто выявляется форма отверстия в виде эллипса. LV — левый желудочек; АО — аорта; LA — левое предсердие; RVOT — выносящий тракт правого желудочка; RA — правое предсердие.



Чреспищеводные эхокардиограммы, показывающие, как с помощью данного вида исследования может быть измерена площадь аортального отверстия при аортальном стенозе (пунктирная линия). LA – левое предсердие; RA – правое предсердие.



Двухмерные эхокардиограммы при аортальном стенозе на фоне кальцинации. А, В – в позиции по длинной оси (LAX) демонстрируются возможные различия в расхождении створок аортального клапана (av). С – исследование в позиции по короткой оси (SAX).



Непрерывноволновая доплеровграмма потока в восходящей аорте при аортальном стенозе (AS). Пиковая скорость приблизительно равна 4 м/с.

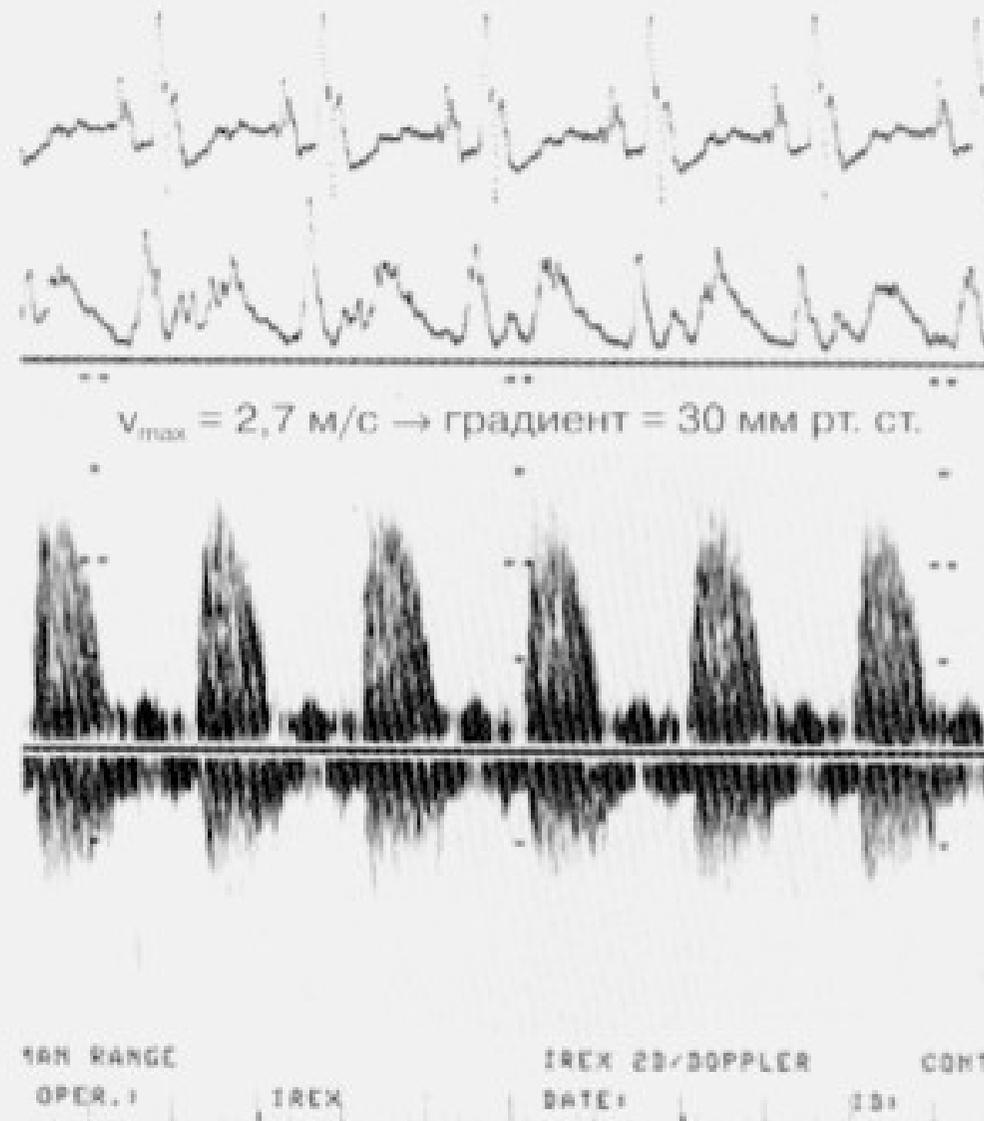
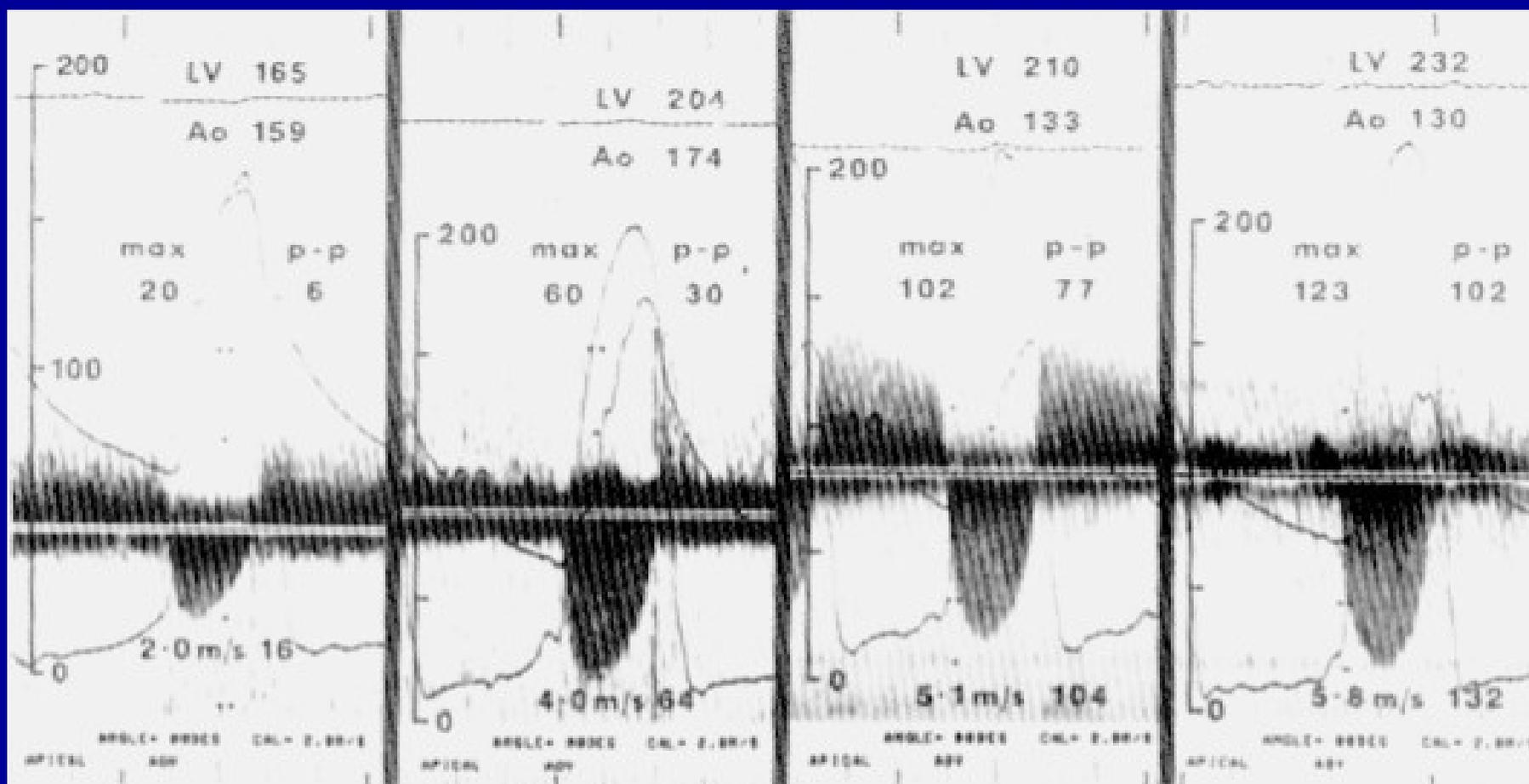
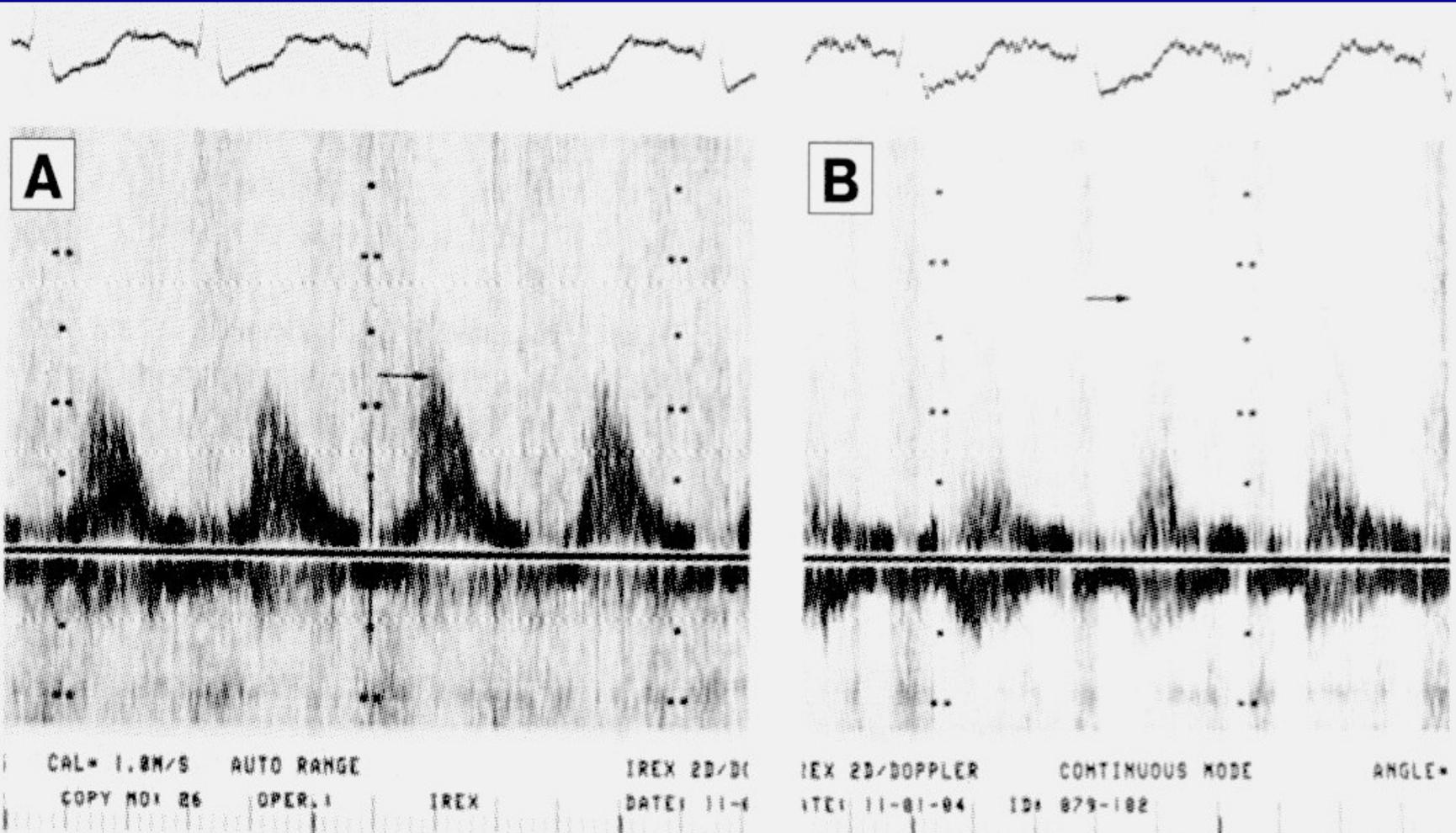


Рис. 6.86. Непрерывноволновая доплерограмма потока в восходящей аорте при аортальном стенозе и пиковой скорости потока 2,7 м/с.



Непрерывноволновая доплерография с одновременной регистрацией кривой давлений в левом желудочке и аорте у четырех пациентов с различной степенью аортального стеноза. Эта иллюстрация показывает сильную взаимосвязь между полученным градиентом давления на аорте, измеренным с помощью доплерографии, и разницей давлений, измеренной с помощью катетеризации сердца.



Две доплерограммы при клапанном аортальном стенозе. А – пиковая скорость составляет только 2,4 м/с. В – при измененном наклоне датчика, пиковая скорость составляет уже 3,7 м/с.

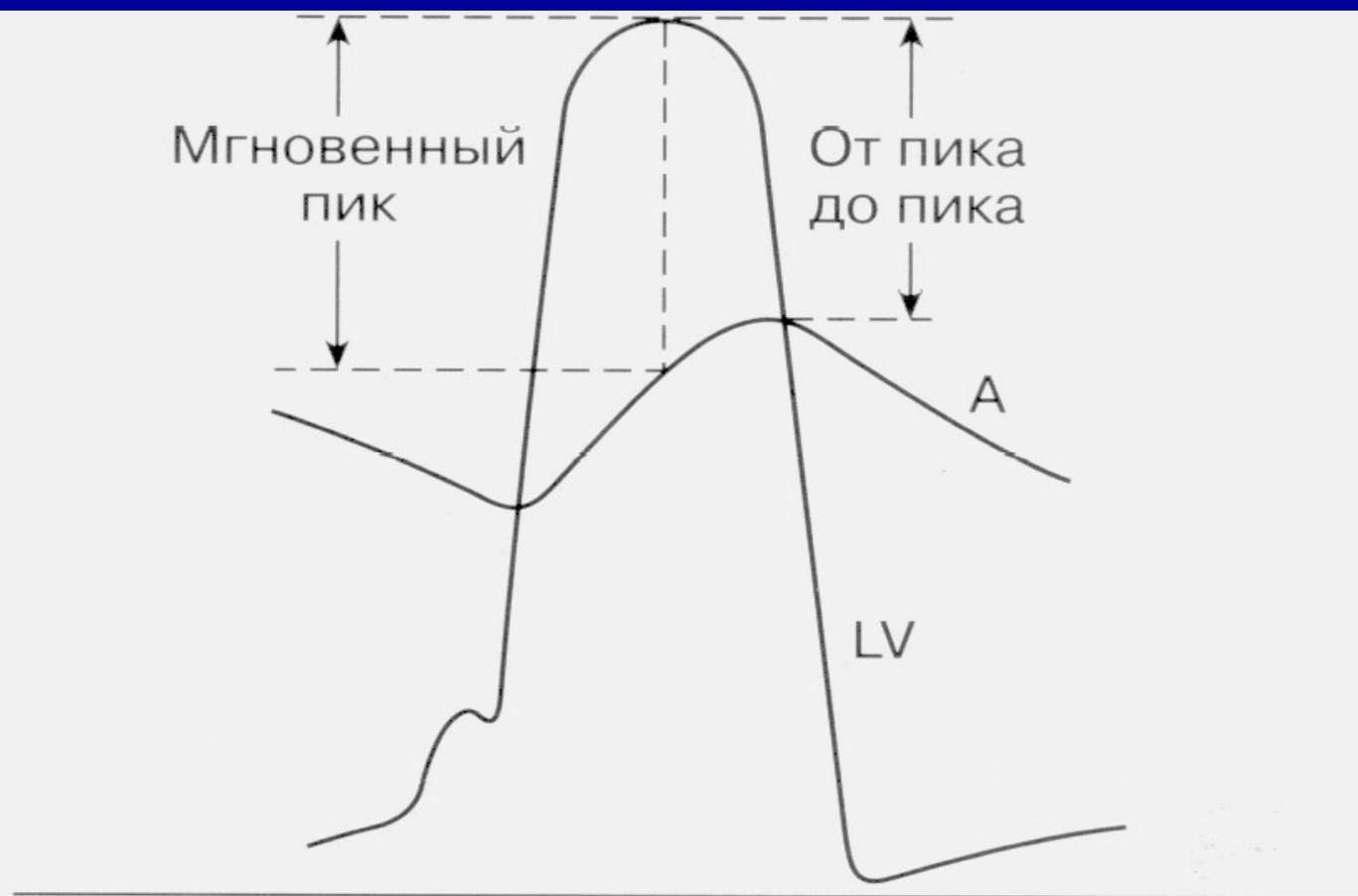
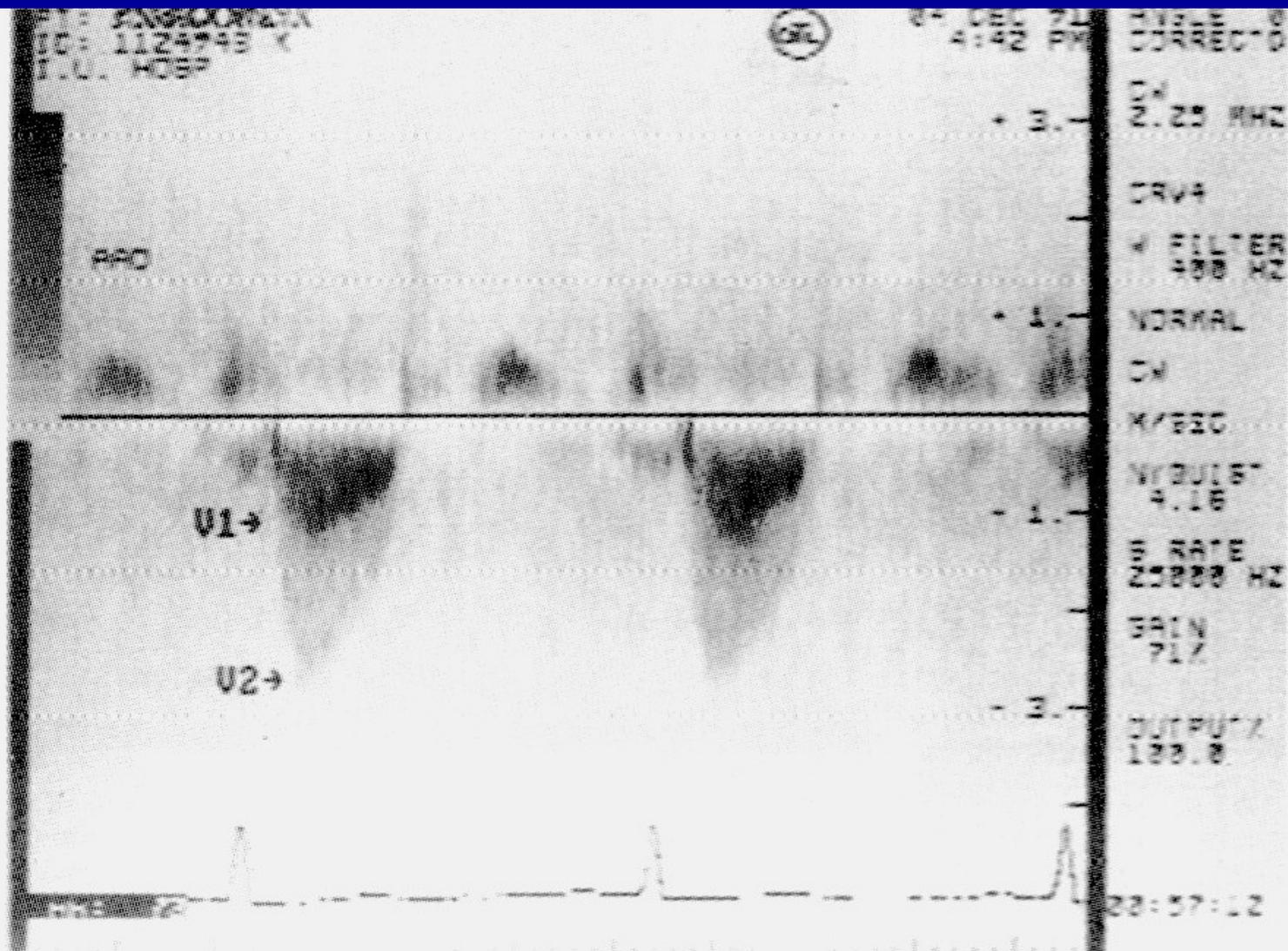
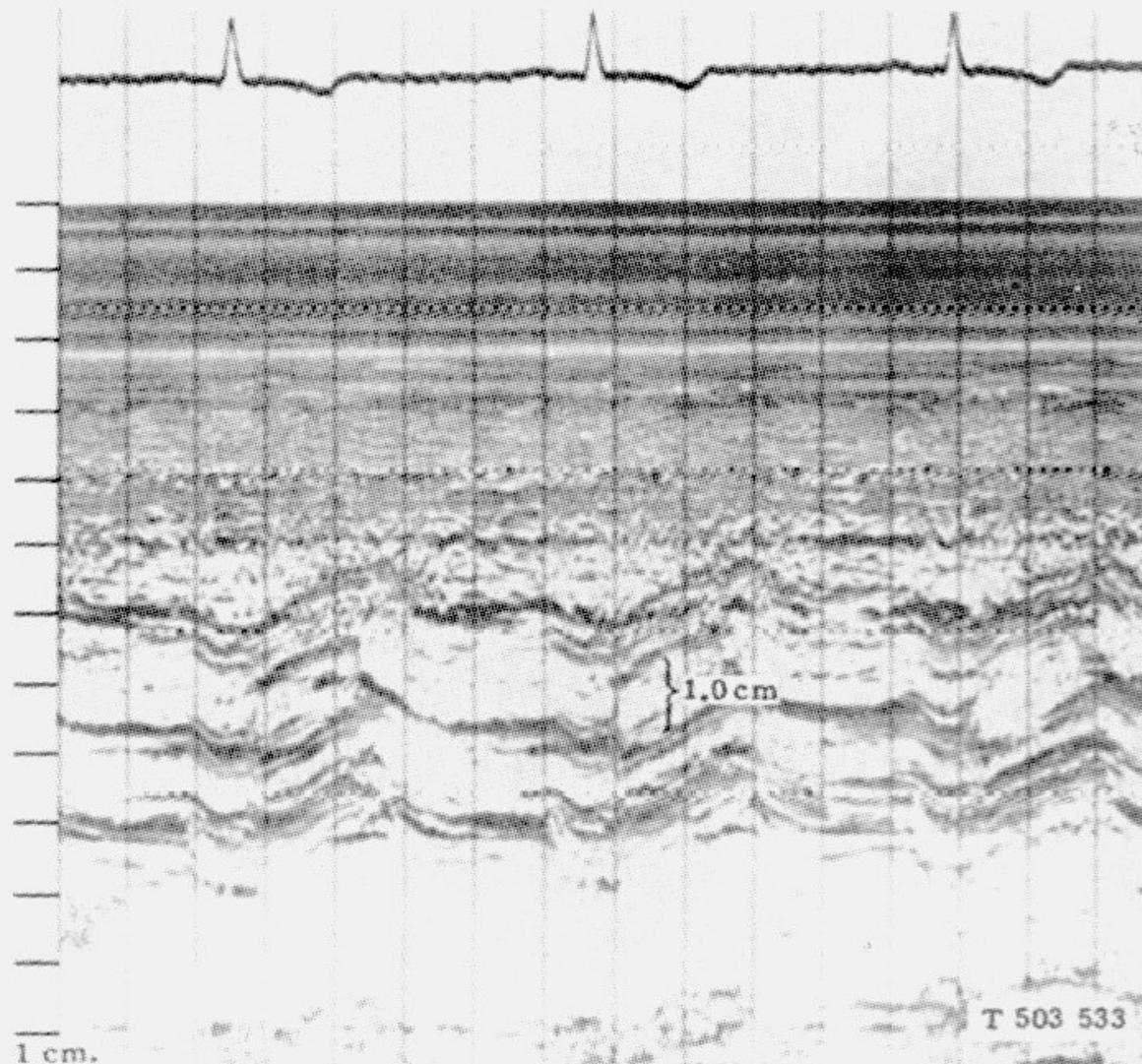


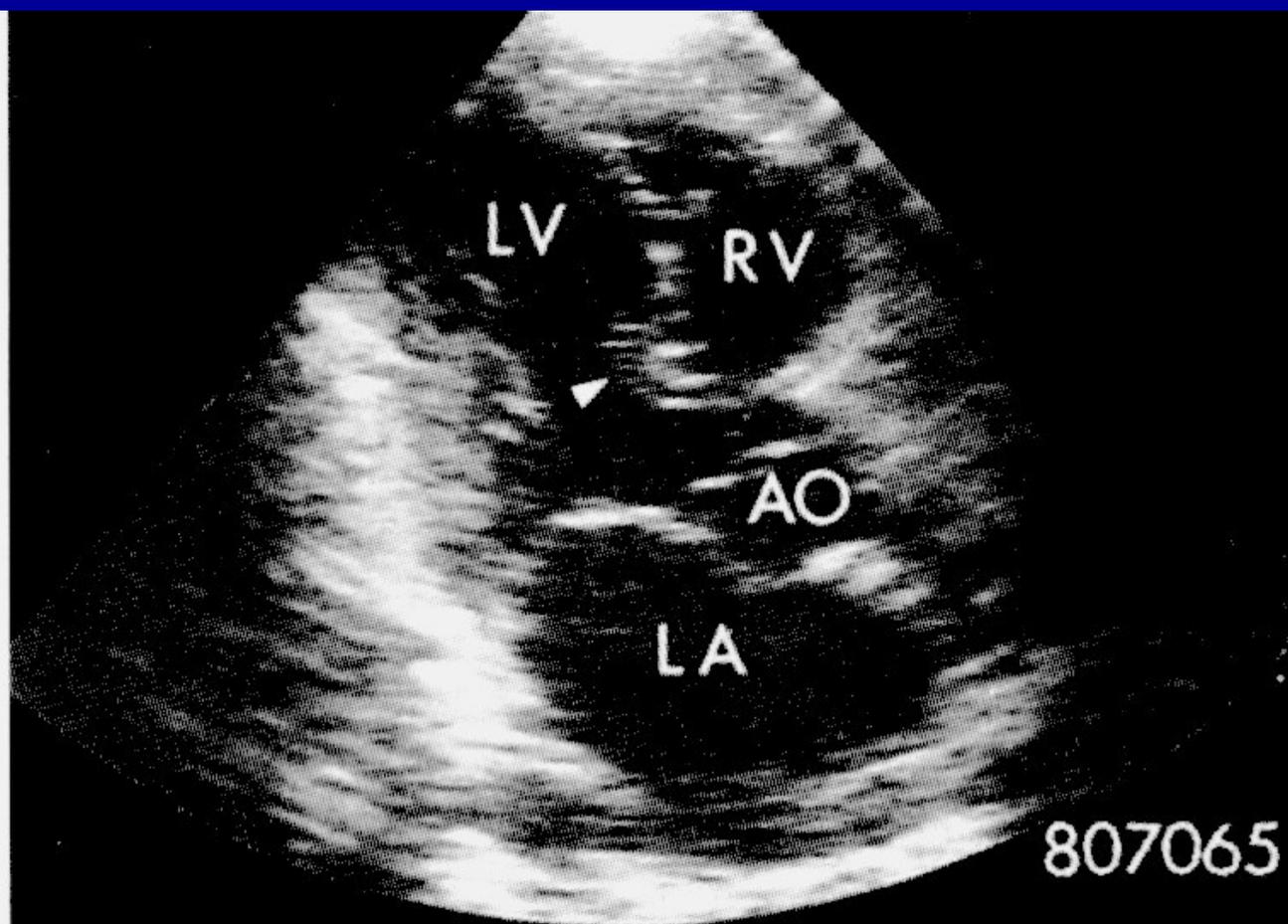
Схема динамики давления в левом желудочке (LV) и аорте (АО) при аортальном стенозе. Разность давлений (градиент давления), определяемая по «мгновенному» пику (т.е. как разность между пиком давления в левом желудочке и регистрируемым в тот же момент давлением в аорте. — *Прим. перев.*), больше, чем градиент «от пика до пика», поскольку пик давления в аорте наступает позже, чем пик давления в полости левого желудочка.



Непрерывноволновая доплерограмма, показывающая, как можно одновременно регистрировать скорости потока проксимальнее стеноза (V1) и через стенозированное отверстие (V2) аортального клапана.



М-эхокардиограмма аортального клапана при некальцинированном аортальном стенозе. Наблюдаются множественные эхо-сигналы от створок клапана, которые открываются только на 1,0 см на протяжении систолы.



Двухмерная эхокардиограмма (позиция по длинной оси) пожилого пациента с сигмовидной перегородкой. Базальный отдел межжелудочковой перегородки (треугольничек) выбухает в полость левого желудочка в выносящий тракт между левым желудочком (LV) и аортой (AO). RV – правый желудочек; LA – левое предсердие.

АОРТАЛЬНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ

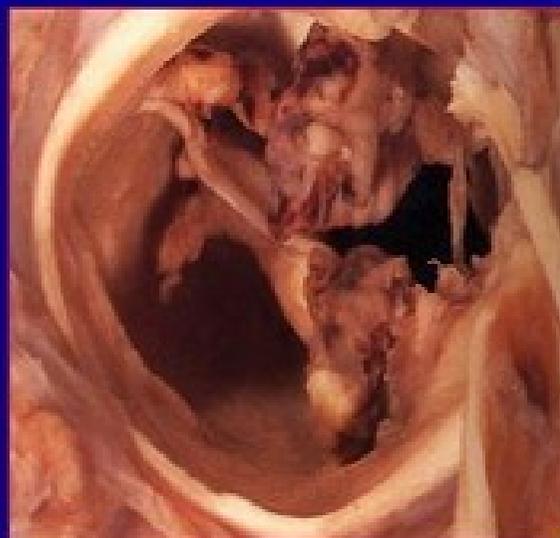
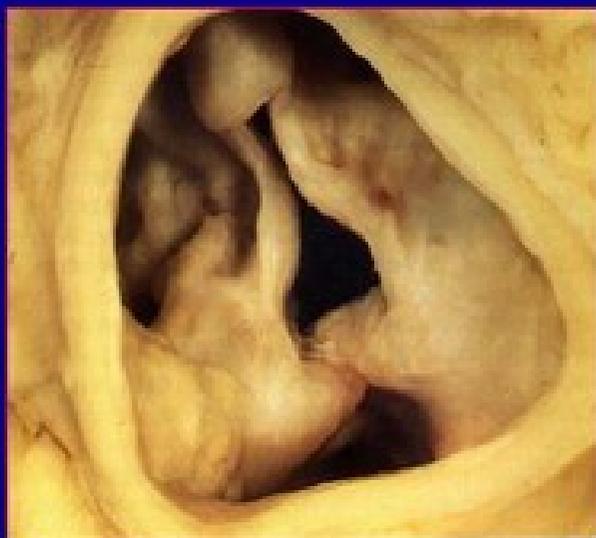
АН: ЭТИОЛОГИЯ

Поражение клапана

- ревматизм
- двустворчатый АК
- инфекционный эндокардит
- травма
- миксоматозная дегенерация
- заболевания соединительной ткани

Поражение корня АО

- кистозный некроз
- дегенеративные изменения
- артериальная гипертензия
- сифилис
- болезнь Такаясу
- синдром Марфана



Аортальная регургитация: Этиология

«Лучшие догадки» по данным литературы и экспертов по этиологии тяжелой АН (3-4+) в 2001 в США

Поражение преимущественно корня Ао ~ 1/3

25% идиопатическая дилатация корня Ао, включая аортит и расслоение

5% семейная дилатация корня Ао: С-м Марфана, прочие случаи, включая кистозный медиальный некроз = «семейная ануло-аортальная эктазия»

?3% прочие поражения корня Ао (Такаясу, сифилис, б-нь Бехтерева, и др.)

Сочетанное поражение корня и клапана Ао ~ 1/4

20% двустворчатый АК с или без вовлечения корня аорты

5% прочие врожденные состояния

Преимущественное поражение клапана ~ 1/2

10% ревматизм

10% эндокардит

30% дегенеративное поражение

Mary Roman, MD, personal communication

АОРТАЛЬНАЯ РЕГУРГИТАЦИЯ

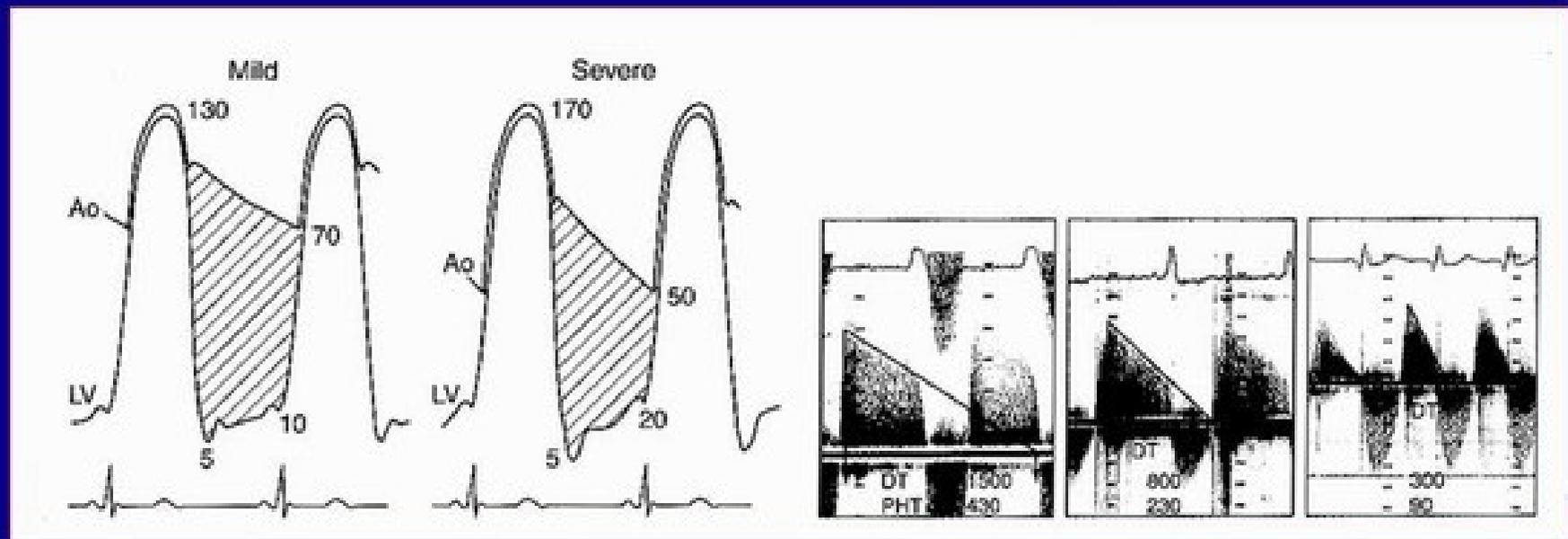
- **2D - ЭхоКГ**
 - морфология клапана
 - диаметр корня аорты
 - размеры левого желудочка
- **Допплер**
 - ЦДК
 - РНТ



АОРТАЛЬНАЯ РЕГУРГИТАЦИЯ: Оценка тяжести по данным Допплера

- РНТ
 - умеренная АР: РНТ >400 мсек.
 - тяжелая АР: РНТ <250 мсек.

Labovitz, et al. JACC 1986;8:1341-7



Определение площади потока регургитации

с помощью постоянного доплера по времени полуснижения давления (РНТ):

- I степень (легкая) $< 0,8 \text{ см}^2$;
- II степень (умеренная) - $0,8-1,3 \text{ см}^2$;
- III степень (тяжелая) $> 1,3 \text{ см}^2$.

АОРТАЛЬНАЯ РЕГУРГИТАЦИЯ: Оценка тяжести по данным ЦДК

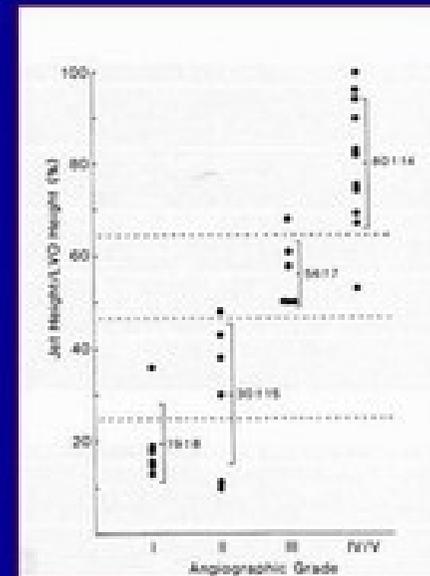
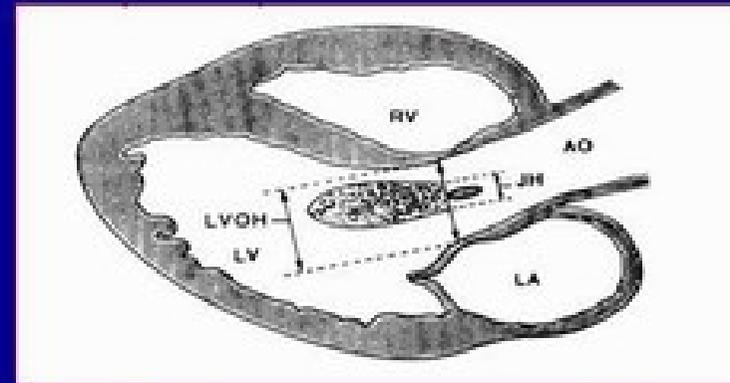
- Цветовое картирование
— высота струи/диаметр LVOT

легкая: <25%

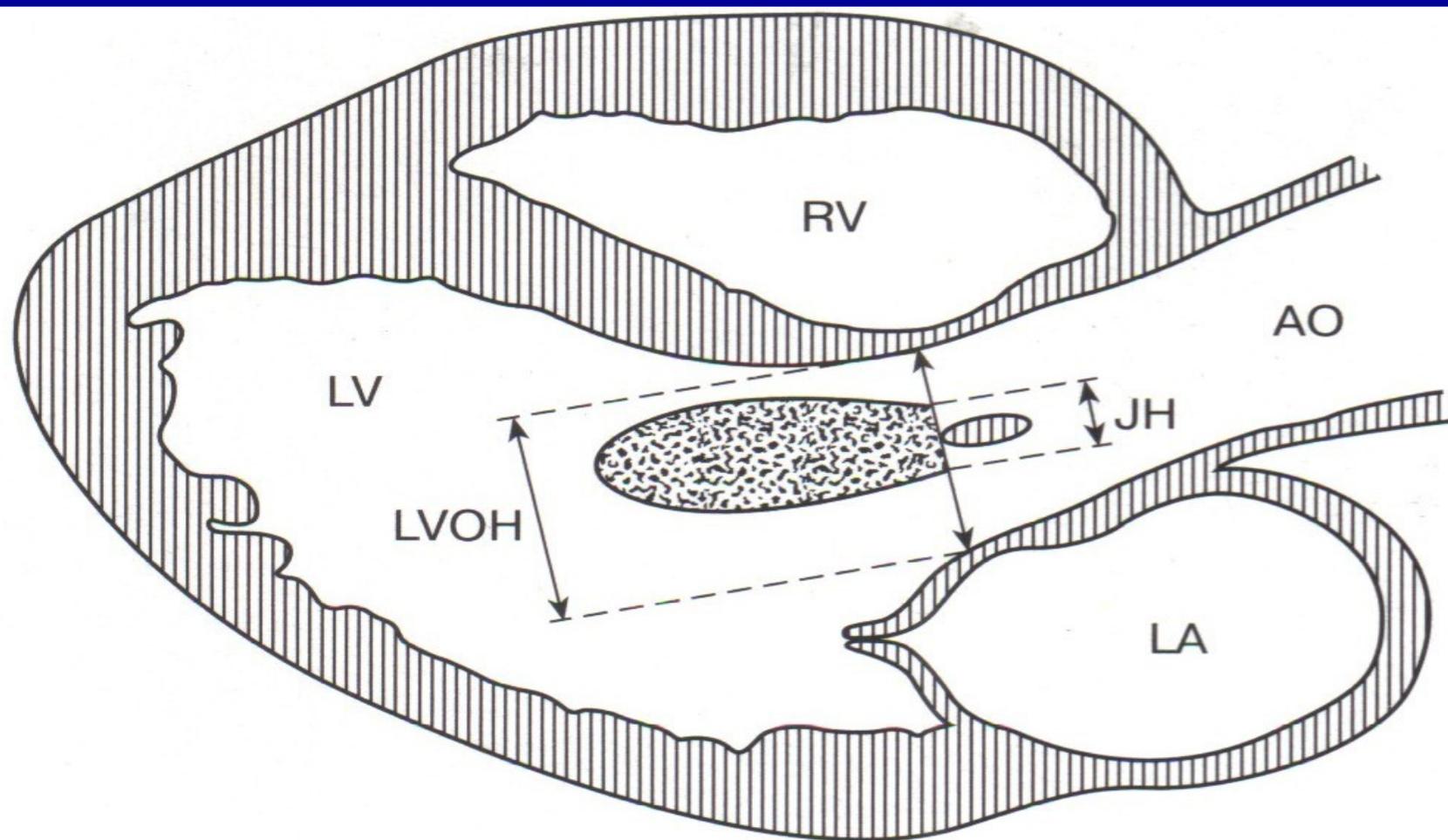
умеренная: 25 - 45%

умеренно тяжелая: 46 - 64%

тяжелая: $\geq 65\%$



Perry, et al. JACC 1987;9:952-9

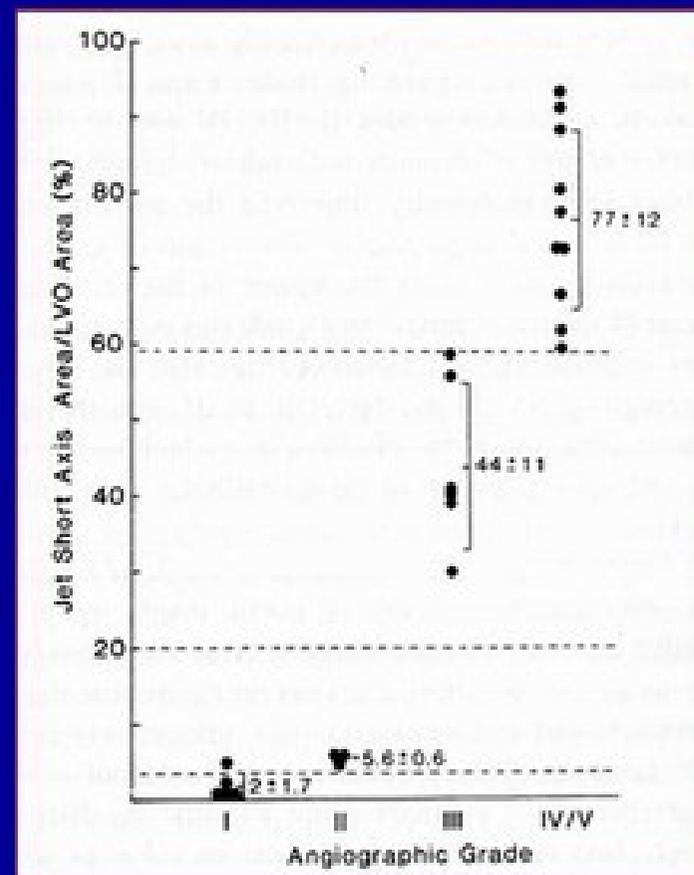


Схема, демонстрирующая, как степень аортальной регургитации может быть оценена по измерению диаметра струи (JH) на уровне отверстия клапана и сравнению величины JH с диаметром выносящего тракта левого желудочка (LVOH). RV – правый желудочек; LV – левый желудочек; LA – левое предсердие; AO – аорта.

АОРТАЛЬНАЯ РЕГУРГИТАЦИЯ: Оценка тяжести по данным ЦДК

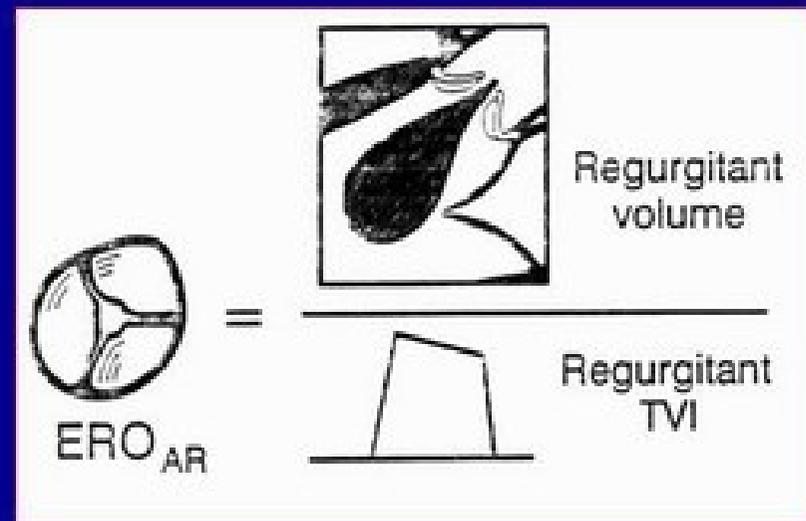
- Площадь струи/площадь LVOT по короткой оси ЛЖ
- легкая: <4%
- умеренная: 4-24%
- умеренно тяжелая: 25-59%
- тяжелая: $\geq 60\%$

Perry, et al. JACC 1987;9:952-9

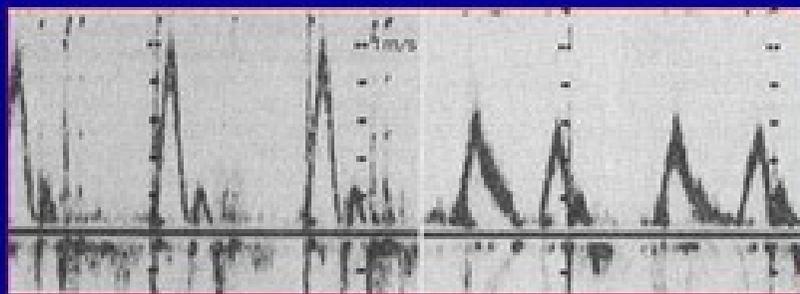
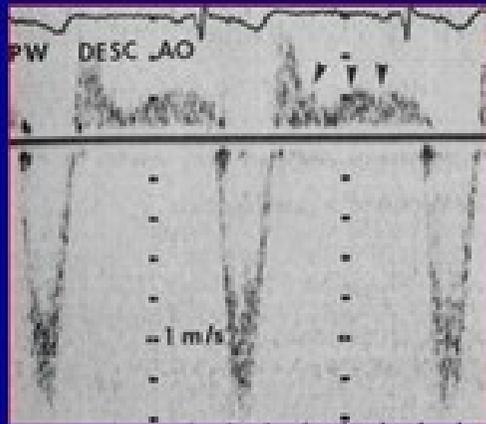


АОРТАЛЬНАЯ РЕГУРГИТАЦИЯ: Оценка тяжести по данным Допплера

- **ЭРО**
 - тяжелая AP >40-50 mm²
 - легкая AP <10 mm²
- **Регургит. объём**
 - тяжелая AP >60 мл
 - легкая AP <25 мл
- **Фракция регург-ции**
 - тяжелая AP >55%
 - легкая AP <20-30%



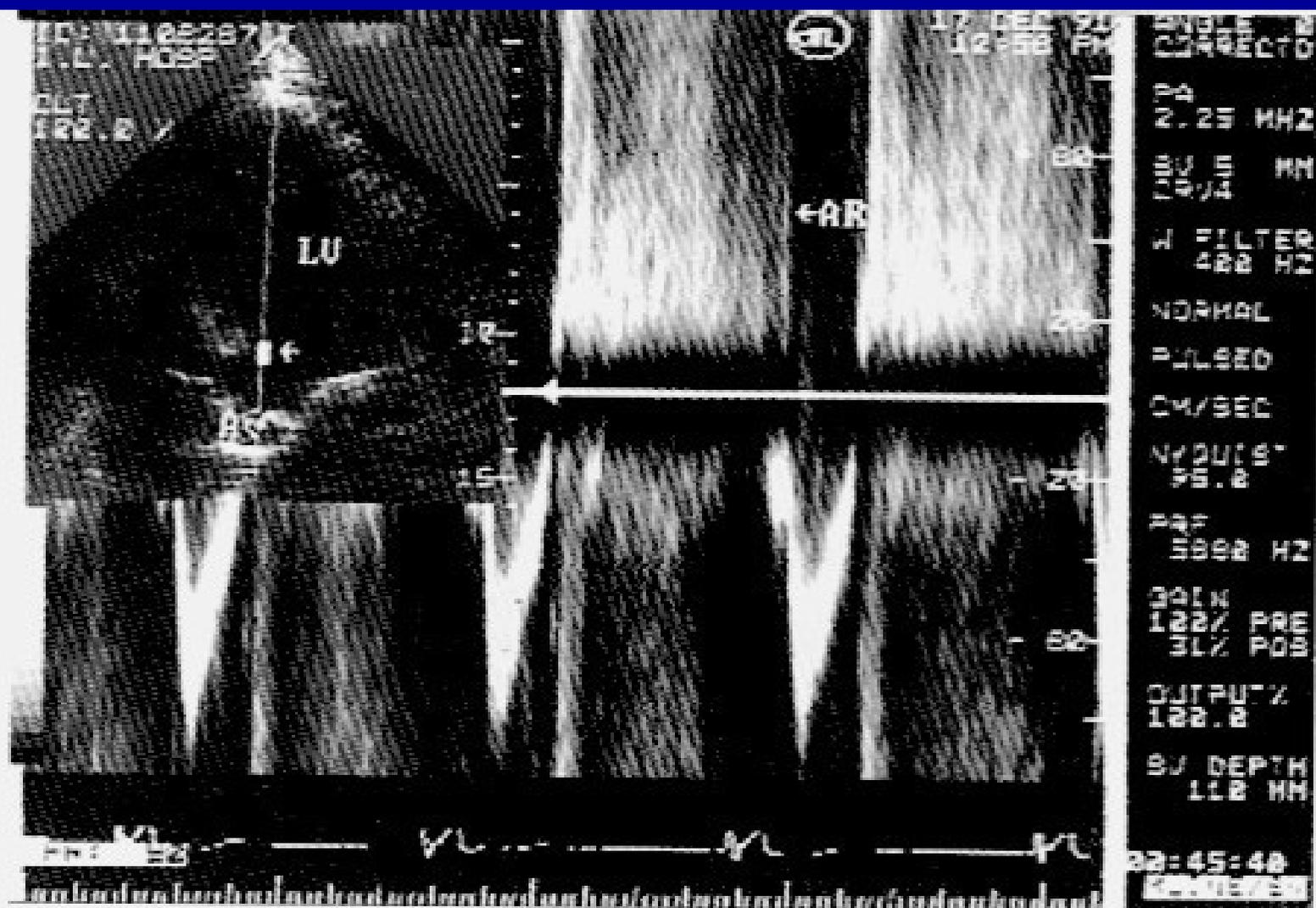
АОРТАЛЬНАЯ РЕГУРГИТАЦИЯ



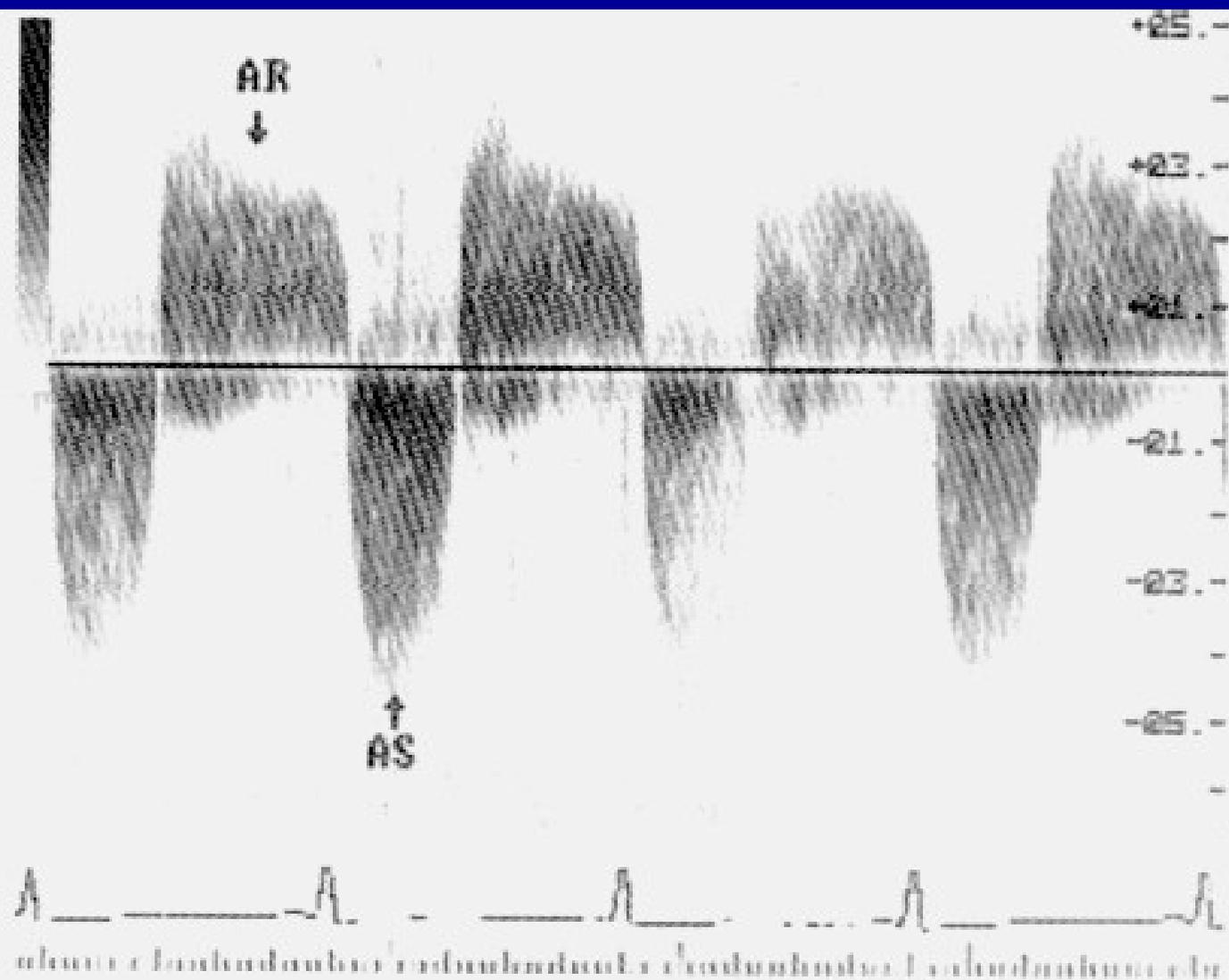
Pre AVR

Post AVR

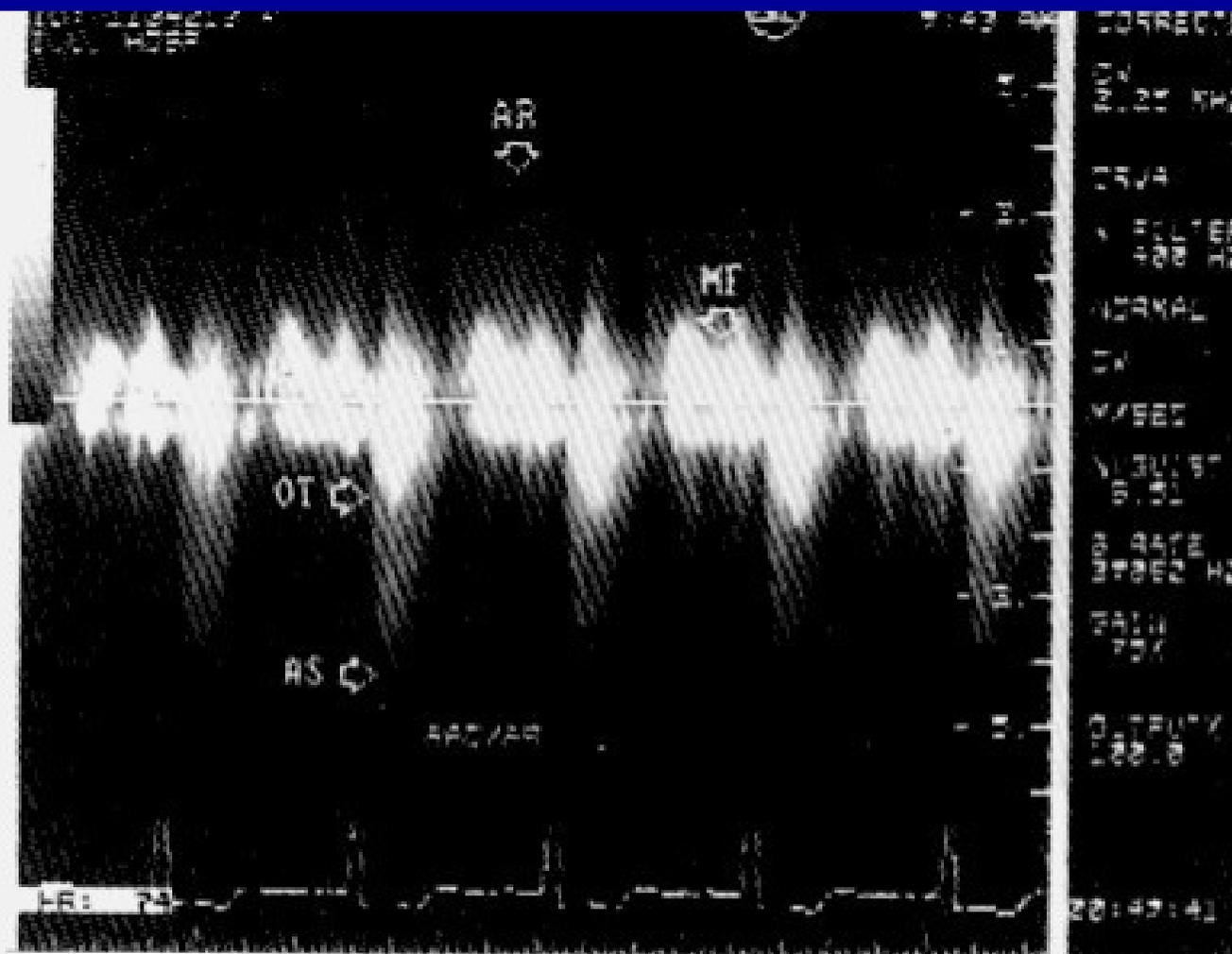
- Другие критерии тяжести порока
 - голодиастолический обратный ток в нисходящей Ао.
 - высокая плотность сигнала при ПВД
 - КДР ЛЖ > 7.5 см
 - рестриктивная графика митрального потока
 - митральная регургитация



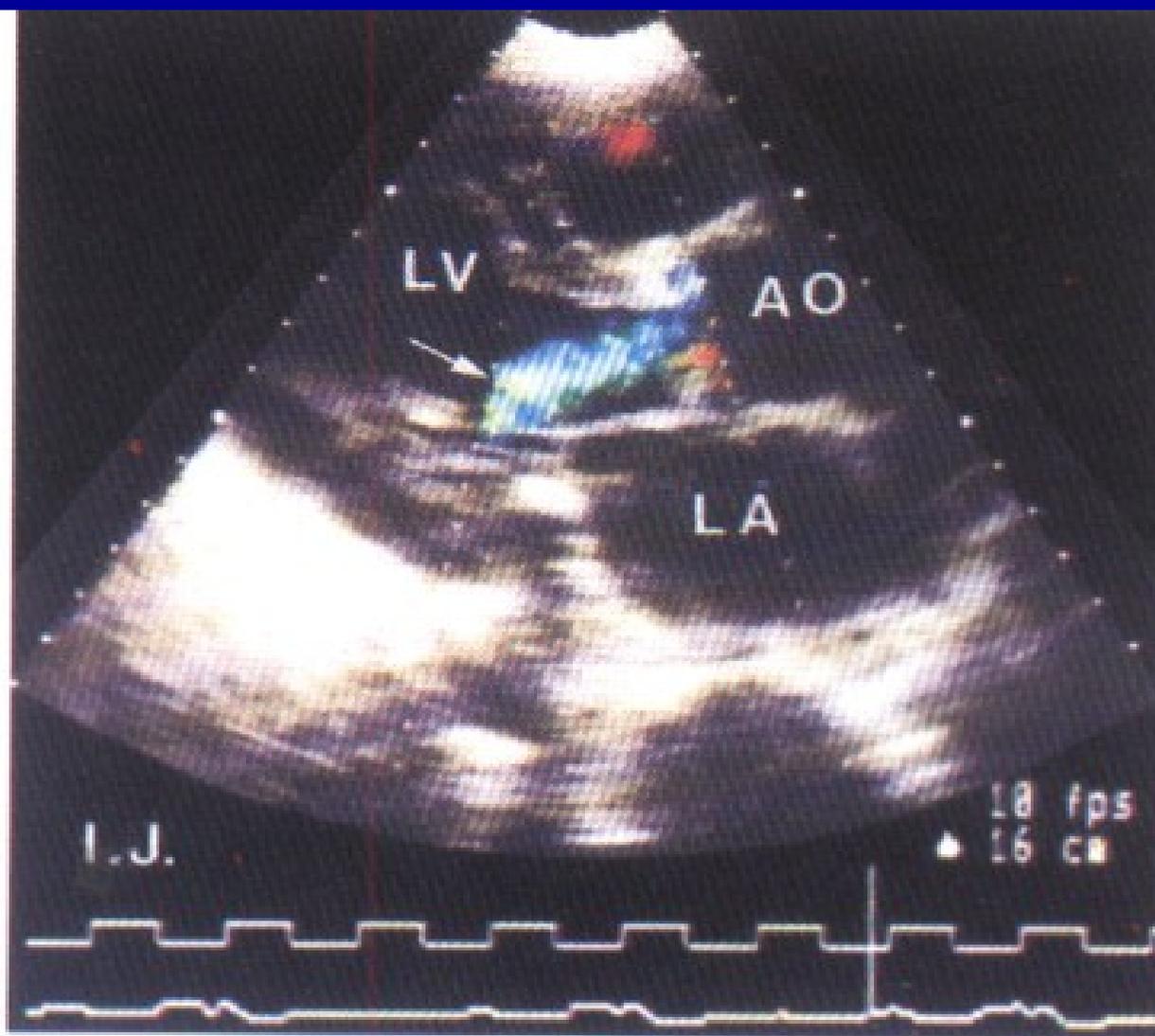
Импульсно-волновая доплерограмма при аортальной регургитации. Контрольный объем (стрелка) установлен в выносящем тракте левого желудочка, и доплерограмма показывает высокоскоростной, искаженный диастолический доплеровский сигнал (AR). LV — левый желудочек; AO — аорта.



Непрерывноволновая доплерограмма при аортальном стенозе и аортальной регургитации. Легко распознаются систолический высокоскоростной поток в области аортального стеноза (AS) и диастолический поток аортальной регургитации (AR).



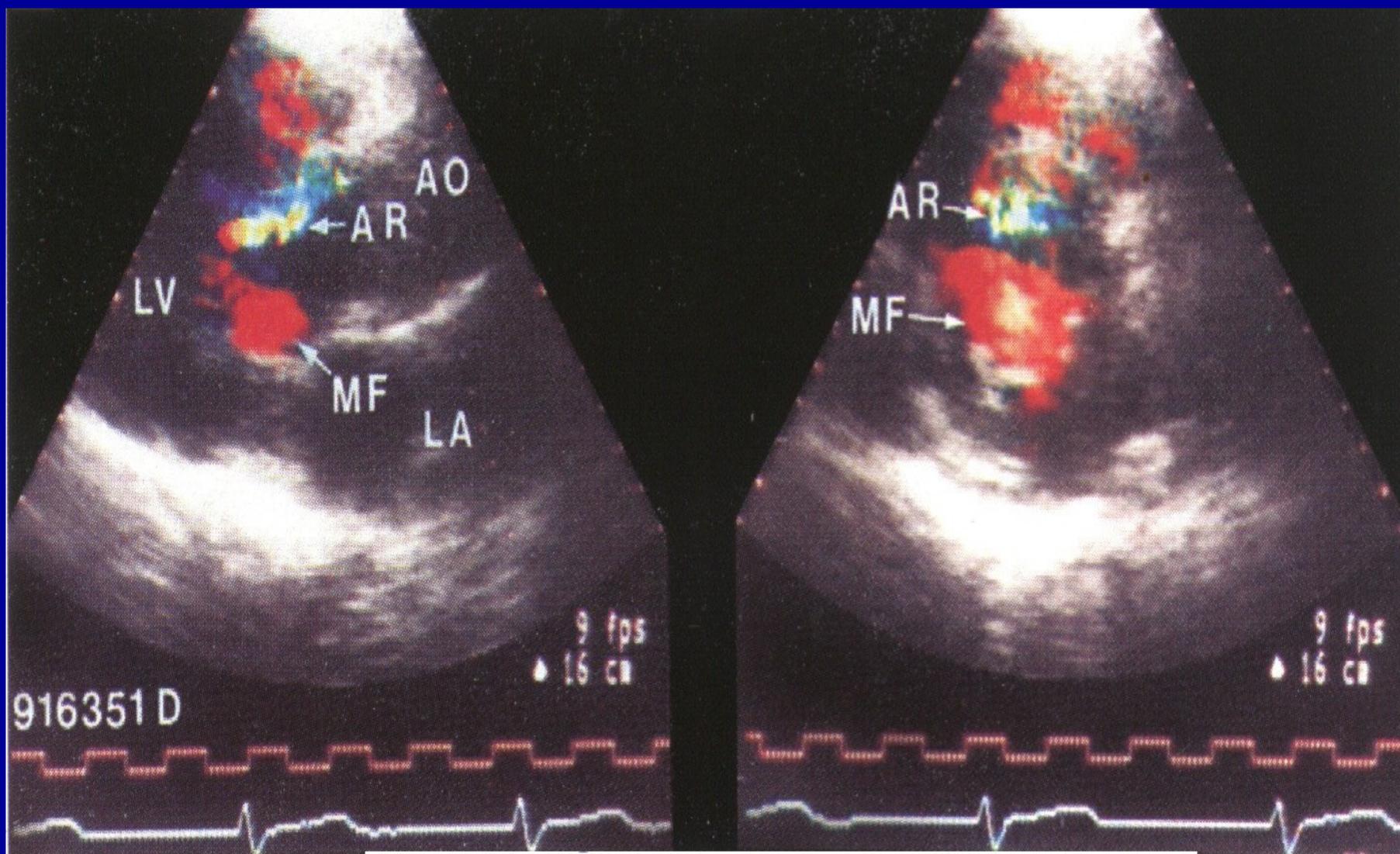
Непрерывноволновая доплерограмма при аортальном стенозе и аортальной регургитации, демонстрирующая, как можно одновременно регистрировать доплеровский сигнал аортальной регургитации (AR) и митрального потока (MF), так же как и скорости потоков в области аортального стеноза (AS) и в выносящем тракте (OT).



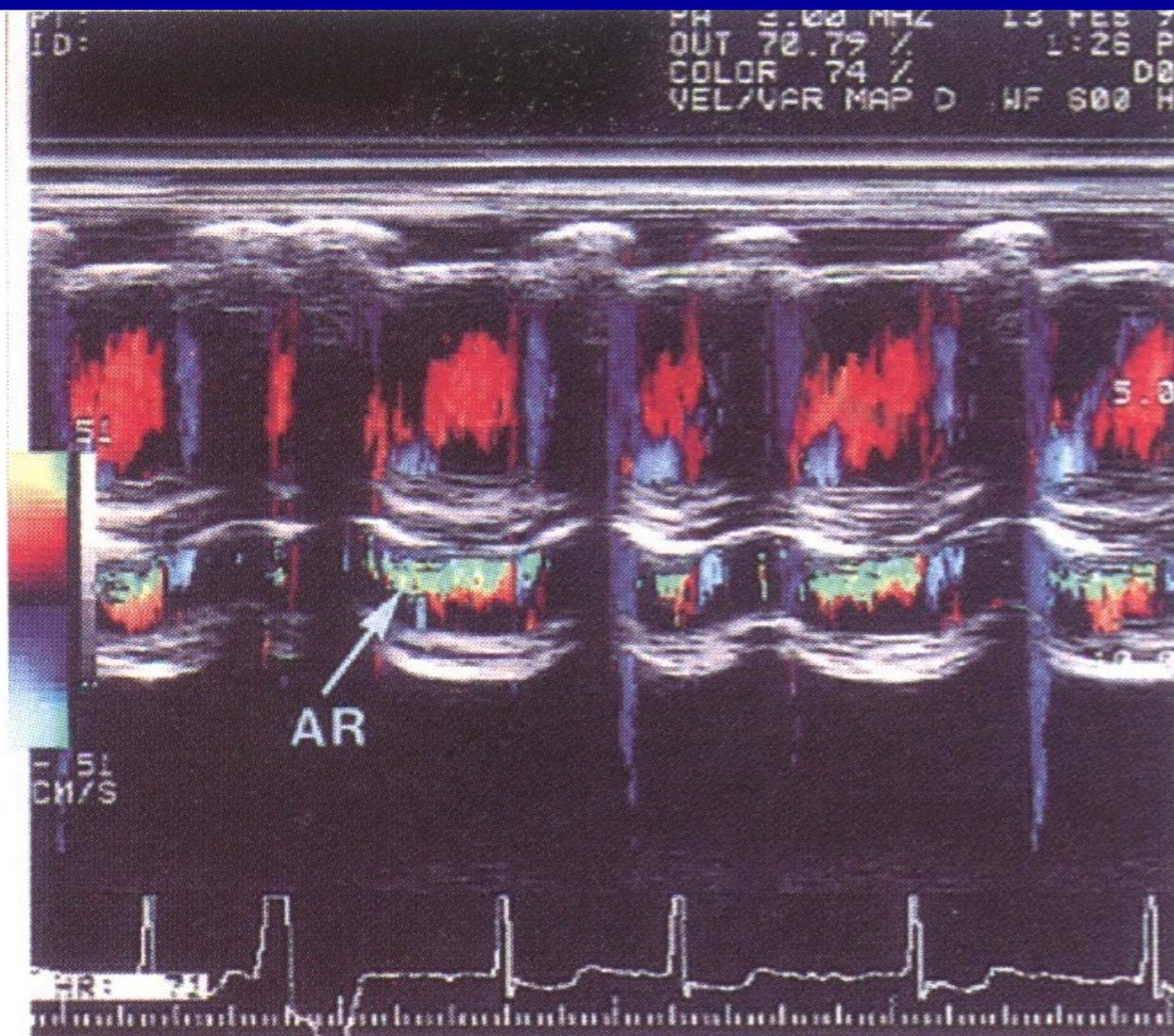
Цветовое доплеровское картирование (парастернальная позиция по длинной оси) струи аортальной регургитации (стрелка). LV – левый желудочек; АО – аорта; LA – левое предсердие.



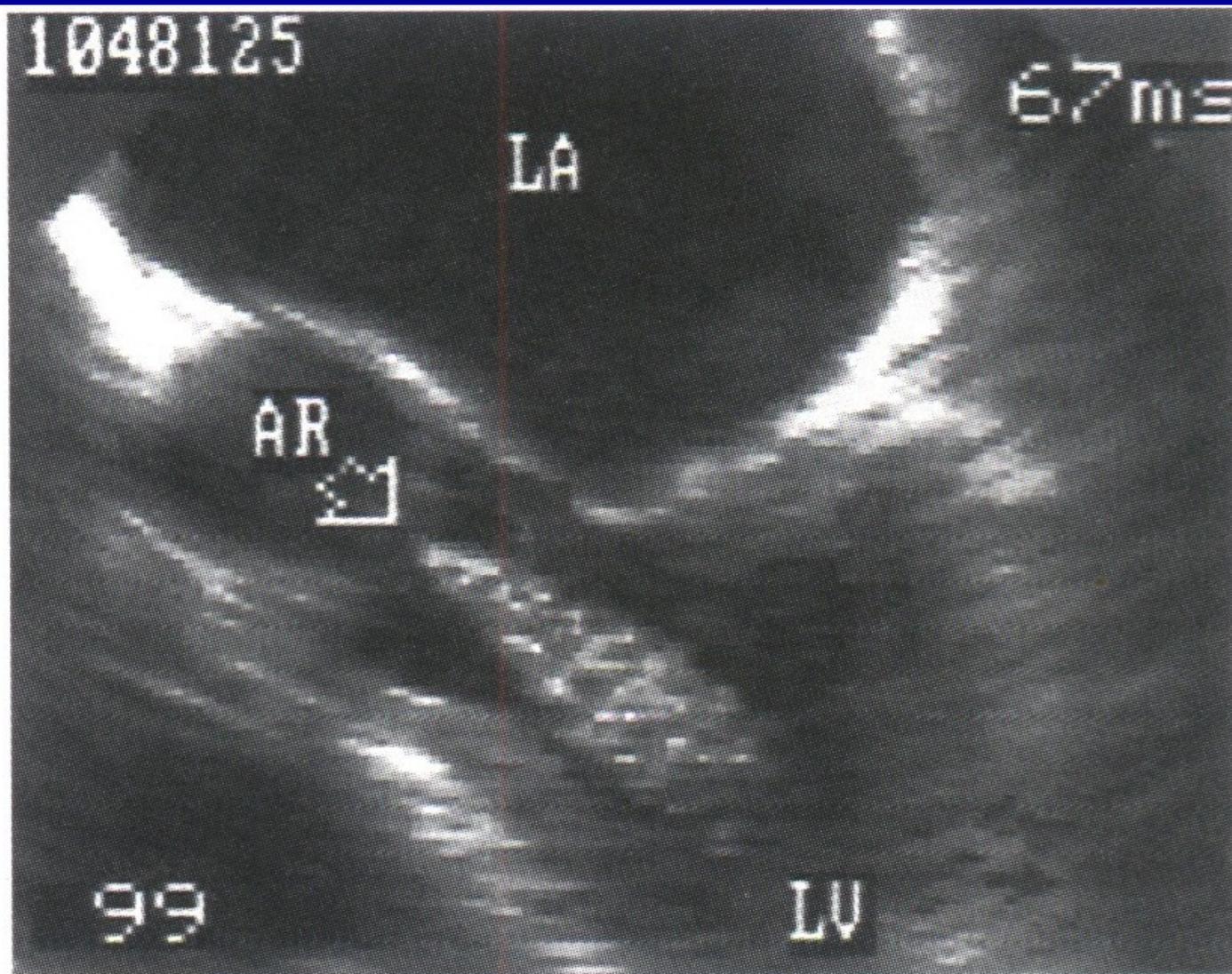
Цветовое доплеровское картирование в апикальной пятикамерной позиции при аортальной регургитации. Наблюдается направленная к датчику струя регургитации (стрелка) с оттенками желтого и красного цветов. АО – аорта; LA – левое предсердие; LV – левый желудочек.



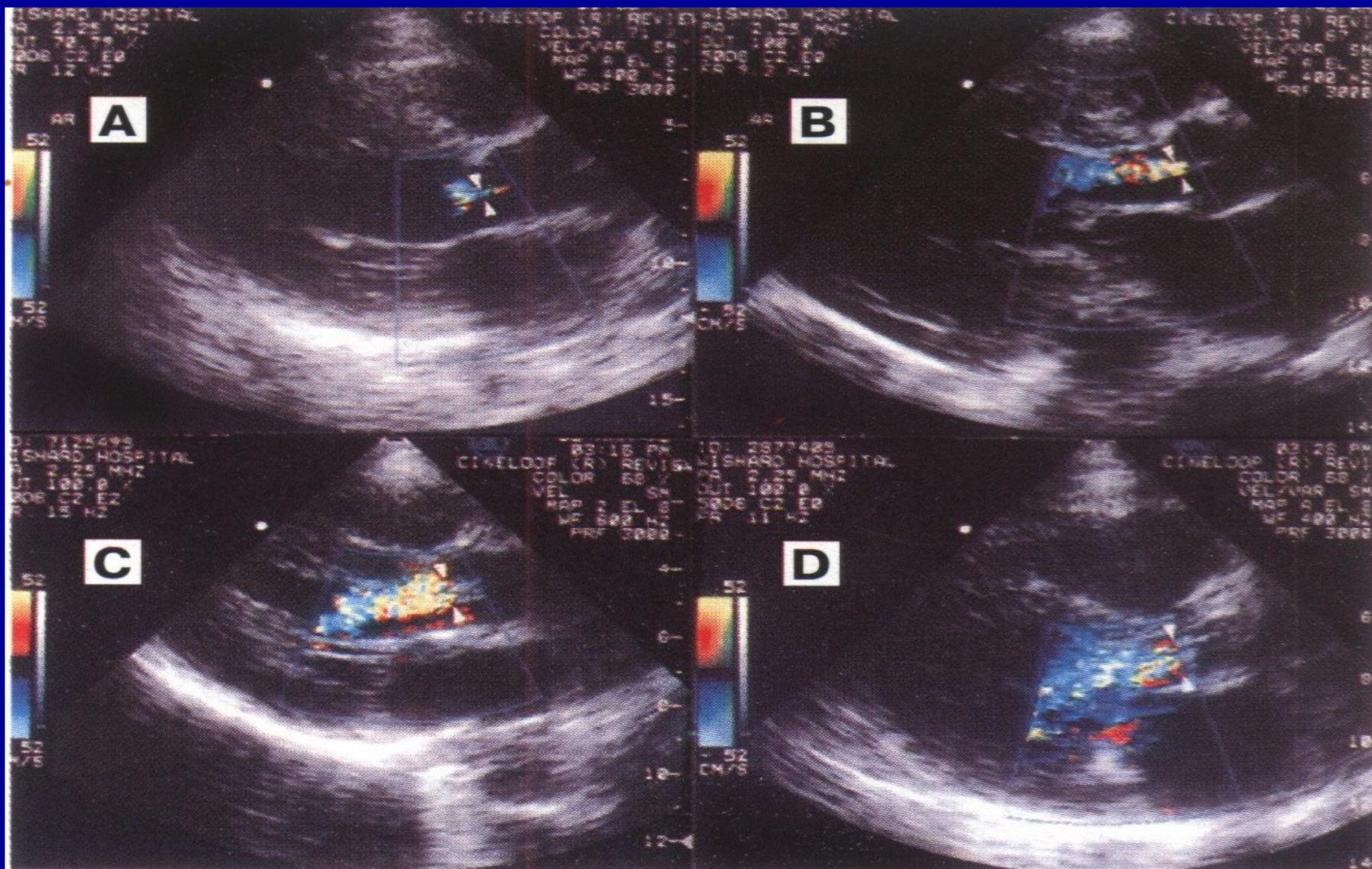
Цветовое доплеровское картирование в позиции по длинной оси (А) и короткой оси (В) при аортальной регургитации (AR). Относительно малая струя регургитации наблюдается как многоцветное изображение в обеих позициях. Можно оценить соотношение струи регургитаций и митрального кровотока (MF).



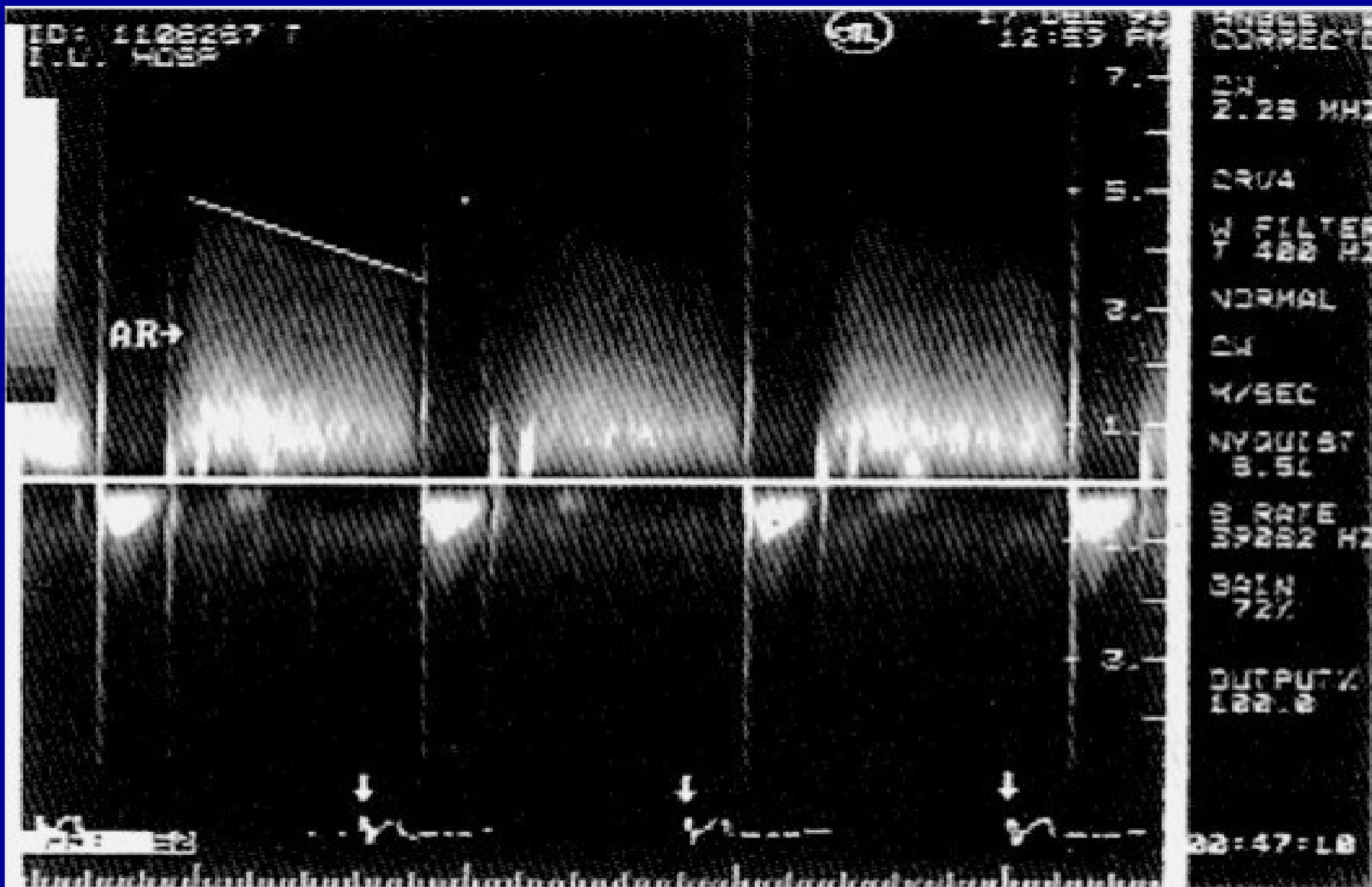
Исследование в цветовом доплеровском М-режиме при аортальной регургитации. Наблюдается высокоскоростной турбулентный поток аортальной регургитации (AR) во время диастолы.



Чреспищеводная эхокардиограмма, показывающая струю аортальной регургитации (AR) при доплеровском картировании в черно-белом отображении. LA – левое предсердие; LV – левый желудочек.



Цветовое доплеровское картирование пациентов с различной степенью тяжести аортальной регургитации. Ширина струи аортальной регургитации (треугольнички) увеличивается с увеличением степени регургитации (А–D).



Непрерывноволновая доплерограмма при аортальной регургитации, демонстрирующая, как можно измерить диастолический склон (линия) сигнала струи регургитации (AR).

Легкая степень аортальной регургитации

Тяжелая степень аортальной регургитации

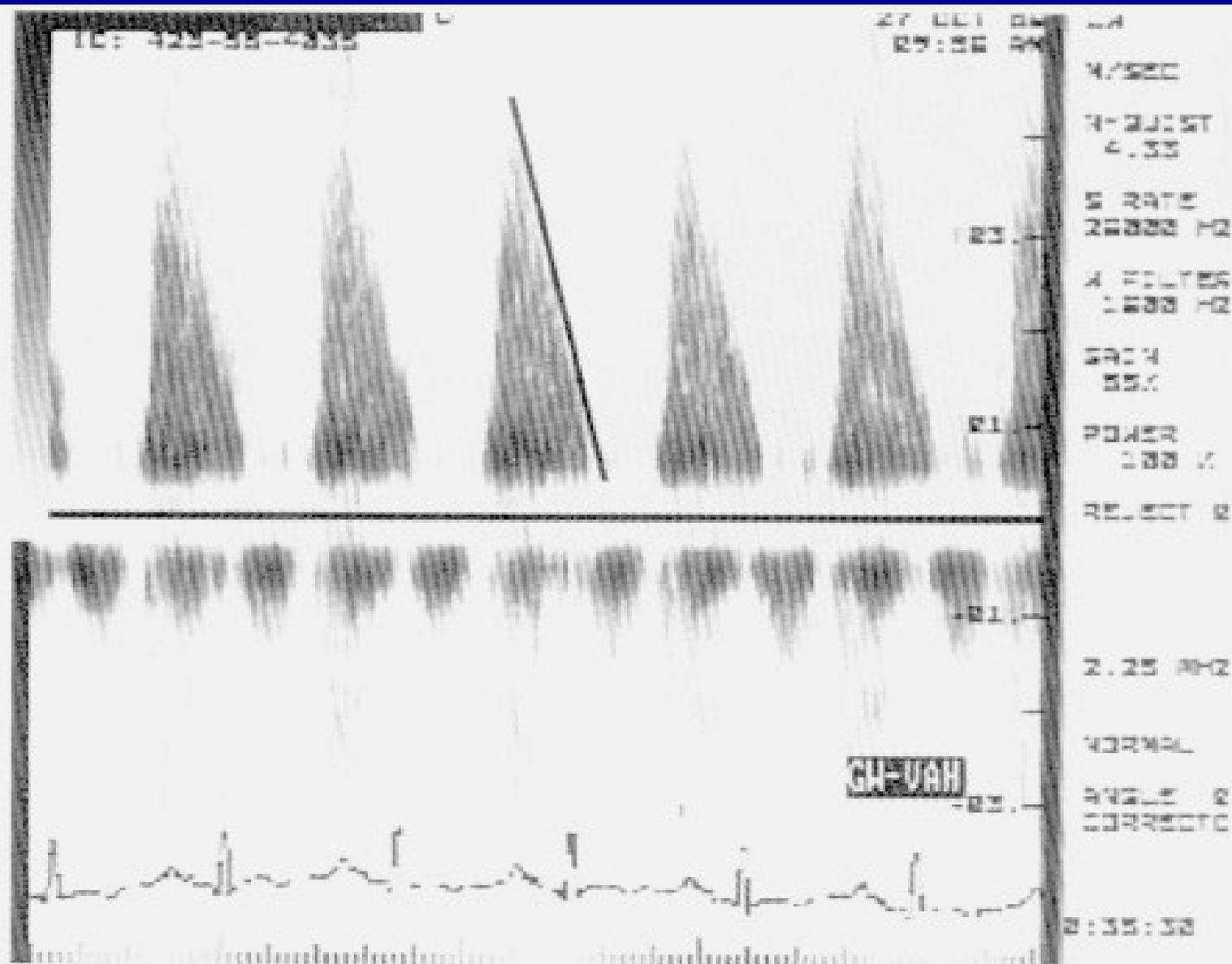
LVOT
CWD



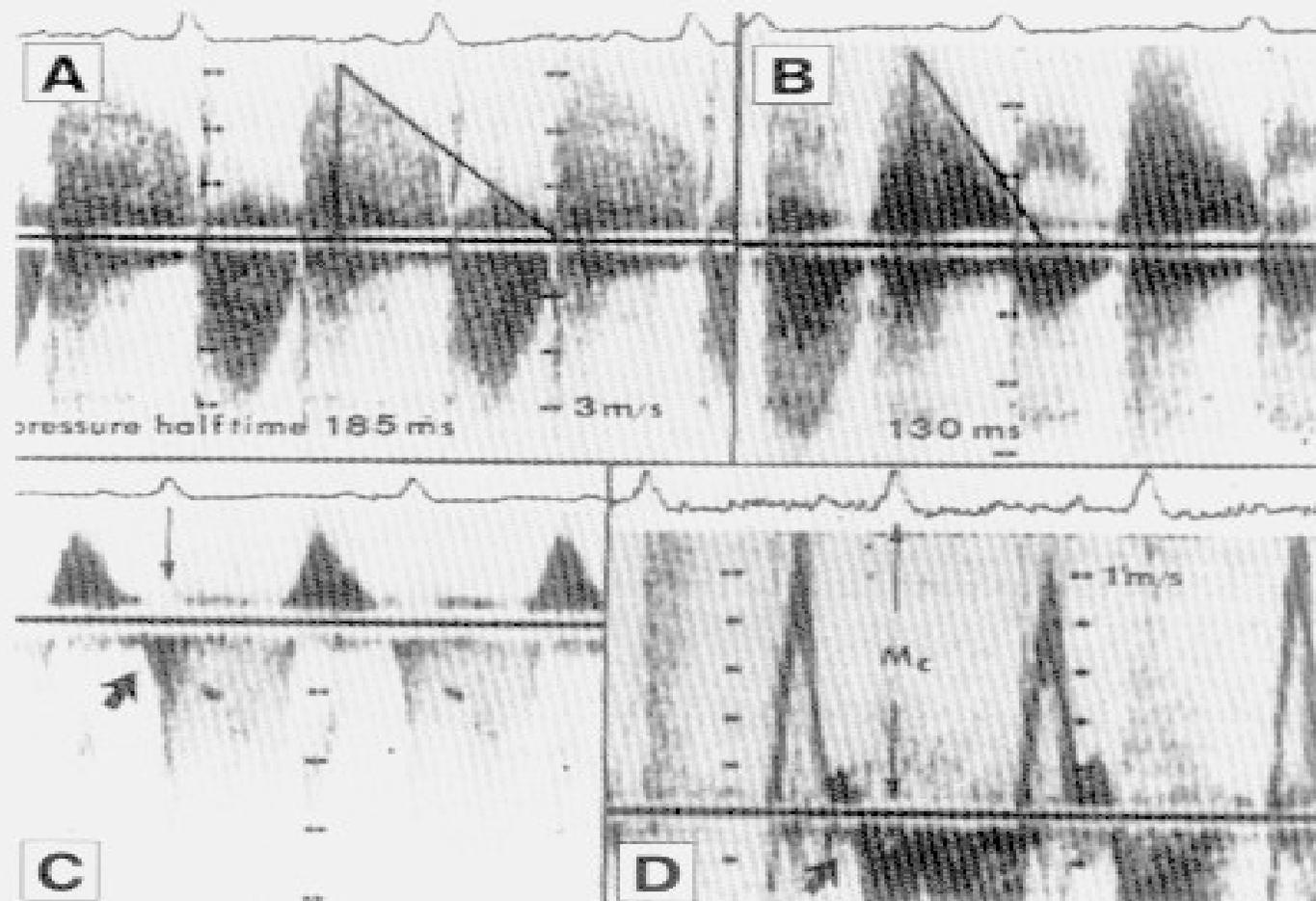
LV-AO
Давление



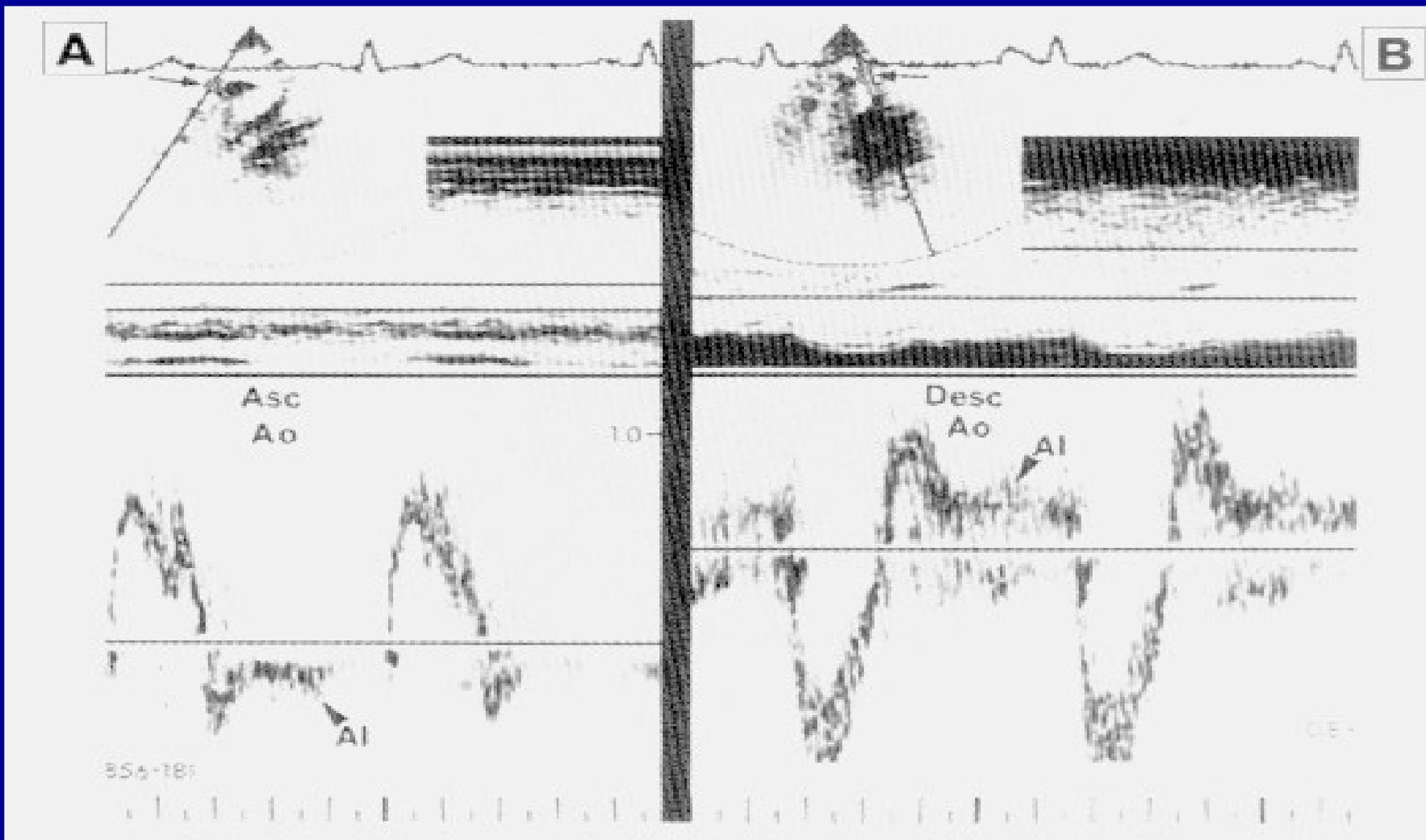
Схема, иллюстрирующая принцип оценки степени тяжести аортальной регургитации по диастолическому наклону доплерограммы струи регургитации. Непрерывноволновой доплеровский сигнал (CWD) является функцией разности давлений между левым желудочком и аортой (LV-AO). При относительно легкой аортальной регургитации разность давлений постепенно уменьшается, по мере того как регургитирующая кровь течет в левый желудочек; однако при тяжелой степени аортальной регургитации давление в аорте падает быстро, а давление в левом желудочке круто нарастает, когда большой объем регургитации увеличивает давление. Таким образом, диастолический наклон струи регургитации увеличивается. LVOT — выносящий тракт левого желудочка.



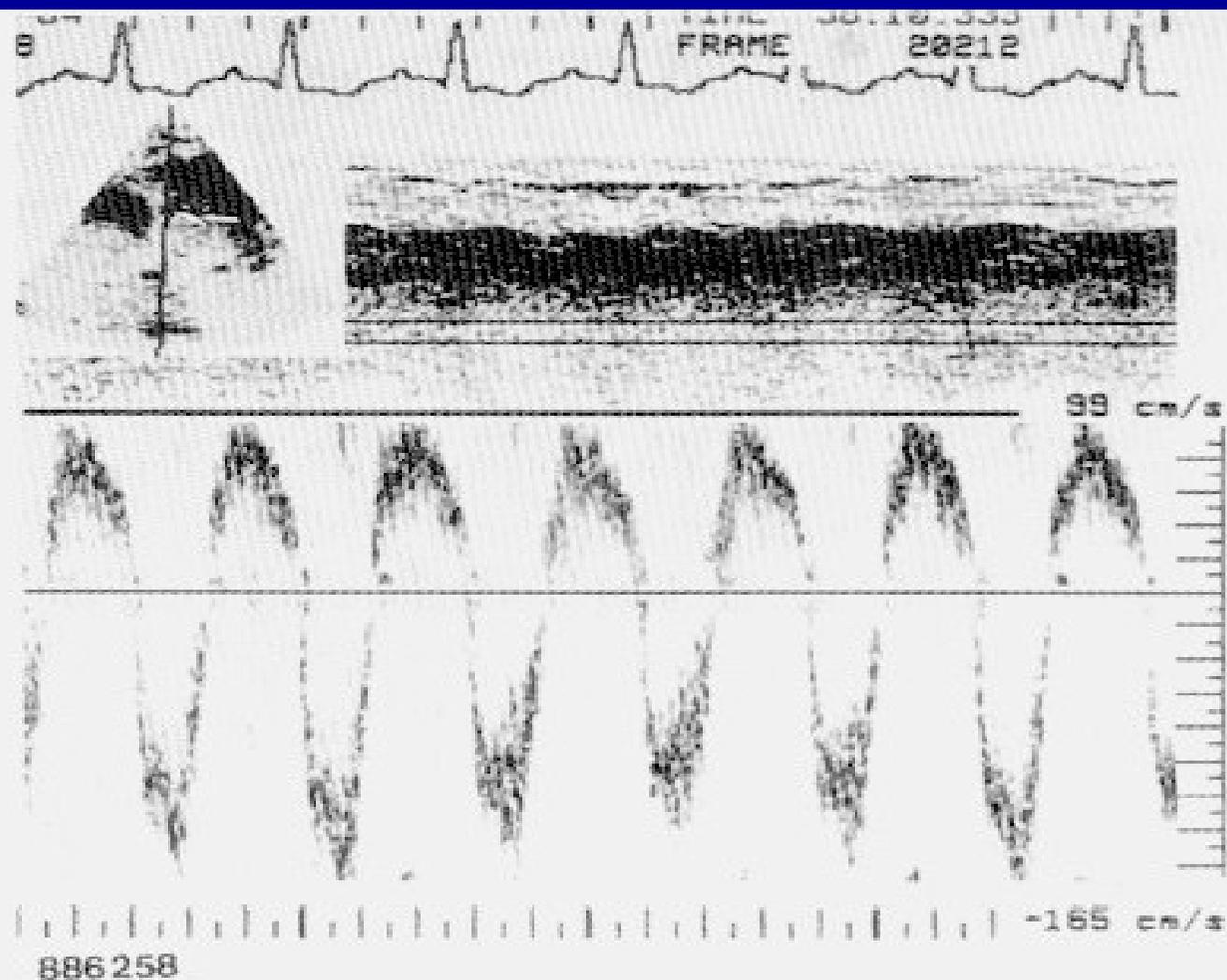
Непрерывноволновая доплерограмма при более тяжелой степени регургитации. Скорость замедления 13 м/с^2 .



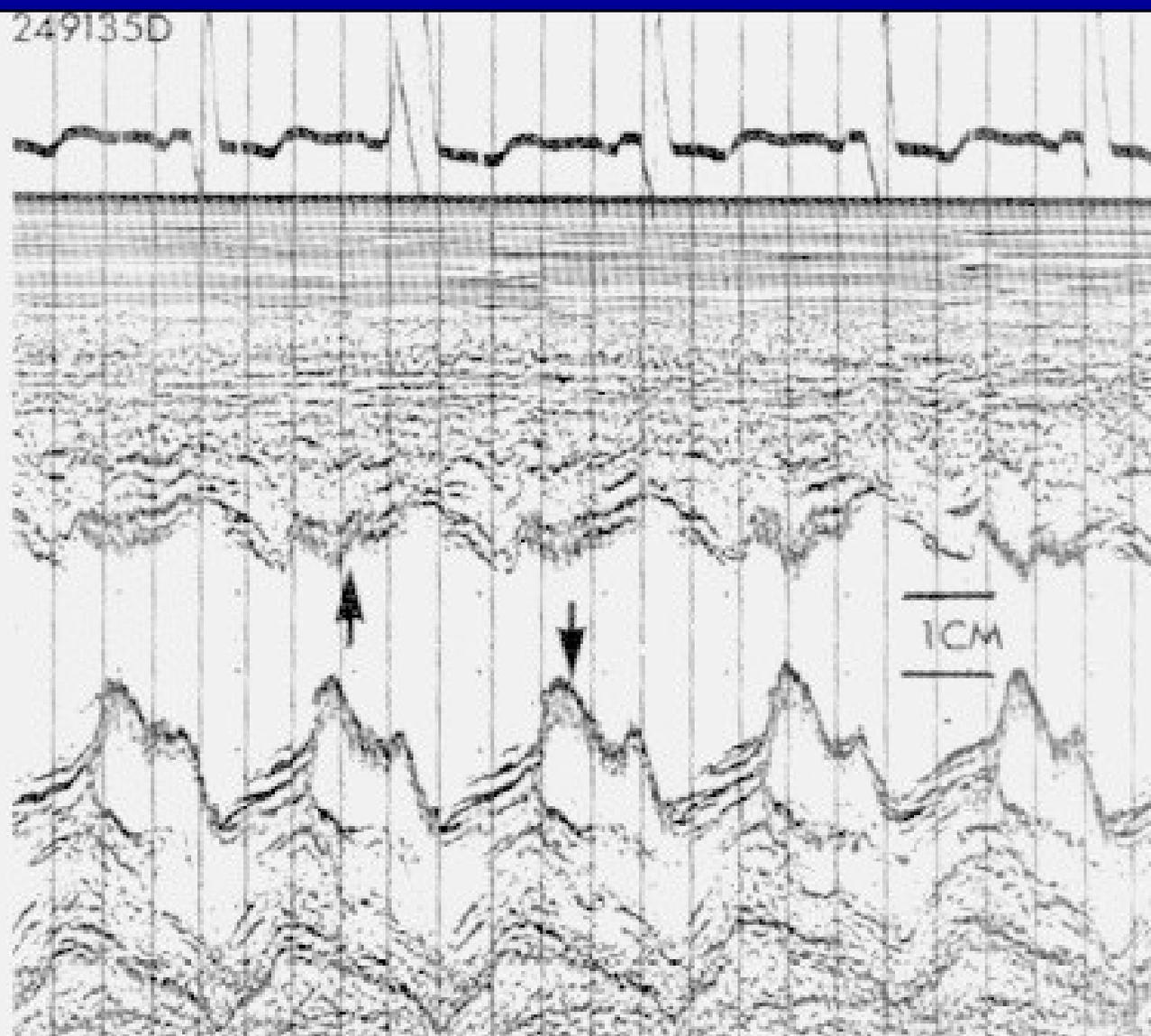
Непрерывноволновые доплерограммы при прогрессирующей аортальной регургитации. Время полуспада градиента давления на А составляет 185 мс. Кроме того, на доплерограмме С наблюдается пресистолическая митральная регургитация (большая стрелка). Поскольку аортальная регургитация прогрессивно усугубляется, время полуспада градиента давления уменьшается до 130 мс, и пресистолическая митральная регургитация (стрелка, D) увеличивается.



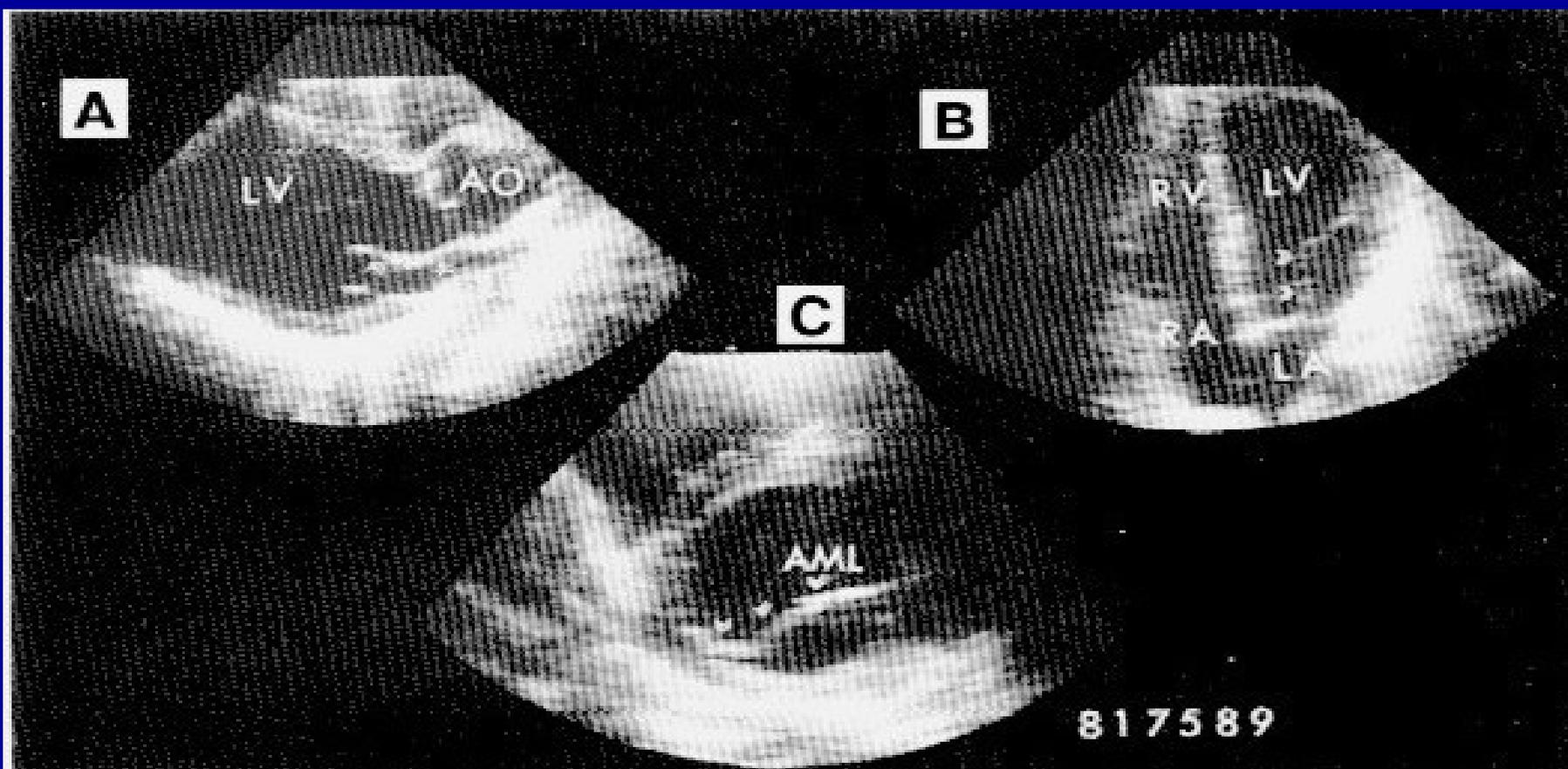
Импульсно-волновые доплерограммы потока в восходящей аорте (А) и в нисходящей аорте (В) при аортальной регургитации. Диастолическая реверсия потока в результате аортальной регургитации (А1) видна на протяжении диастолы на обеих доплерограммах. Ао — аорта, стрелки указывают местоположение контрольного объема.



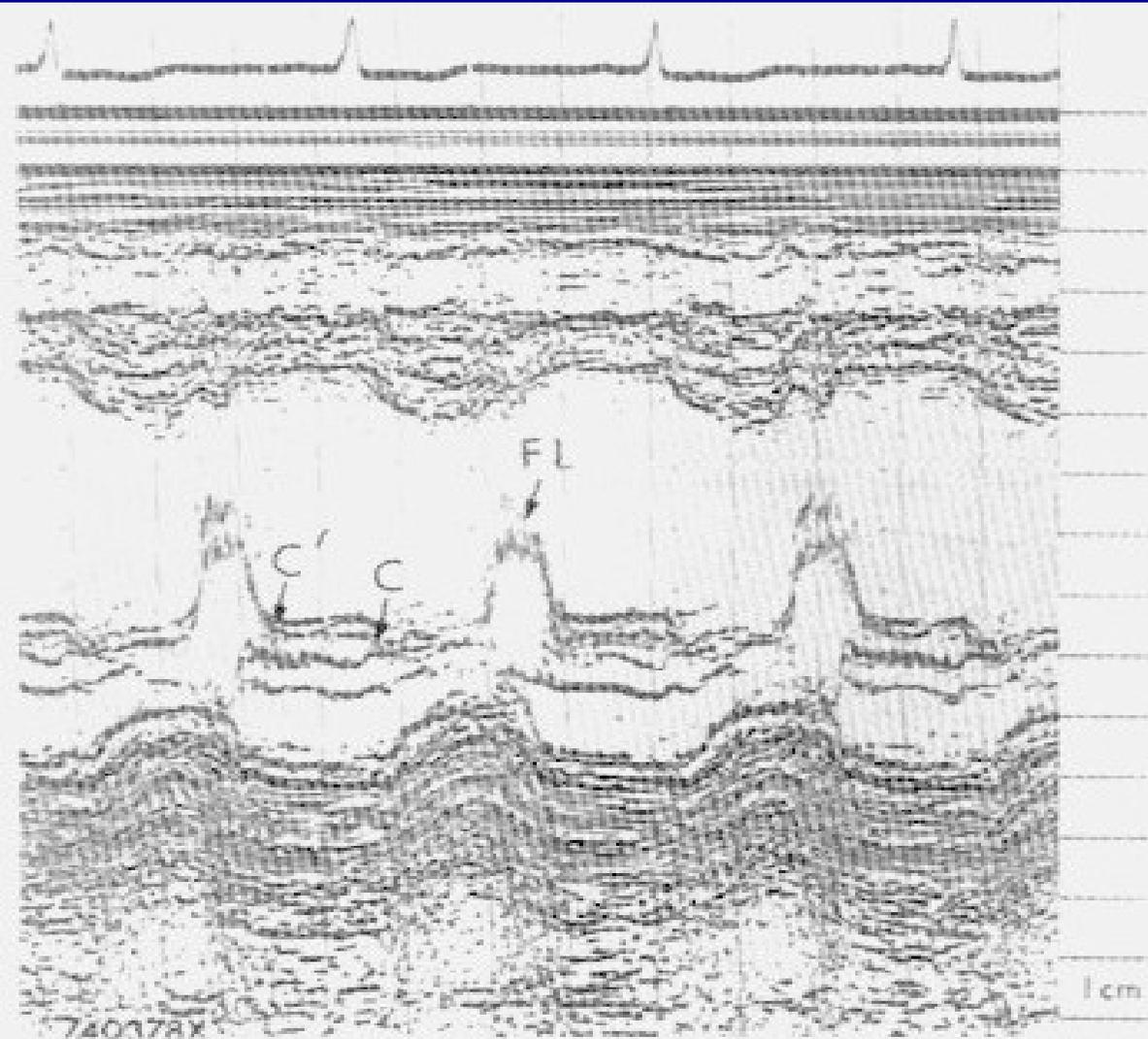
Импульсно-волновая доплерограмма. Контрольный объем (стрелка) установлен в грудной нисходящей аорте у пациента с тяжелой степени аортальной регургитацией. Ретроградный диастолический поток практически так же велик, как и направленный вперед систолический поток.



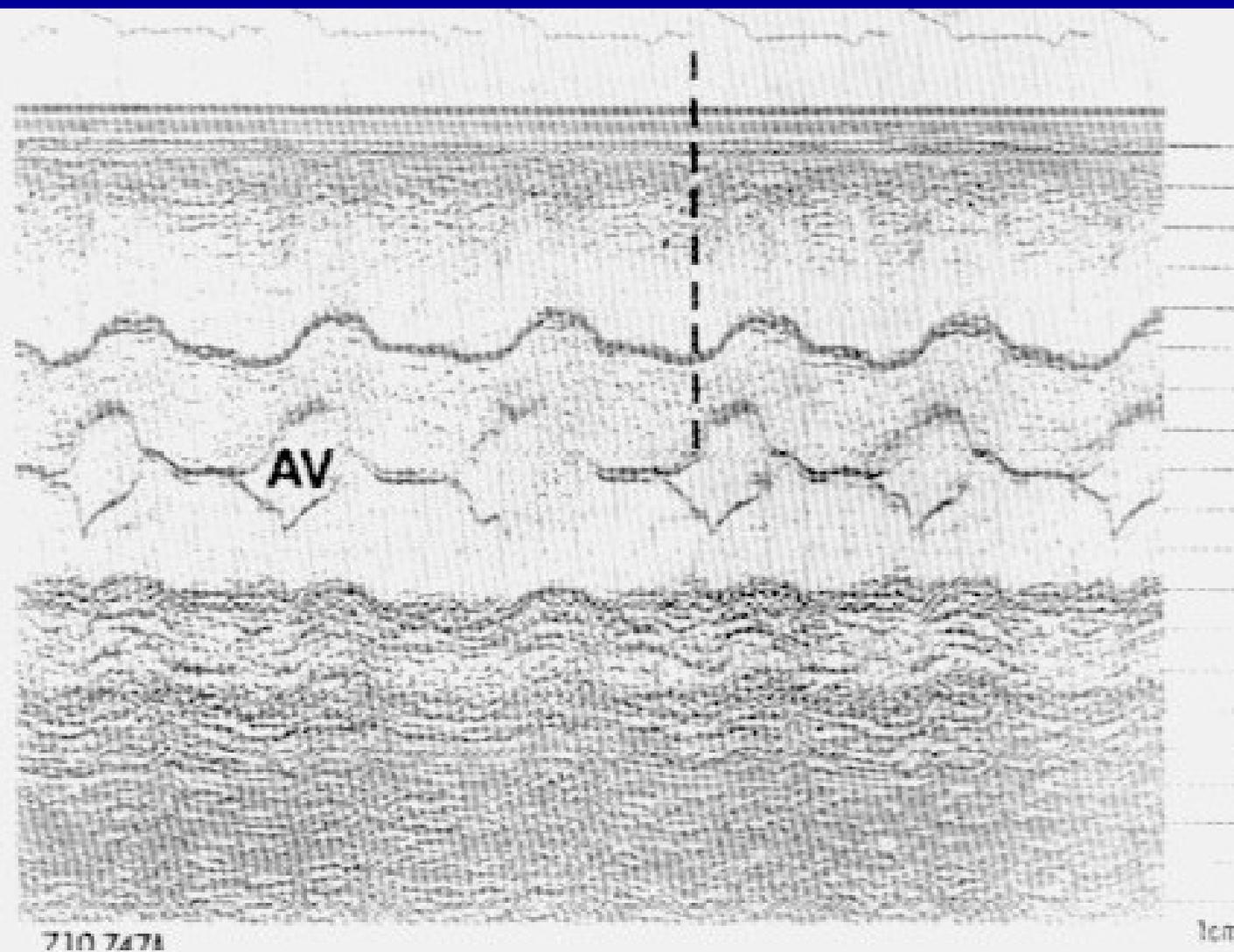
М-эхокардиограмма при аортальной регургитации. Наблюдается дрожание (стрелки) межжелудочковой перегородки и митрального клапана.



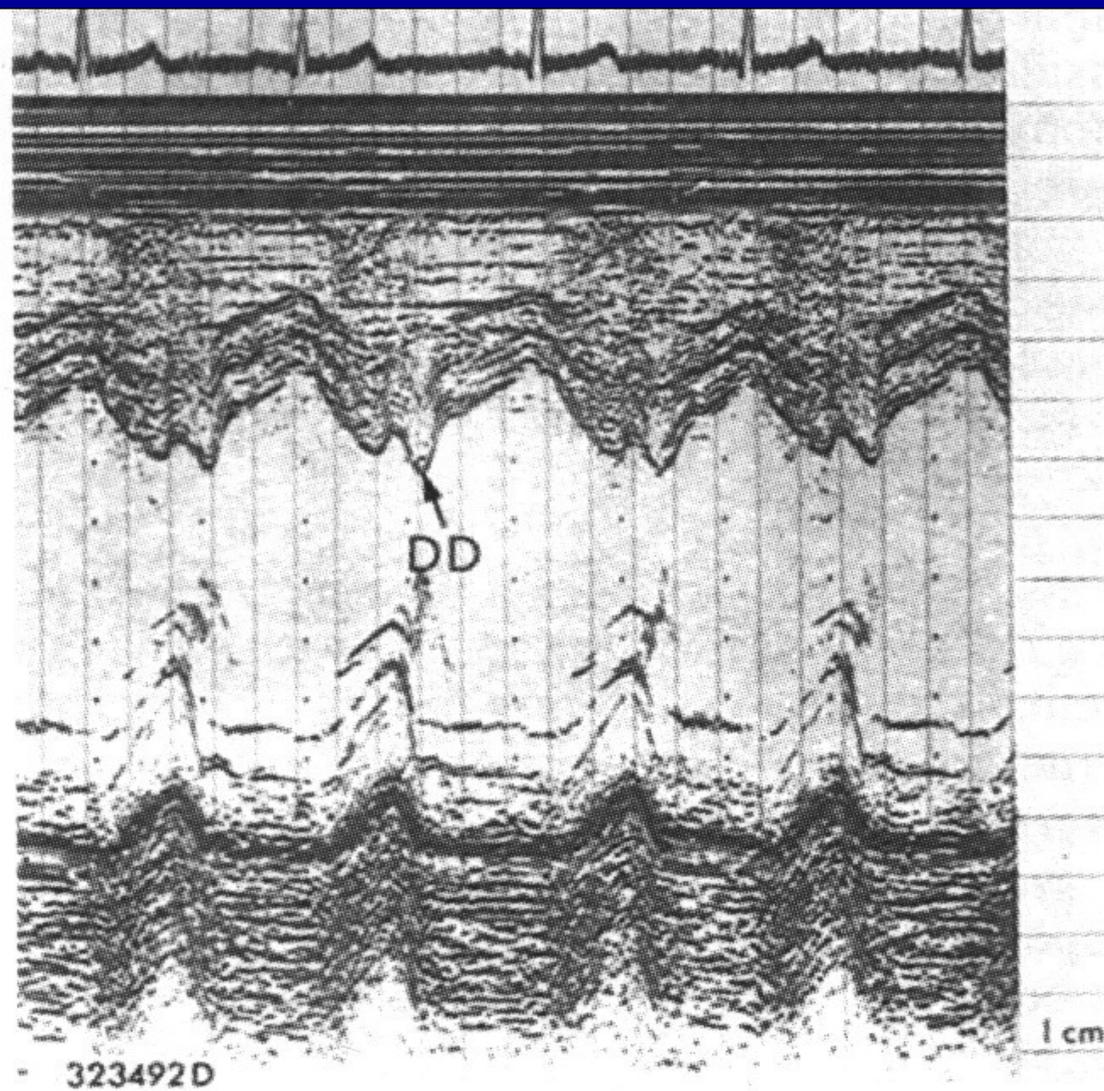
Двухмерные эхокардиограммы при тяжелой степени аортальной регургитации. А — позиция по длинной оси, В — четырехкамерная позиция, С — позиция по короткой оси. В течение диастолы регургитирующий поток искажает форму передней створки митрального клапана (стрелки) во всех трех позициях. LV — левый желудочек; АО — аорта; LA — левое предсердие; RV — правый желудочек; RA — правое предсердие; AML — передняя створка митрального клапана.



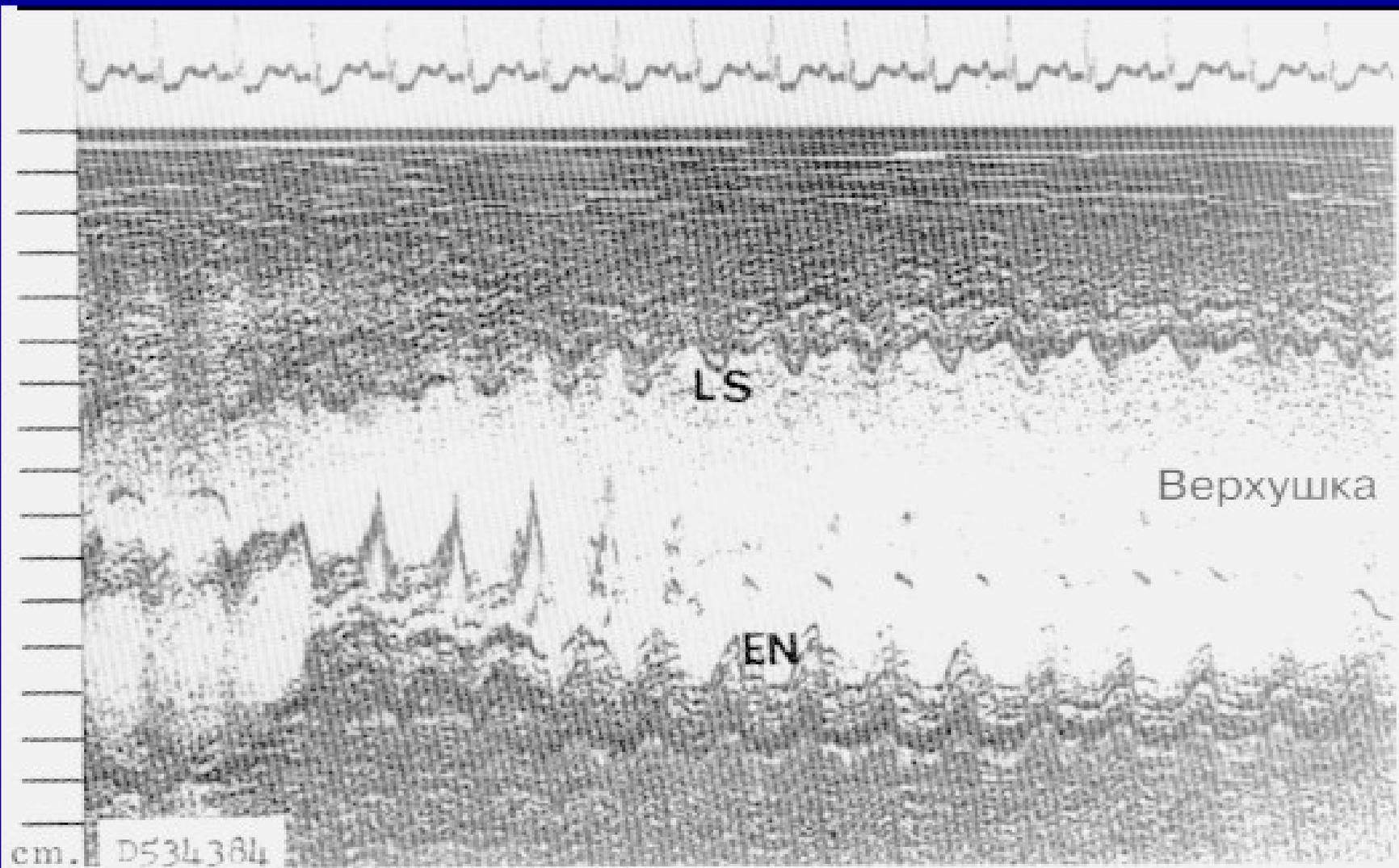
Эхокардиограмма митрального клапана пациента с острой тяжелой аортальной регургитацией. Клапан почти полностью закрыт (C') перед систолой желудочков. Клапан не приоткрывается в систолу предсердий и закрывается полностью в систолу желудочков (C).



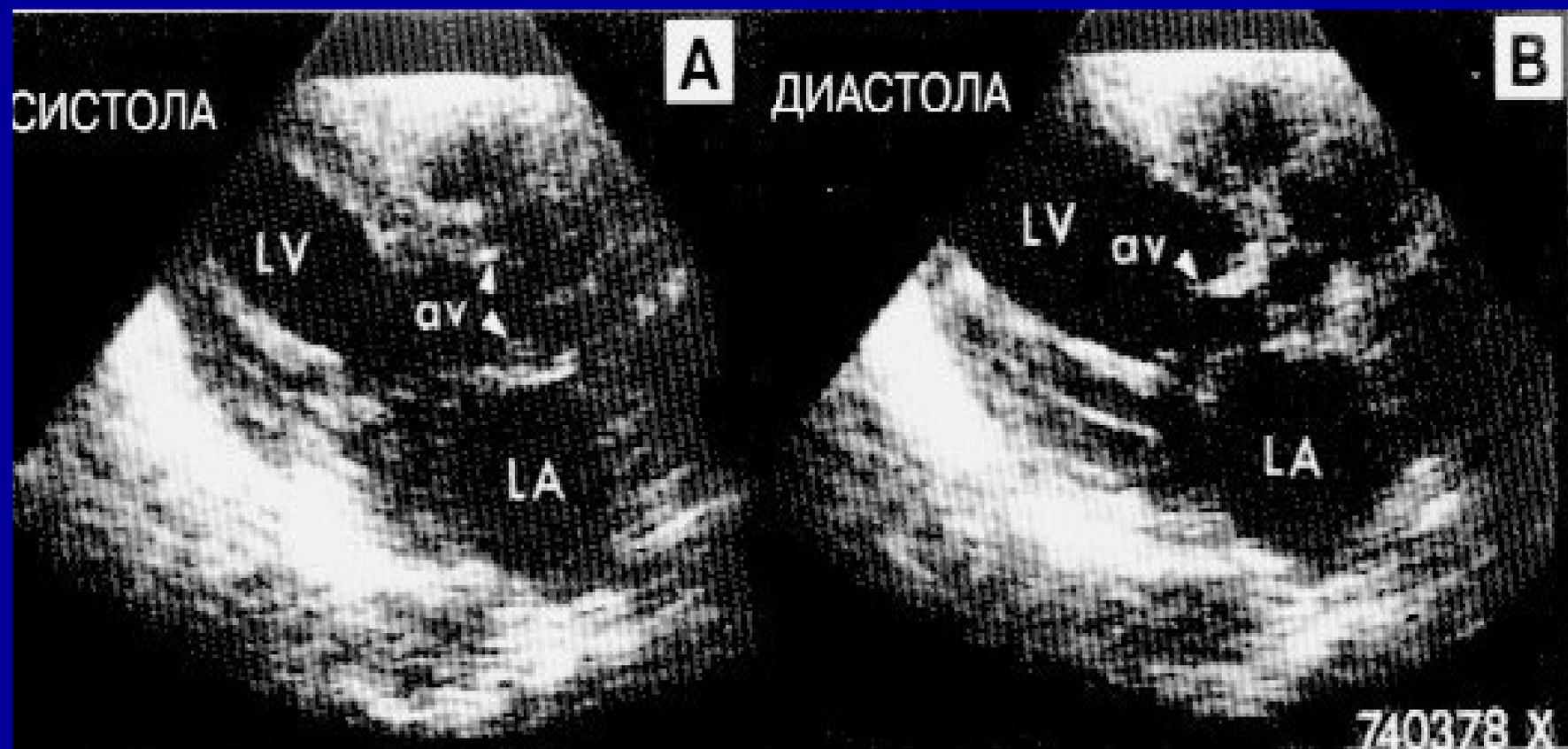
M-эхокардиограмма аортального клапана (AV) при тяжелой степени аортальной регургитации и высоком конечнодиастолическом давлении в левом желудочке. Аортальный клапан открывается до начала систолы желудочков (пунктирная линия).



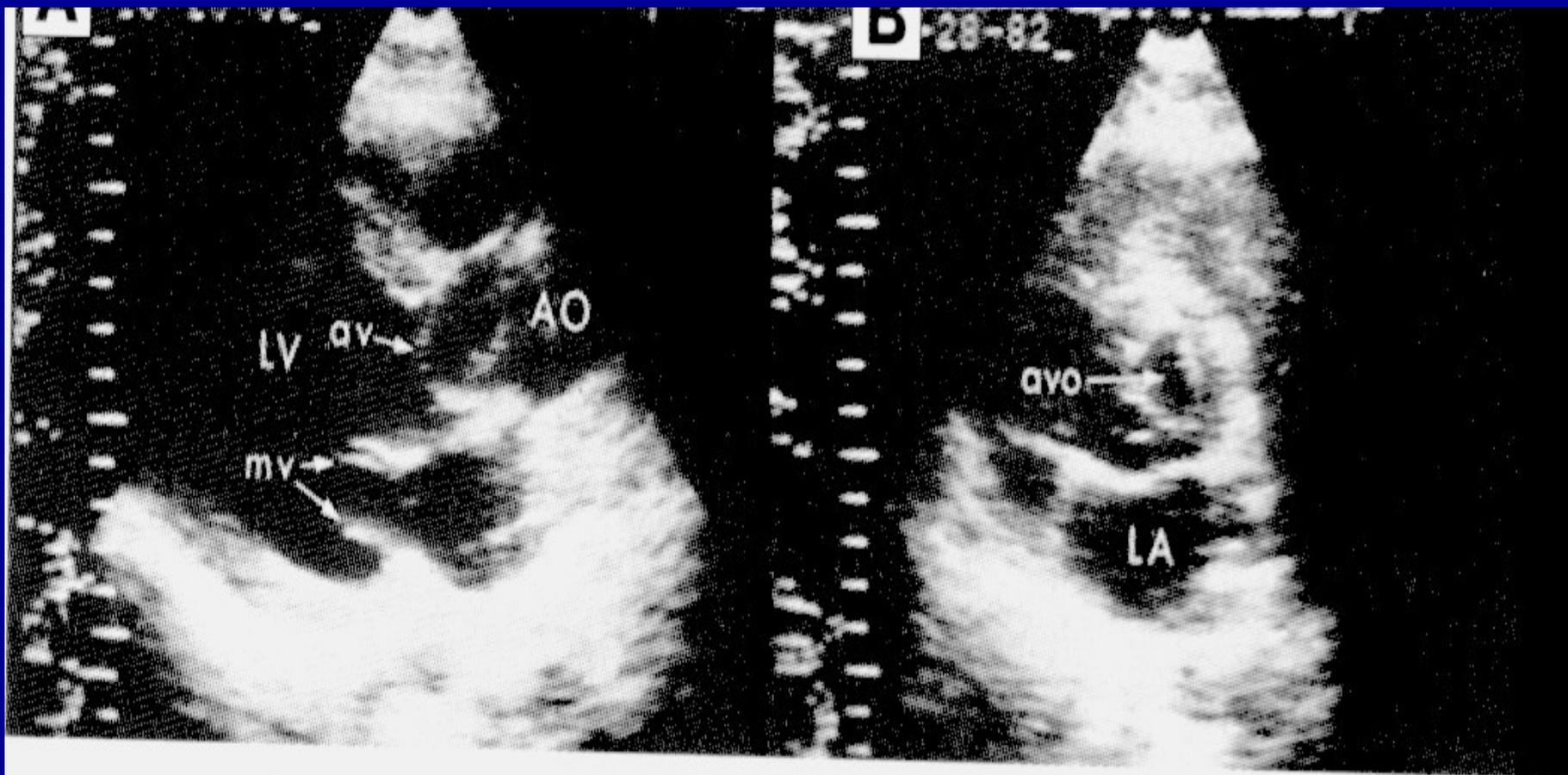
М-эхокардиограмма левого желудочка при аортальной регургитации. Левый желудочек расширен, перегородка и задняя стенка гиперкинетичны, наблюдается преувеличенное диастолическое западение (DD) межжелудочковой перегородки.



M-эхокардиограмма при тяжелой степени аортальной регургитации и сниженной функции левого желудочка. Левый желудочек дилатирован, не наблюдается чрезмерной подвижности эндокарда перегородки (LS) и задней стенки (EN).



Двухмерные эхокардиограммы в позиции по длинной оси при бактериальном эндокардите и вегетациях на створках аортального клапана. На протяжении диастолы (В) видно, как наложения на створках аортального клапана (av) пролабируют в выносящий тракт левого желудочка. LV – левый желудочек; LA – левое предсердие.



Двухмерные эхокардиограммы в позиции по длинной оси (А) и короткой оси (В) при пролапсе аортального клапана (av). LV – левый желудочек; АО – аорта; mv – створки митрального клапана; LA – левое предсердие; avo – отверстие аортального клапана.

Исследование трикуспидального клапана

- Характер антероградного потока и его скорость.
- Цветное доплеровское картирование:
- **ТН** - соотношение макс. S струи регургитации к S ПП из 4-камерного изображения:
- **I степень (легкая) < 20%,**
- **II степень (среднетяжелая) — 20-50%,**
- **III степень (тяжелая) > 50%.**
- **При II и III - волна обратного потока в НПВ.**

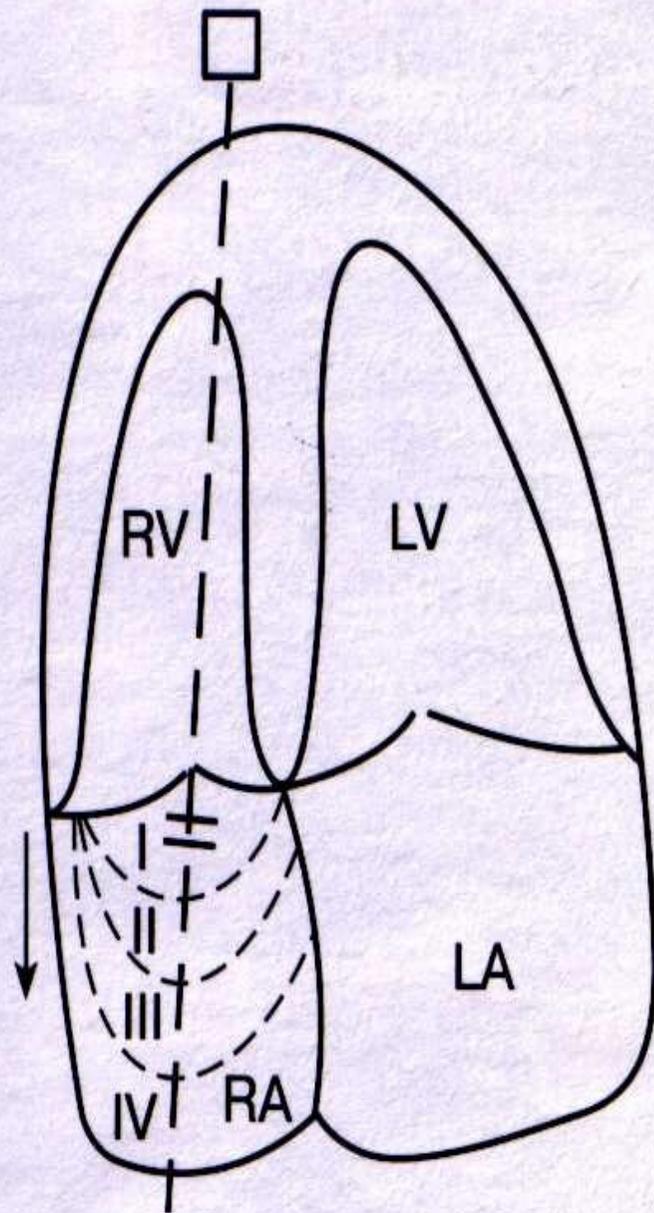


Схема определение степени трикуспидальной регургитации (I-IV) в режиме импульсно-волнового доплера.

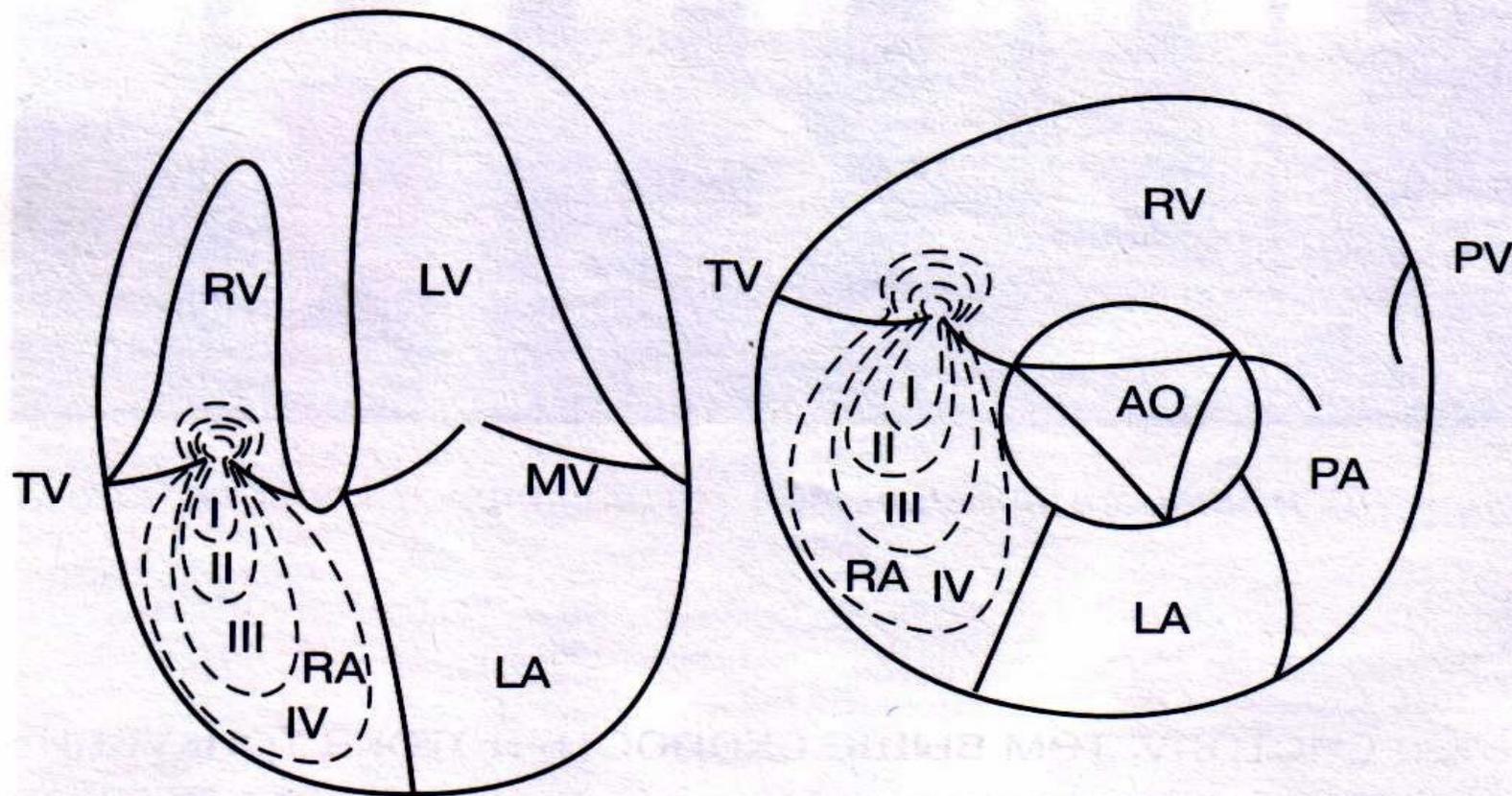
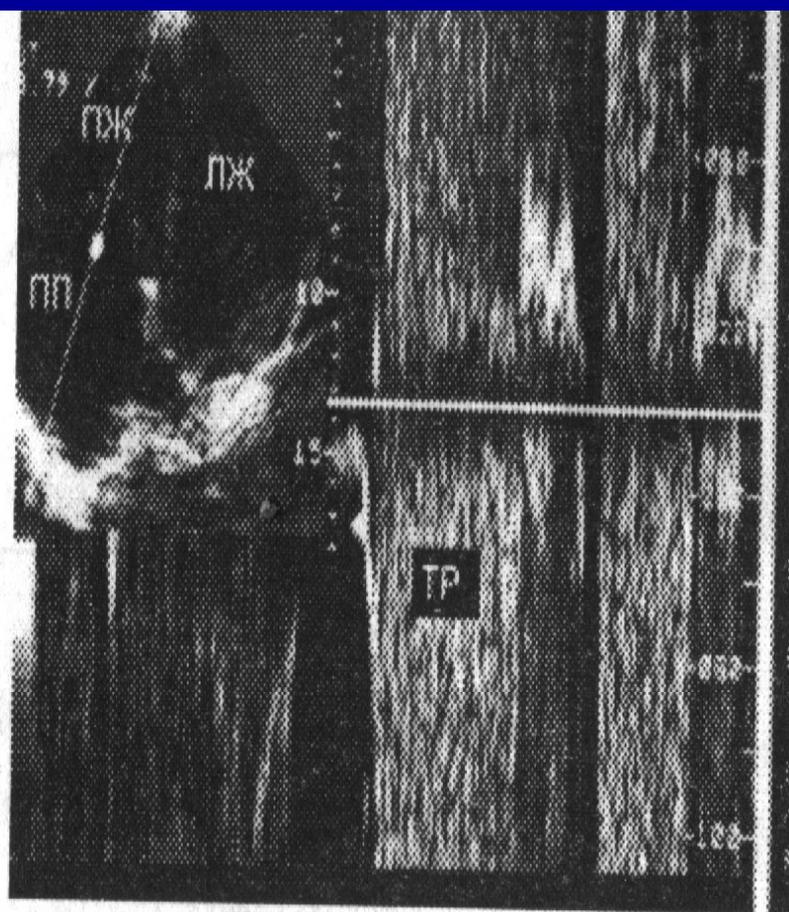
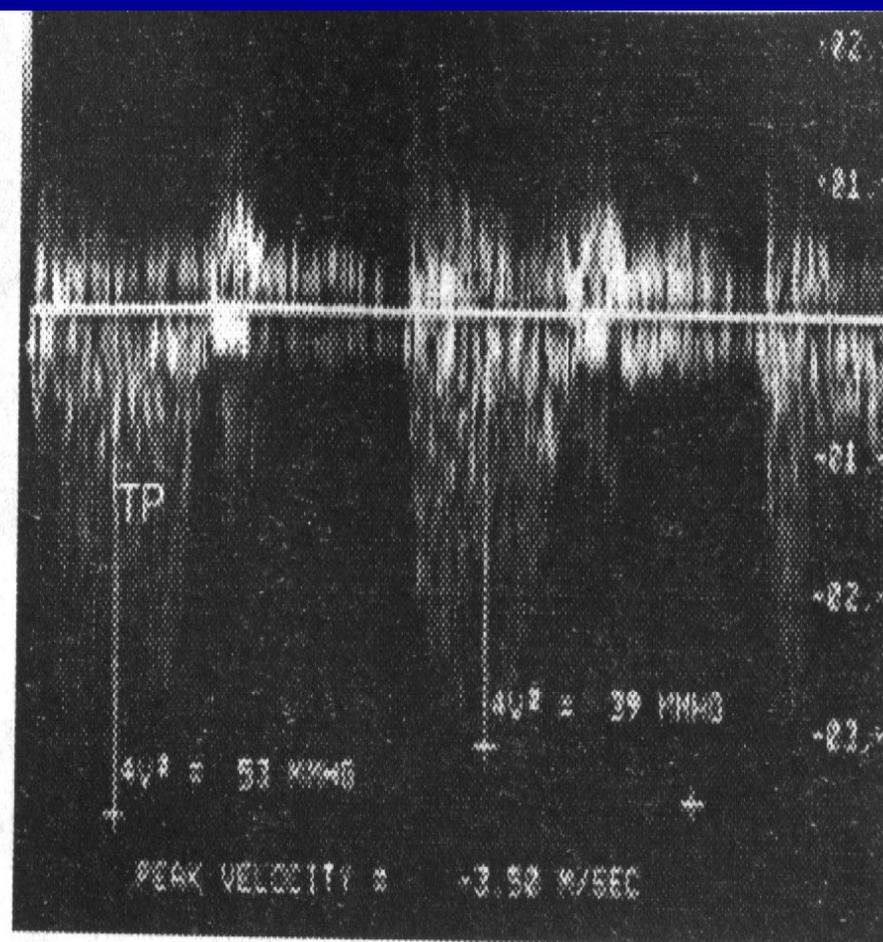


Схема оценки степени тяжести (I–IV) трикуспидальной регургитации в режиме цветового доплера.

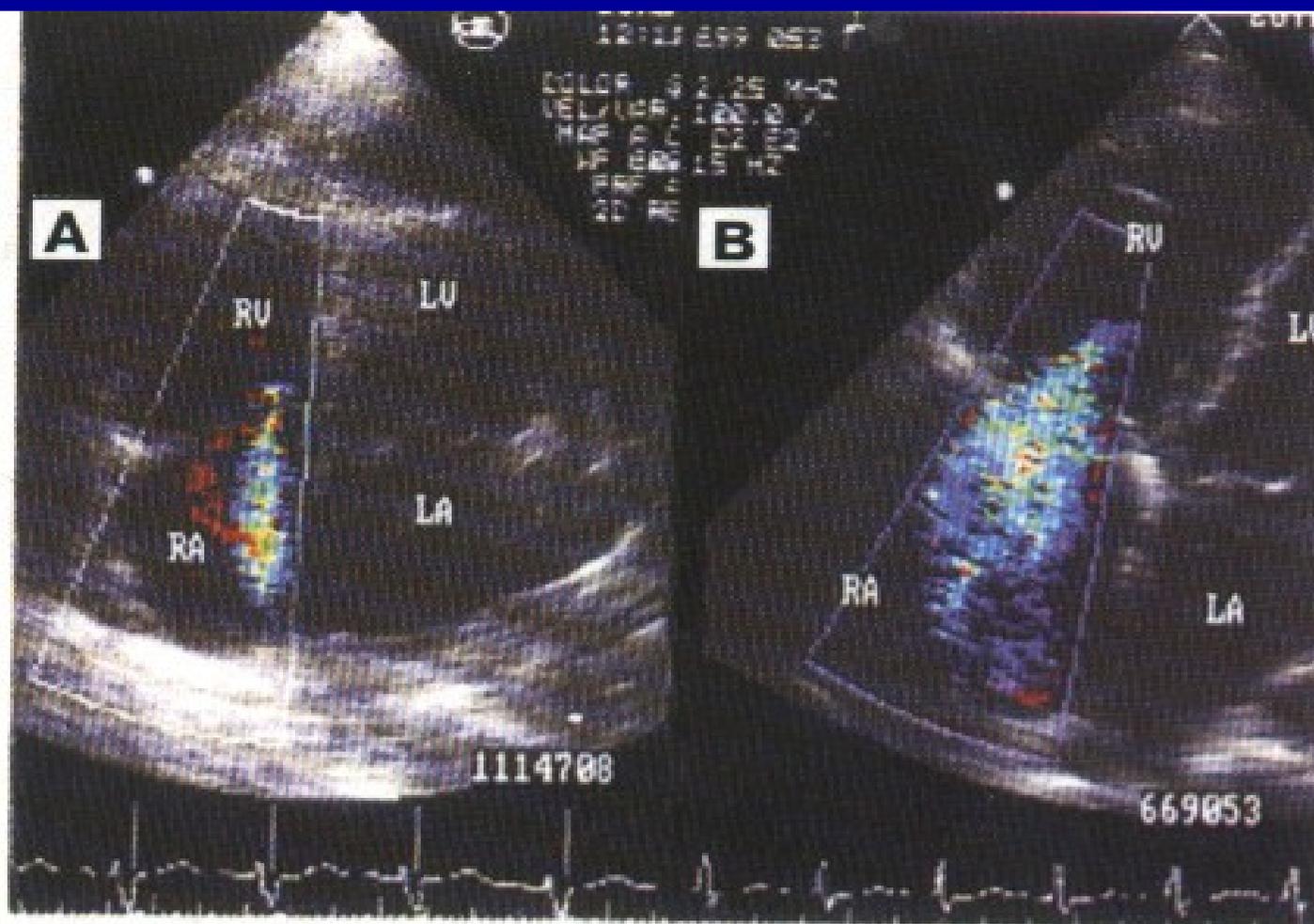


Пульсовой доплер

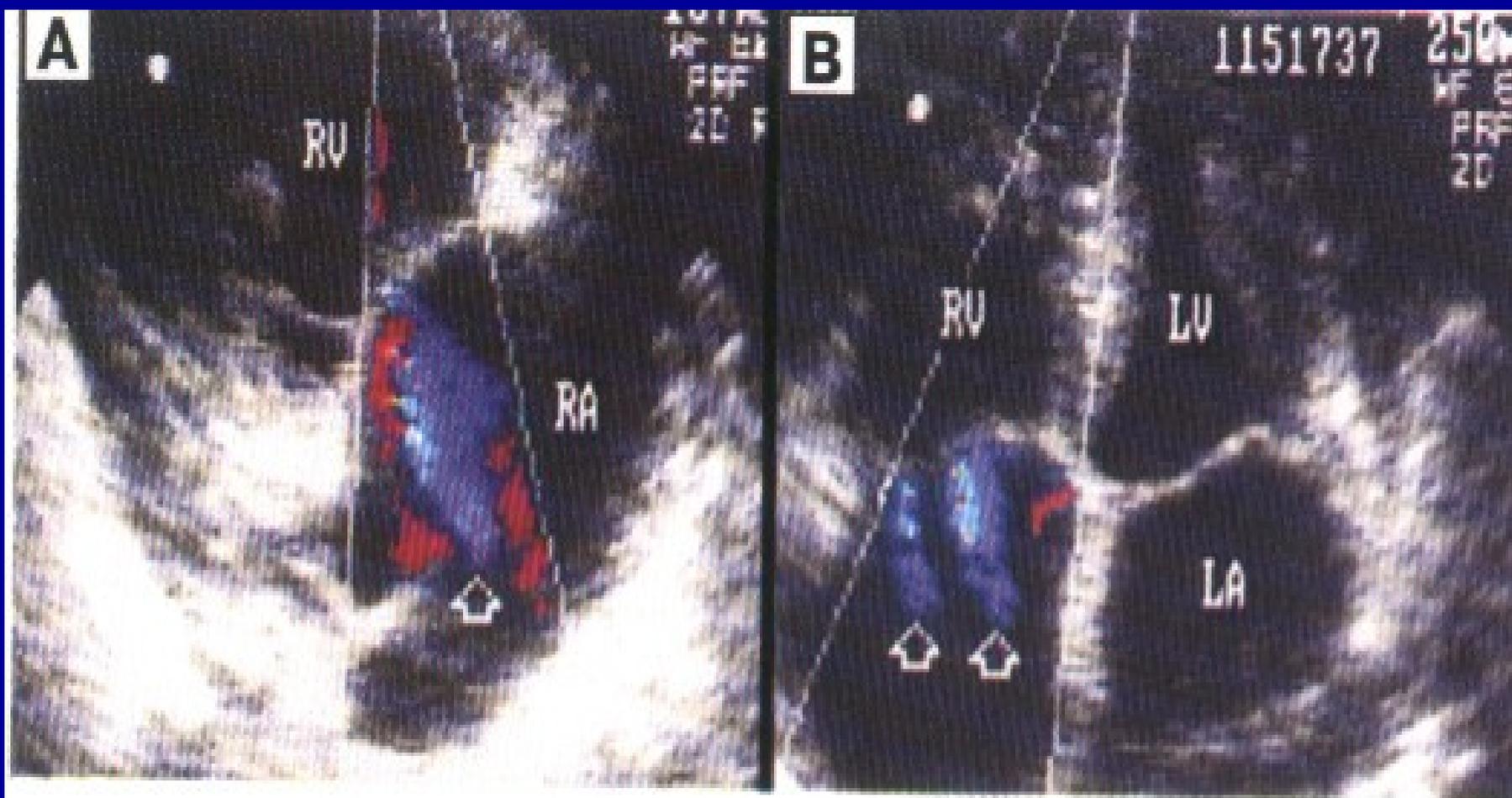


Постоянный доплер

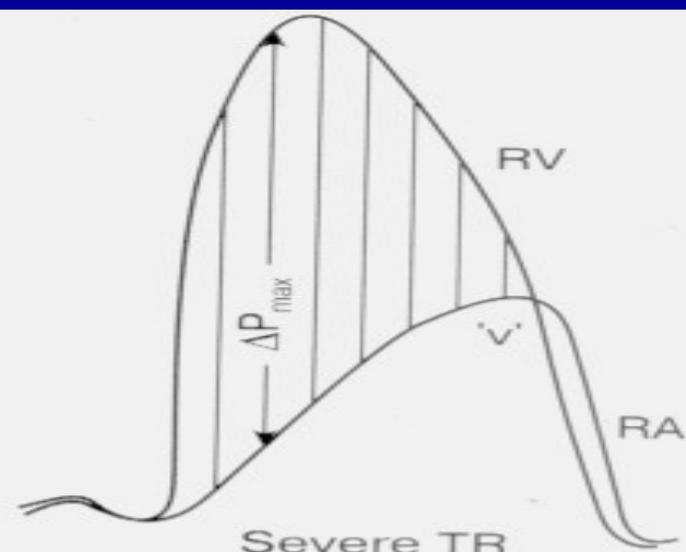
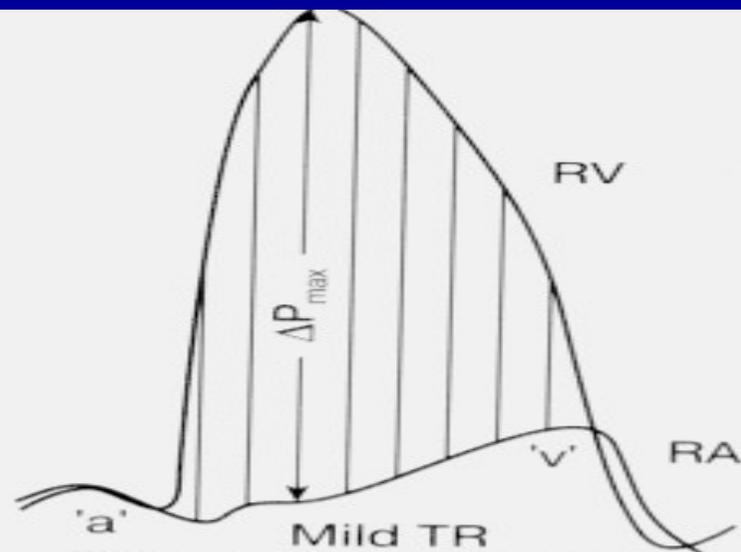
Допплеровское исследование трикуспидальной регургитации при выраженной легочной гипертензии.



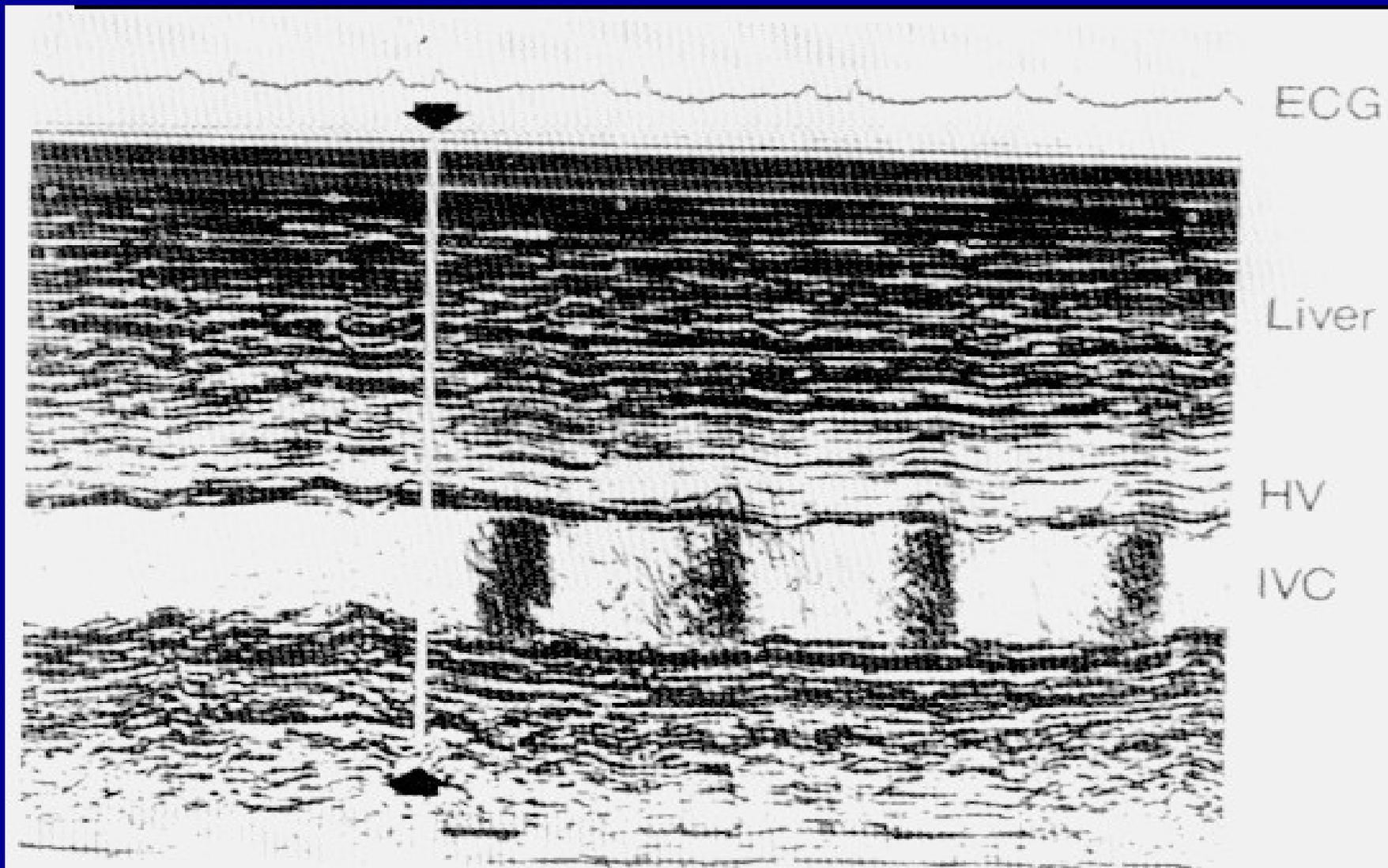
Цветовое доплеровское картирование при относительно легкой (А) и более тяжелой (В) степени регургитации крови на трикуспидальном клапане. Существует приближенная взаимосвязь между размером регургитирующей струи и степенью тяжести регургитации. RV – правый желудочек; RA – правое предсердие; LV – левый желудочек; LA – левое предсердие.



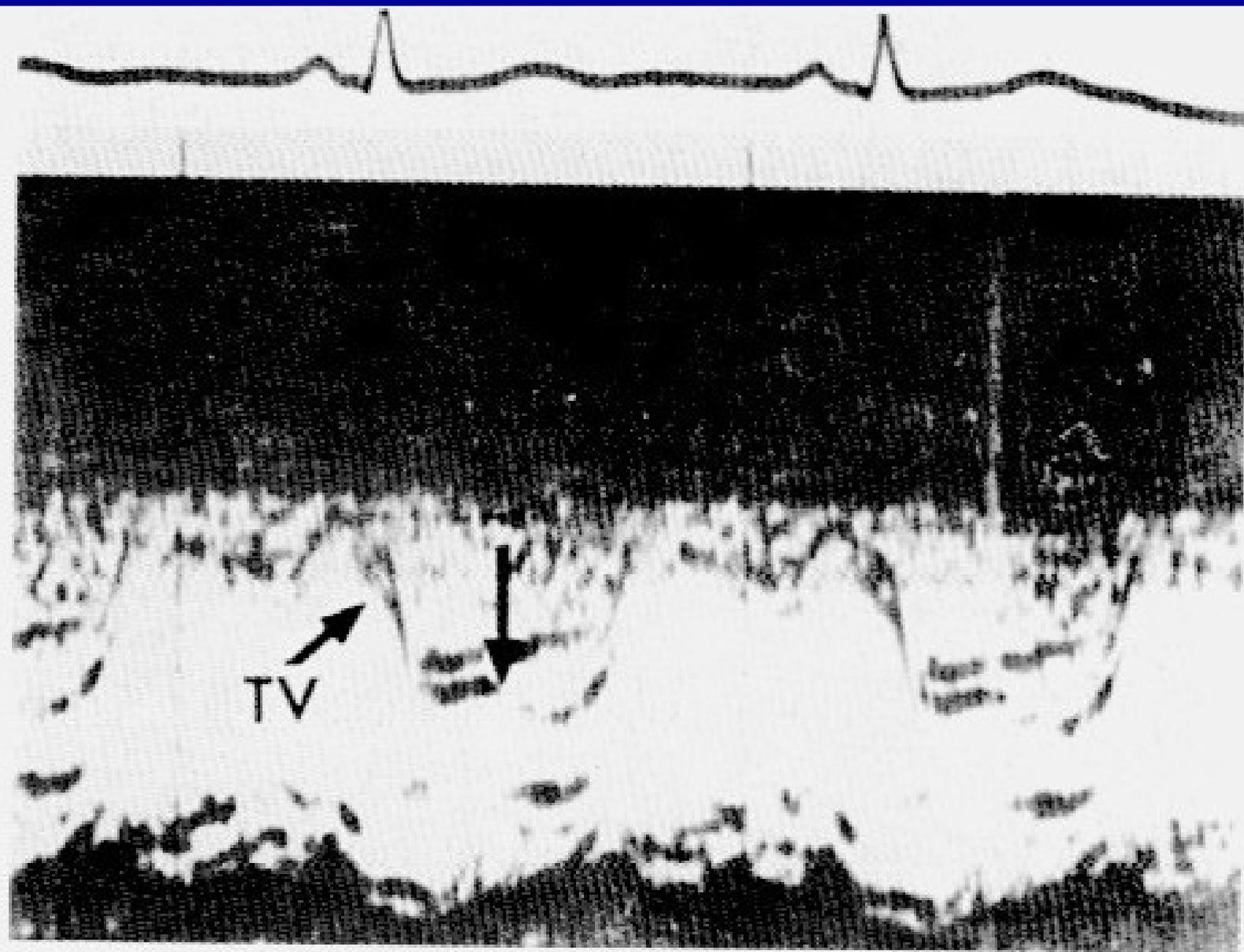
Цветовое доплеровское картирование при трикуспидальной регургитации. В парастеральной позиции (А) струя регургитации выглядит единственной (стрелка), тогда как в апикальной четырехкамерной позиции (В) наблюдаются две струи регургитации (стрелки).



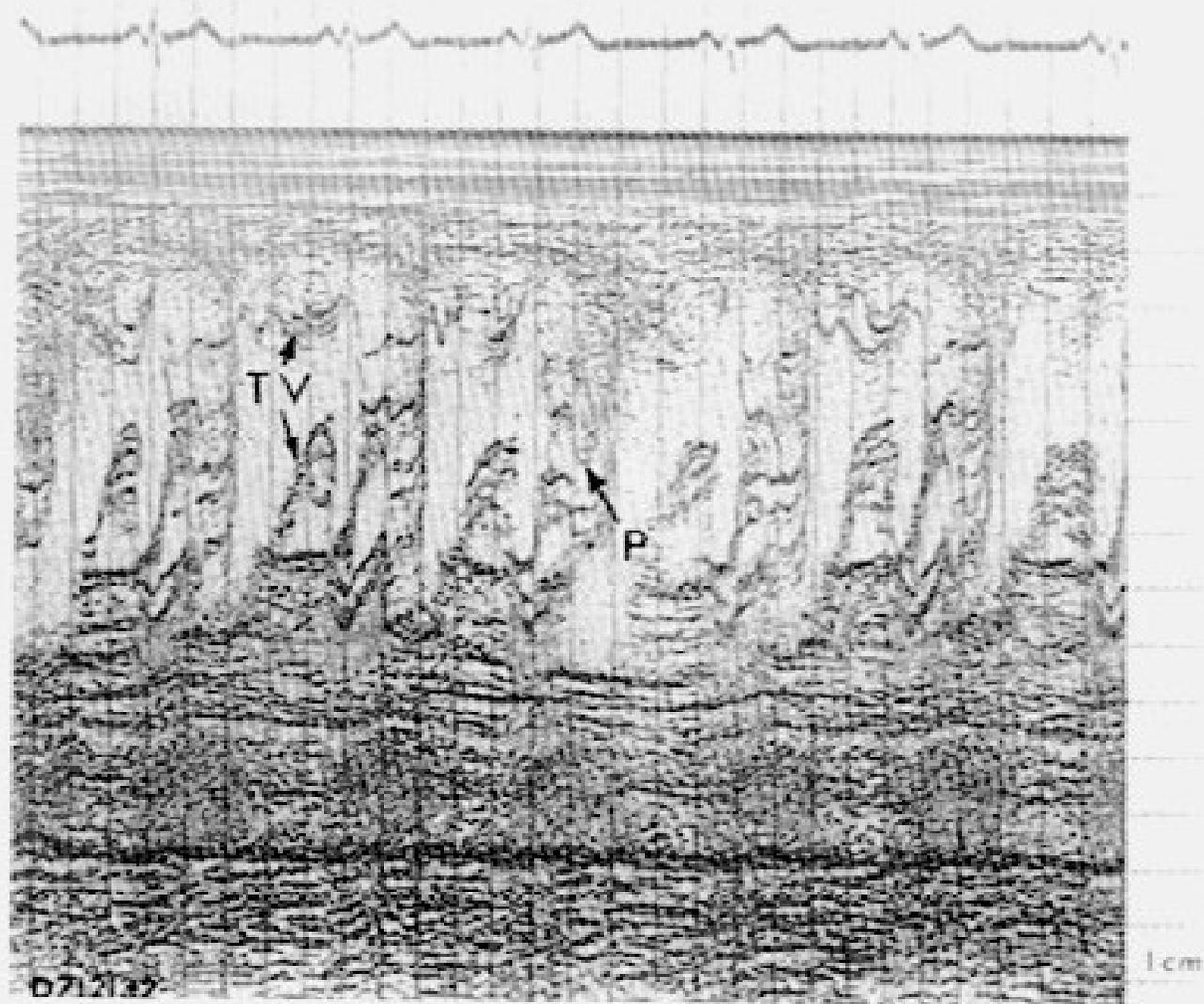
Непрерывноволновая доплерография двух пациентов с легкой степенью трикуспидальной регургитации (Mild TR) и тяжелой степенью трикуспидальной регургитации (Severe TR). Форма доплеровского сигнала является функцией градиента давления между правым желудочком (RV) и правым предсердием (RA). При высокой V-волне в правом предсердии градиент давления уменьшается на протяжении поздней половины систолы, и доплеровский сигнал трикуспидальной регургитации уменьшается быстрее.



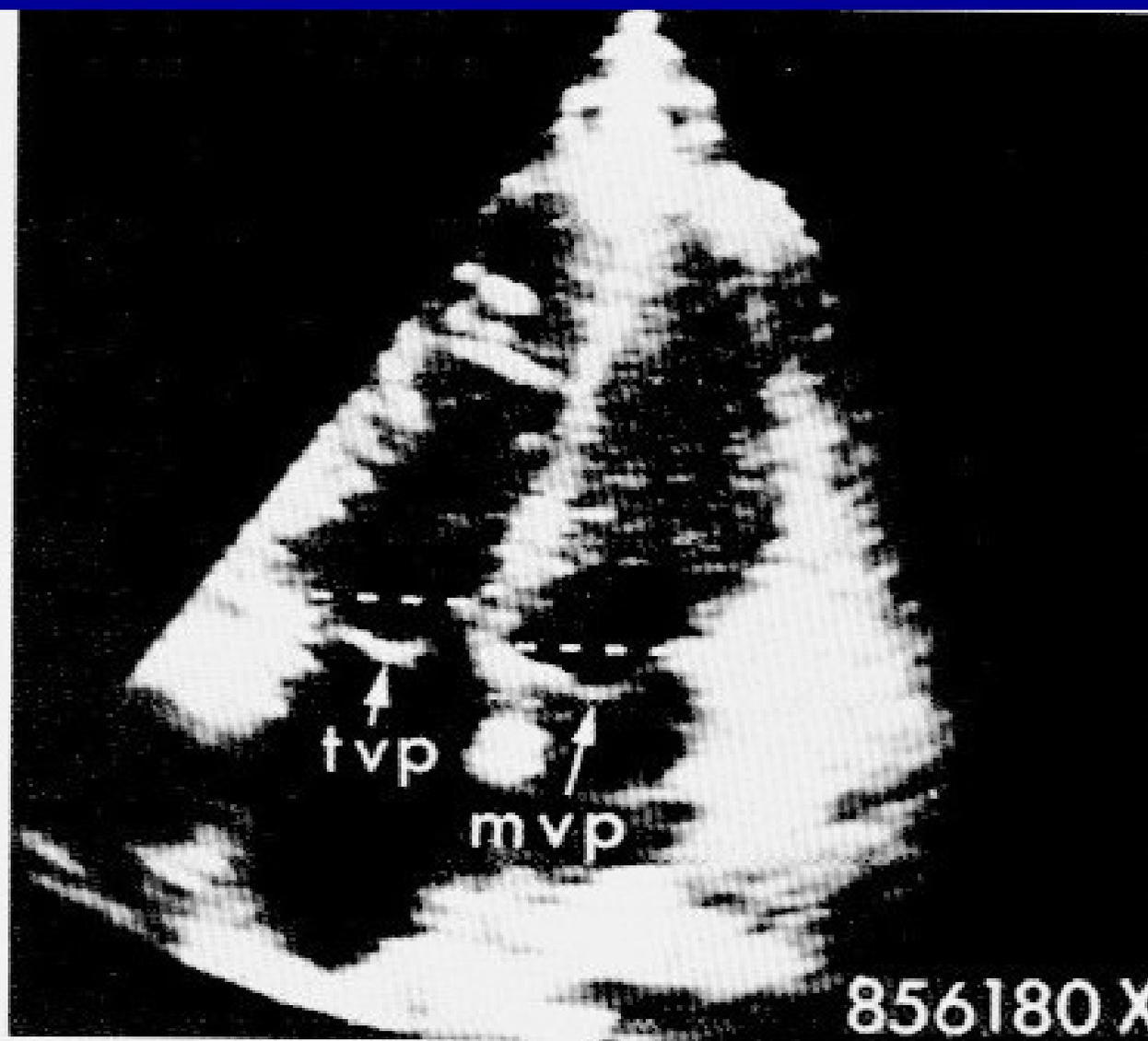
Контрастная эхокардиография в М-режиме нижней полой вены (IVC) при трикуспидальной регургитации. Контраст заметен в полости нижней полой вены в течение желудочковой систолы. HV – печеночная вена; ECG – ЭКГ; Liver – печень.



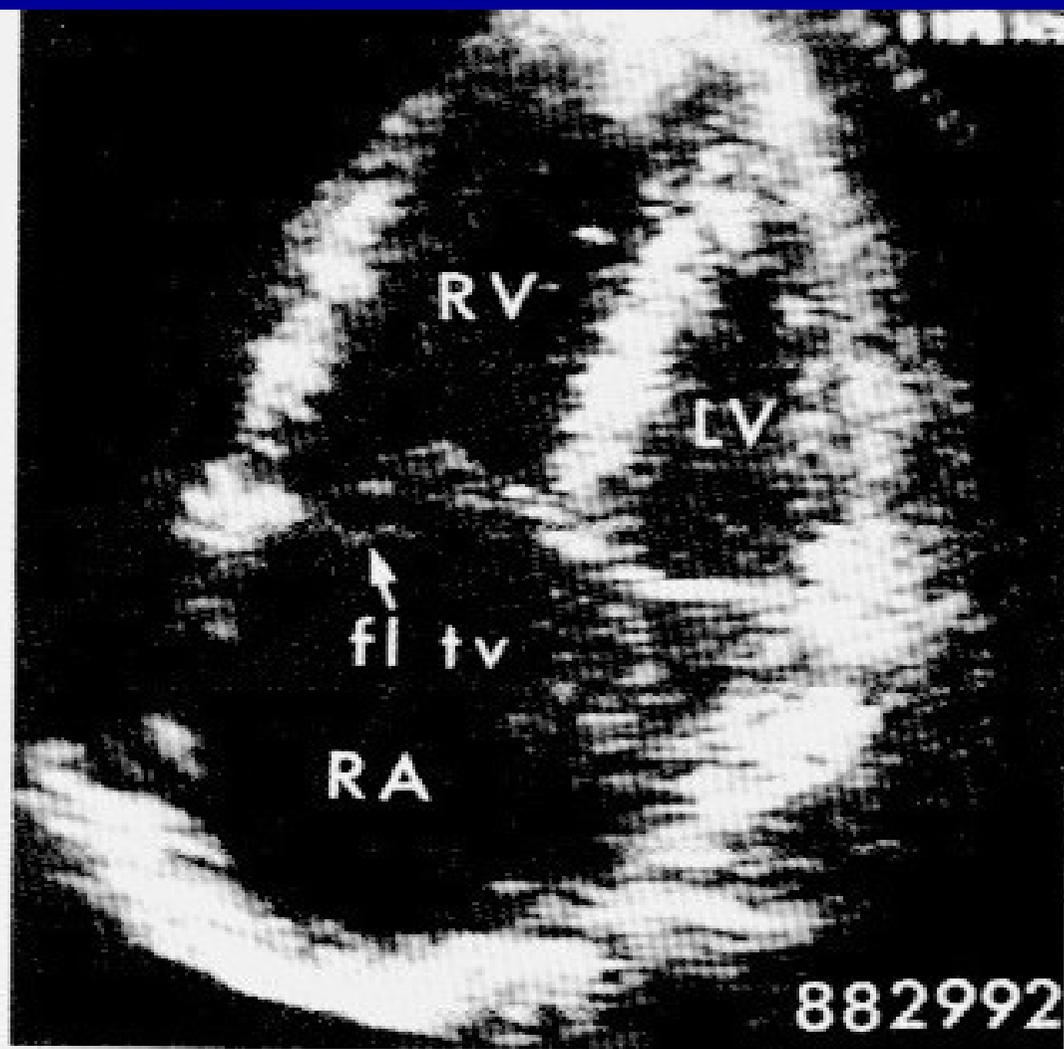
Эхокардиограмма трикуспидального клапана (TV).
Наблюдается пролапс трикуспидального клапана (стрелка).



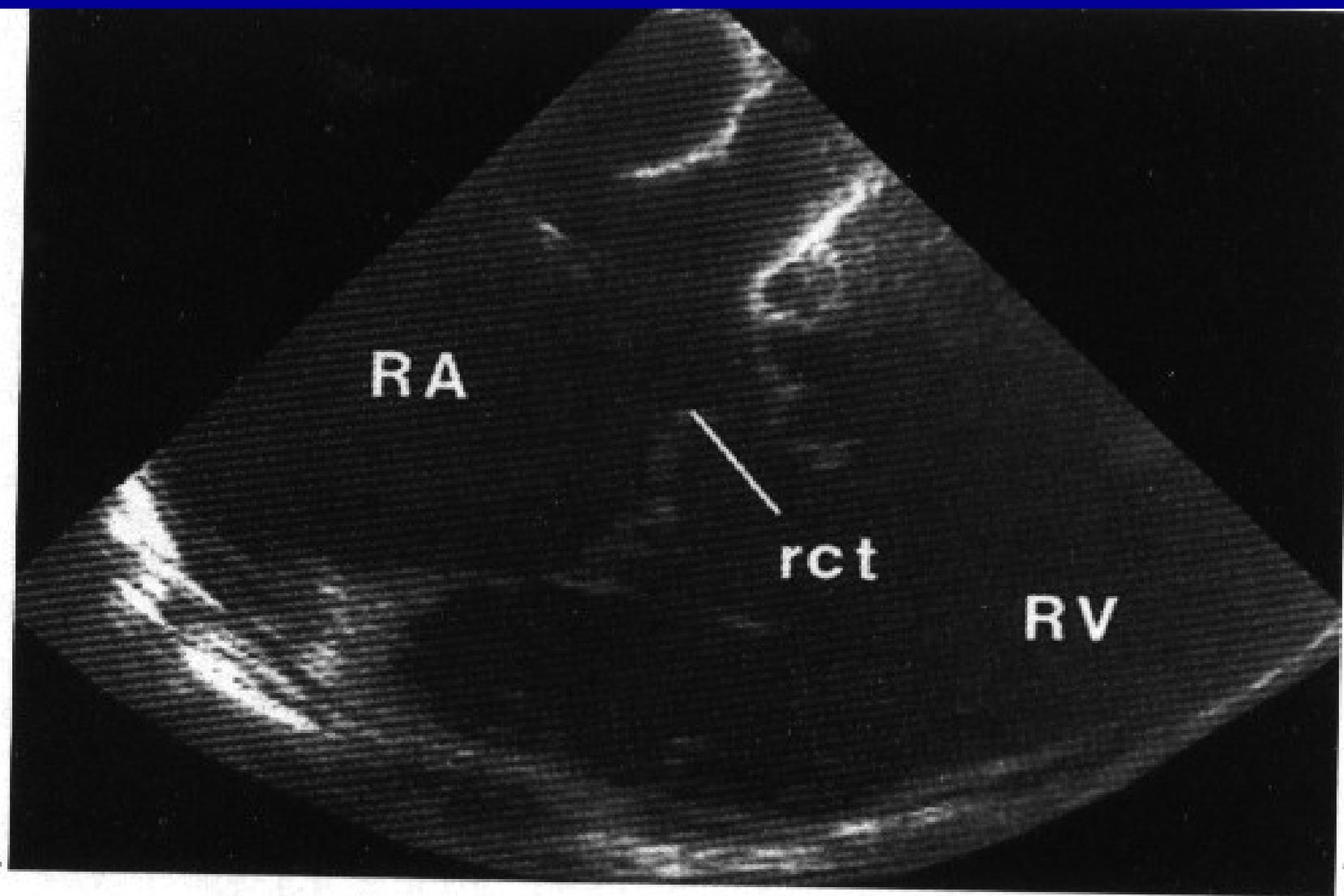
M-эхокардиограмма при пролапсе трикуспидального клапана (TV). Экскурсия и расхождение створок трикуспидального клапана увеличены, и заднее смещение клапана (P) происходит в позднюю систолу.



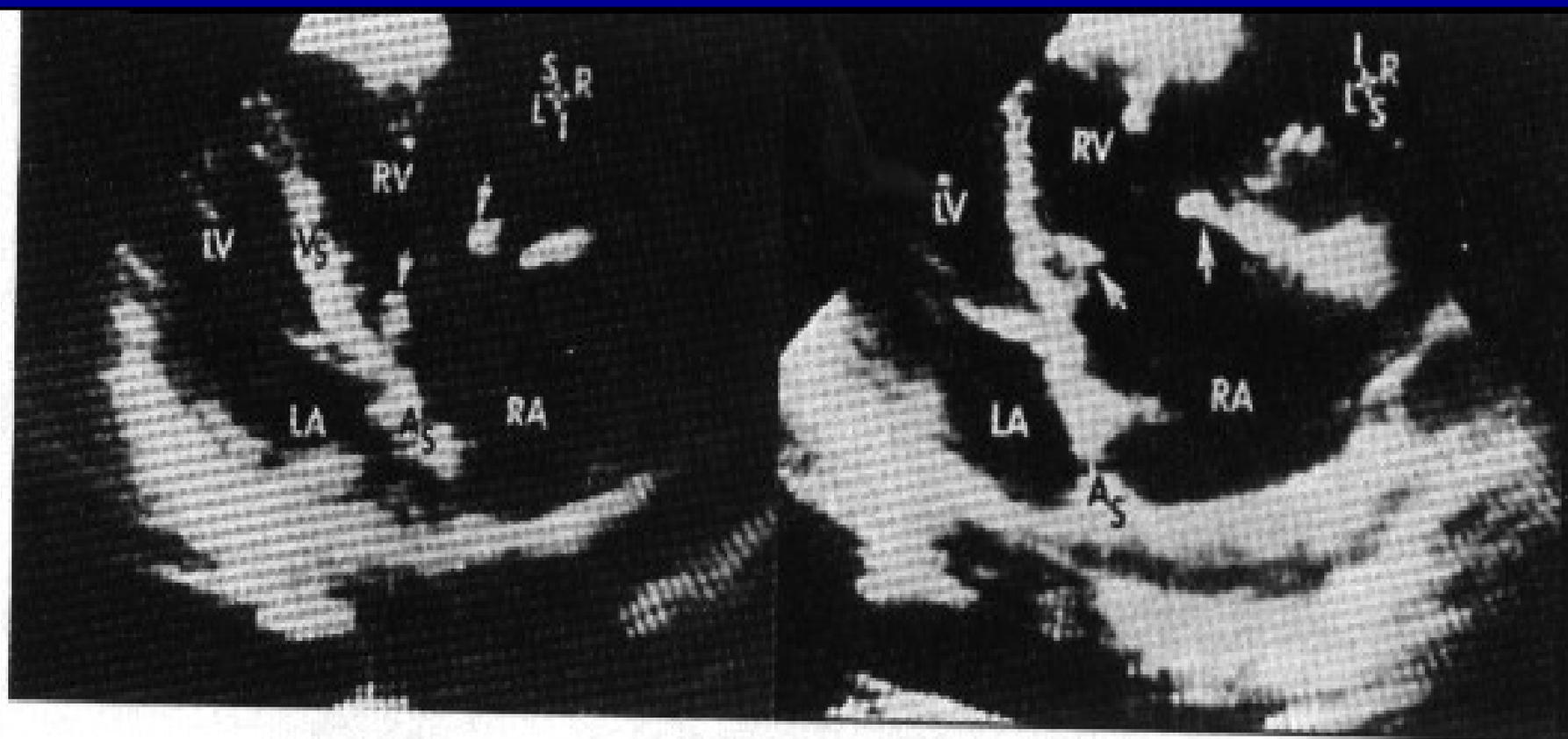
Двухмерная эхокардиограмма в апикальной четырехкамерной позиции при пролапсе трикуспидального клапана (tvp) и пролапсе митрального клапана (mvp).



Двухмерная эхокардиограмма при патологически подвижной створке трикуспидального клапана (fl tv), провисающей в полость правого предсердия (RA) в систолу. Правый желудочек (RV) и правое предсердие заметно дилатированы. LV – левый желудочек.



Чреспищеводная эхокардиограмма пациента с отрывом хорд трикуспидального клапана (rct). Оторванные хорды сместились и визуализируются в полости правого предсердия (RA). RV – правый желудочек.



Двухмерные эхокардиограммы пациента с карциноидным синдромом. Створки трикуспидального клапана (стрелки) значительно уплотнены и неподвижны. Клапан фиксирован в открытом виде. LV – левый желудочек; VS – межжелудочковая перегородка; RV – правый желудочек; LA – левое предсердие; AS – межпредсердная перегородка; RA – правое предсердие.

- **При стенозе** - определение **P_{HT}** и **S** клапана, а также градиента, рассчитанного по максимальной и средней скоростям.
- **При недостаточности** - определение максимальной скорости обратного потока для расчета давления в правом желудочке.

СД в ПЖ = ΔР кл. + ЦВД

- При наличии признаков застоя в большом круге кровообращения ЦВД условно = 14 мм рт.ст.
- Более точно ЦВД можно определить по диаметру нижней полой вены и дыхательным изменениям ее диаметра или при катетеризации центральной вены.

Определение давления в правом предсердии на основании исследования нижней полой вены

Диаметр на выдохе (см)	Процент спадения на вдохе	Давление (мм рт.ст.)
<2,0	100 %	<5
<2,0	>50 %	5-10
>2,0	25-50 %	10-15
>2,0	<25 %	15-20

- **При отсутствии легочного стеноза
 P в ПЖ = P в ЛА.**

Степени легочной гипертензии в зависимости от среднего давления в легочной артерии:

- **норма** - до 30 мм рт. ст.,
- **умеренная ЛГ** - 30-55 мм рт.ст.,
- **тяжелая ЛГ** >55ммрт.ст.

- **При отсутствии легочного стеноза P в ПЖ = P в ЛА.**

Степени легочной гипертензии в зависимости от систолического давления в легочной артерии:

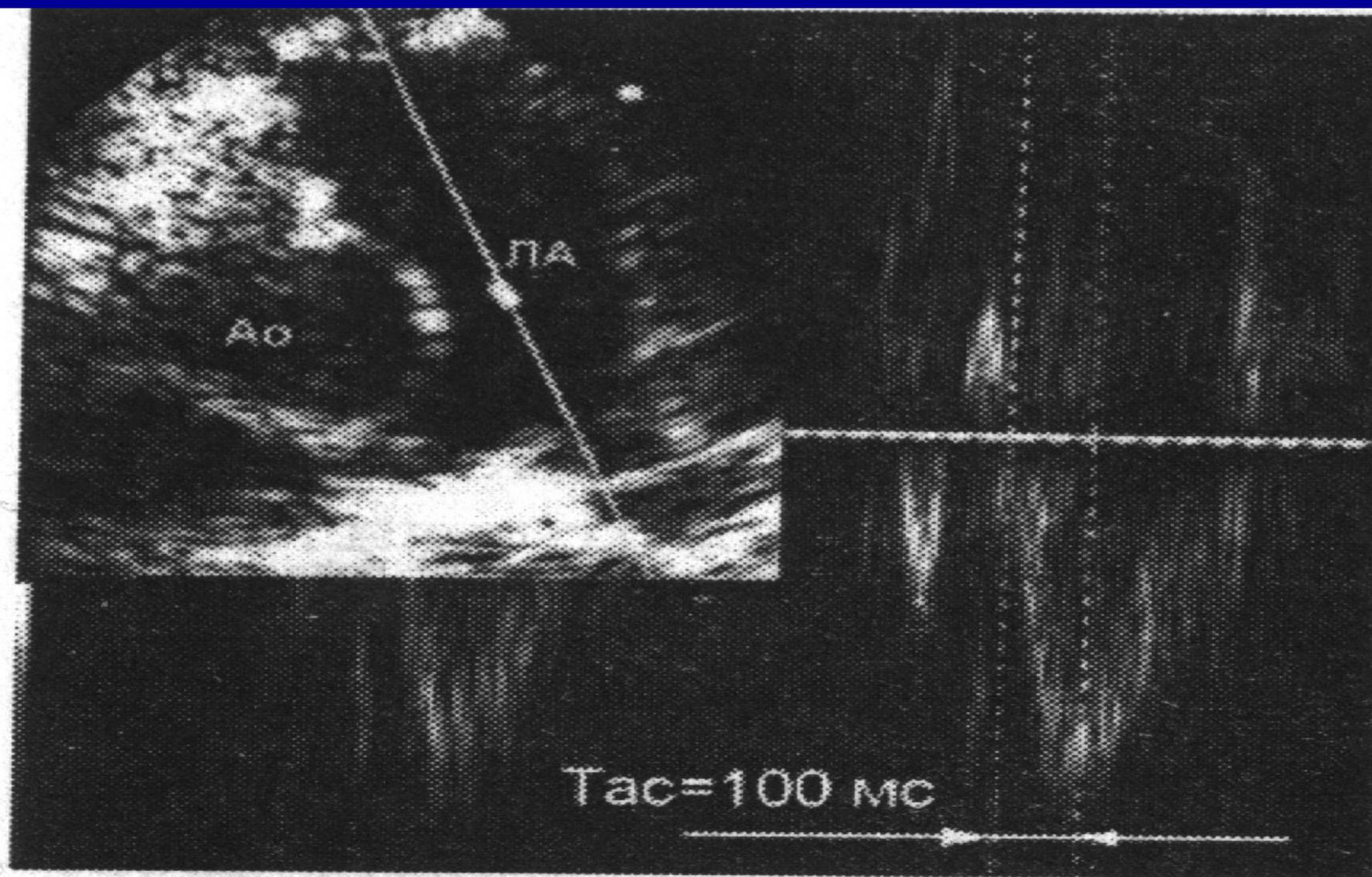
- **Норма** - до 25 мм рт. ст.,
- **Легкая ЛГ** – 25-50 мм рт.ст.,
- **Умеренная ЛГ** – 51- 75 ммрт.ст.
- **Выраженная ЛГ** – 76 – 110 мм рт.ст.
- **Тяжелая ЛГ** - >110 мм рт.ст.

Исследование клапана легочной артерии

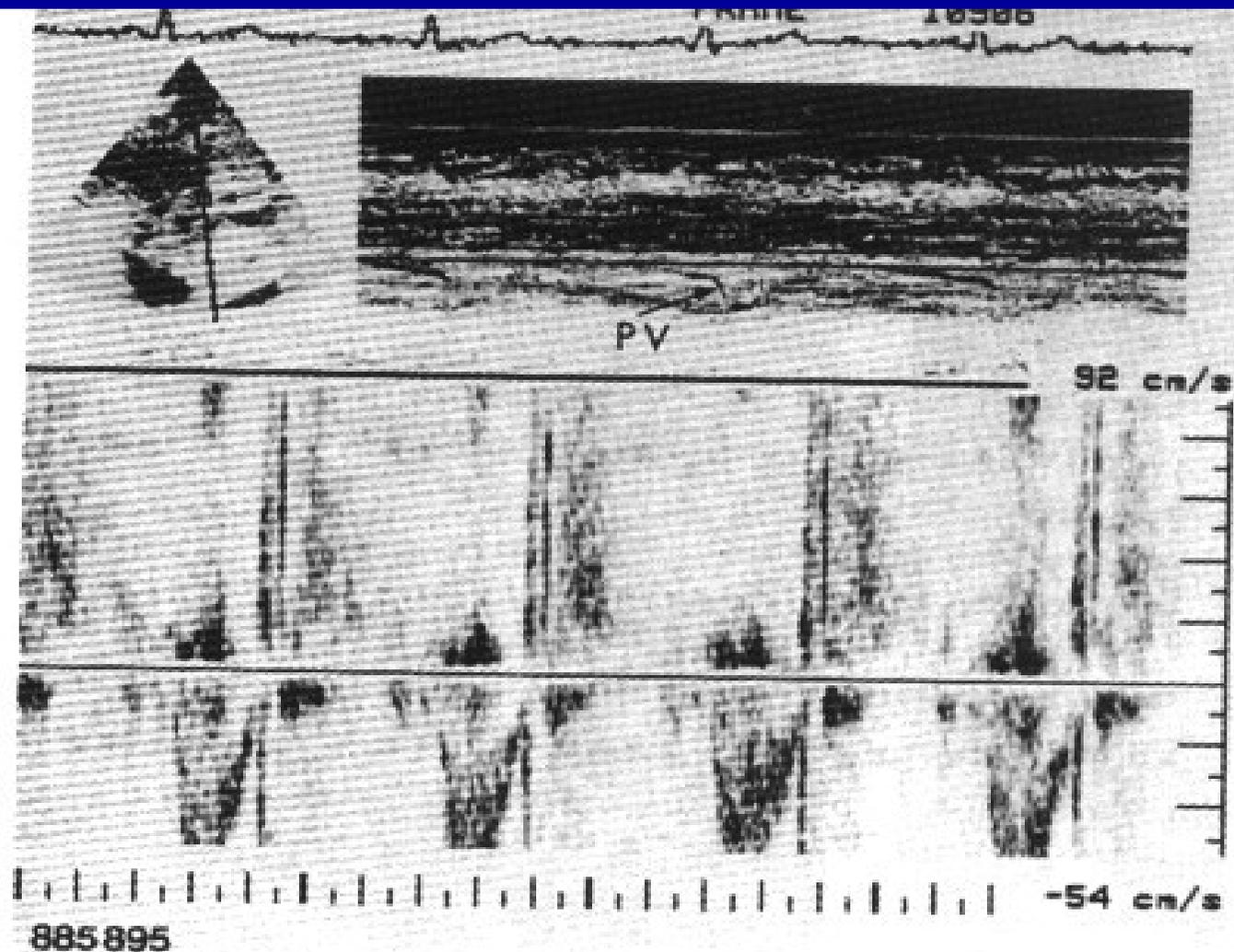
Максимальный градиент (среднее из трех измерений)

- Норма - до 25 мм рт. ст.
- Легкий стеноз - 25-49 мм рт. ст.
- Умеренный - 50-79 мм рт. ст.
- Тяжелый > 80 мм рт. ст.

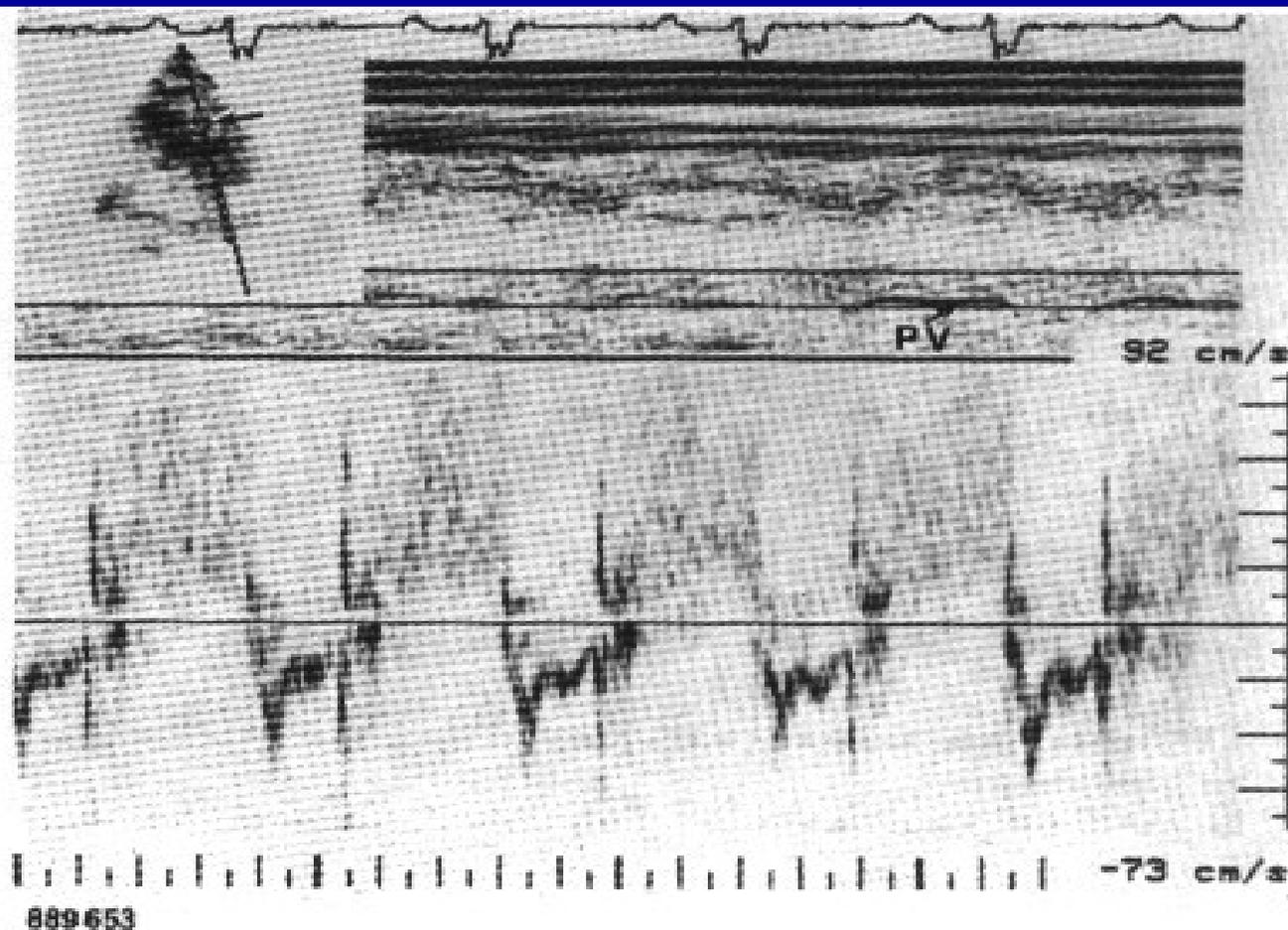
- АссТ - при **отсутствии** **тахикардии** хорошо коррелирует с давлением в легочной артерии:
- норма > 110 мс,
- умеренная легочная гипертензия - 70-100 мс
- тяжелая легочная гипертензия < 70 мс



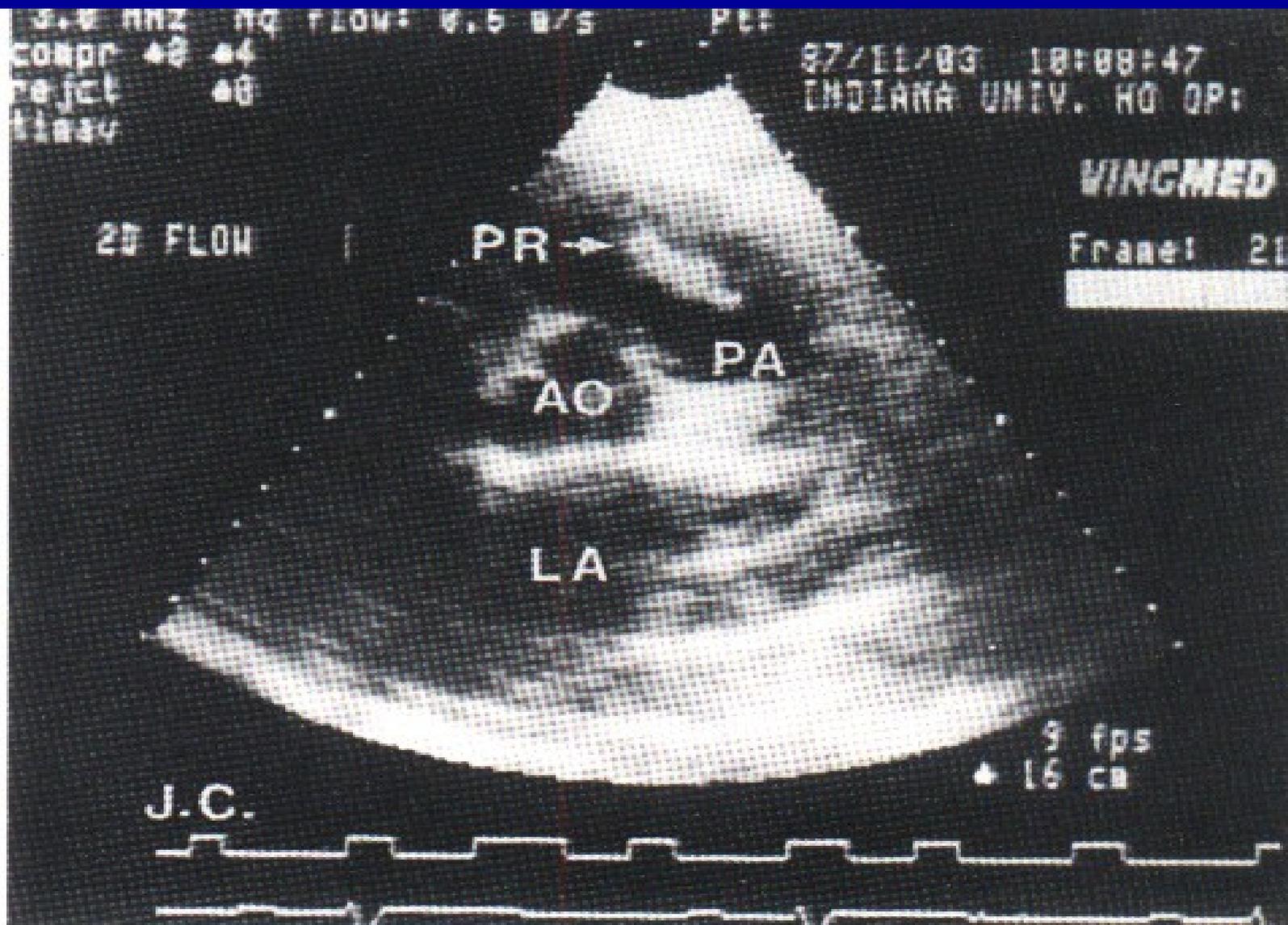
**Систолический
поток в легочной артерии.**



Импульсно-волновая доплерограмма с контрольным объемом (стрелка) в выносящем тракте правого желудочка пациента с легочной недостаточностью. Наблюдается высокоскоростной турбулентный поток,двигающийся по направлению к датчику в диастолу. PV — легочный клапан.

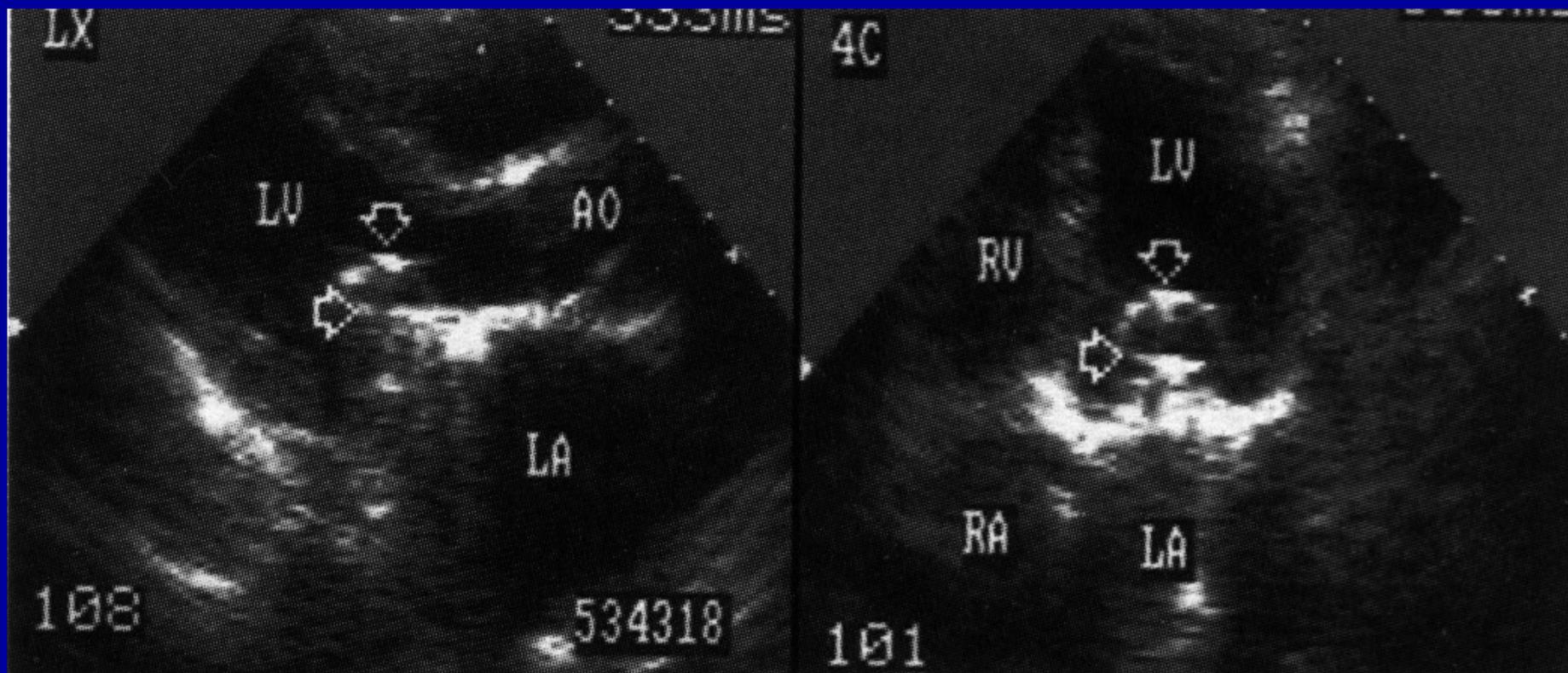


Допплерограмма пациента с недостаточностью легочного клапана и легочной гипертензией. Наблюдается турбулентный диастолический поток, который в диастолу движется по направлению к датчику. В систолу картина потока в легочной артерии имеет характерные для легочной гипертензии признаки (см. гл. 4). PV — легочный клапан. Стрелка указывает точку установки контрольного объема.

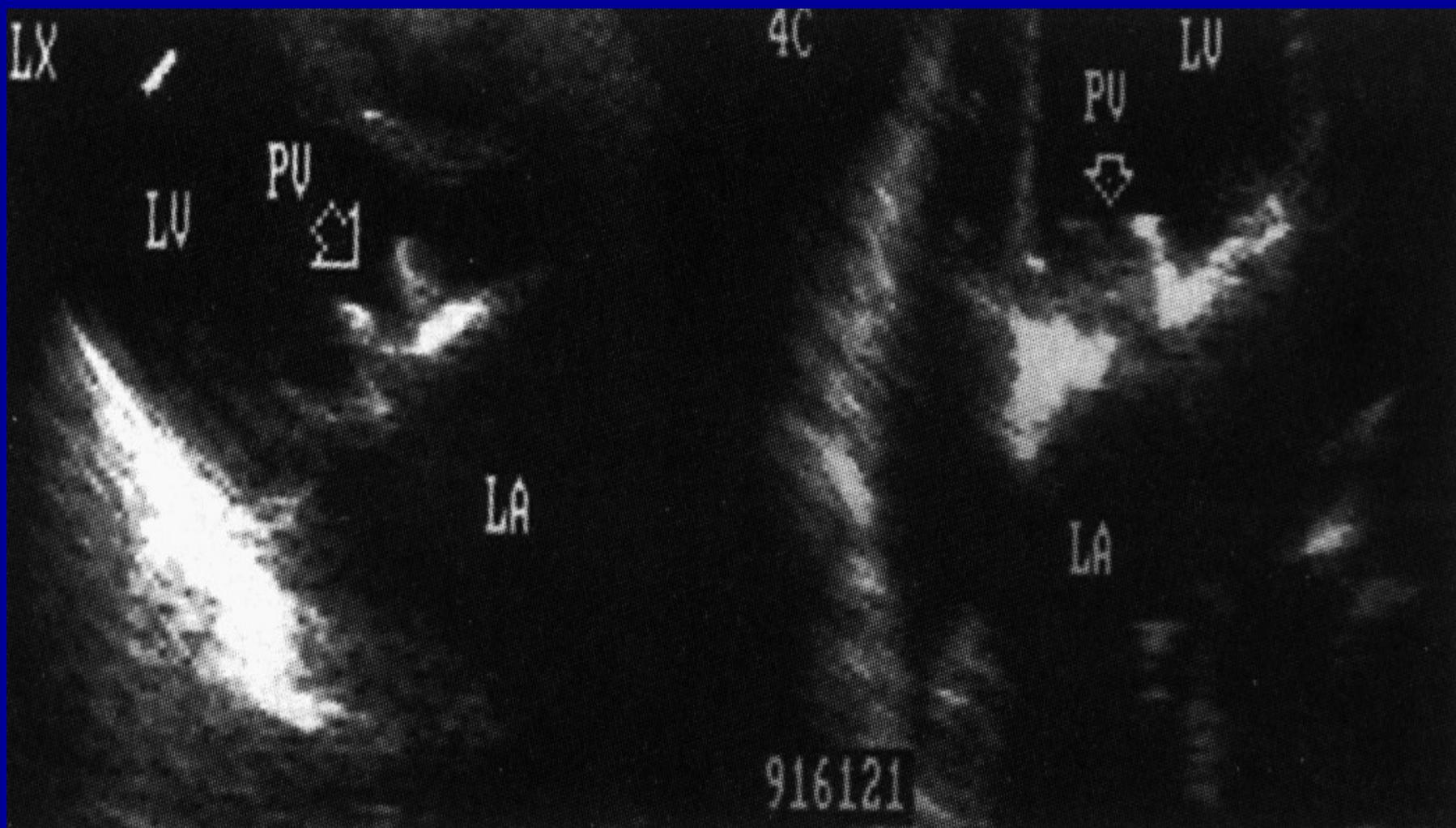


Цветовое доплеровское картирование при легочной регургитации (PR). PA – легочная артерия; AO – аорта; LA – левое предсердие.

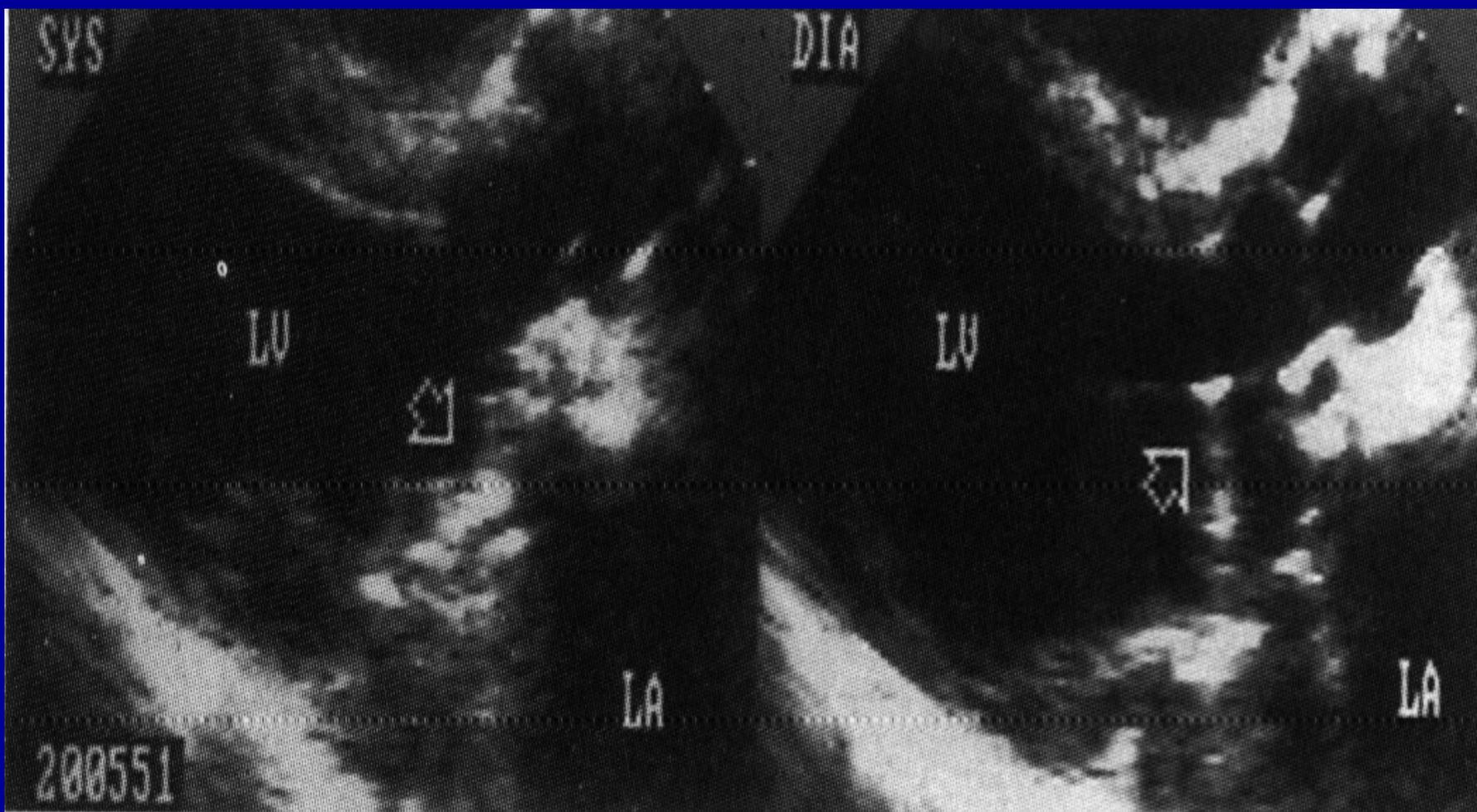
Протезы клапанов



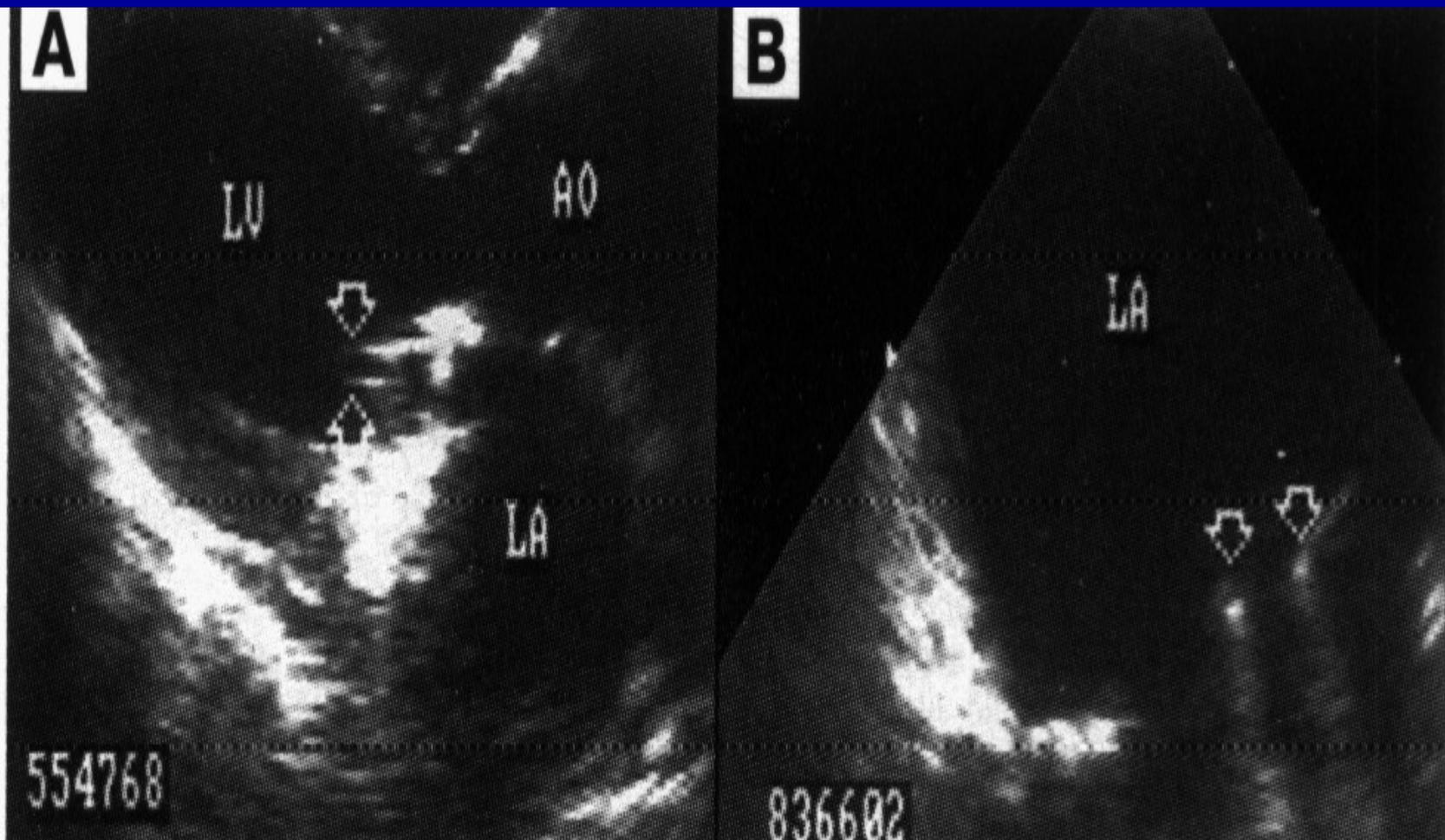
Проекция по длинной оси (LX) и четырехкамерная проекция (4C) шарового протеза митрального клапана. Вертикальные стрелки – передний фронт эхо-сигнала от каркаса. Горизонтальные стрелки – передний фронт эхо-сигнала от шара. LV – левый желудочек; AO – аорта; LA – левое предсердие; RV – правый желудочек; RA – правое предсердие.



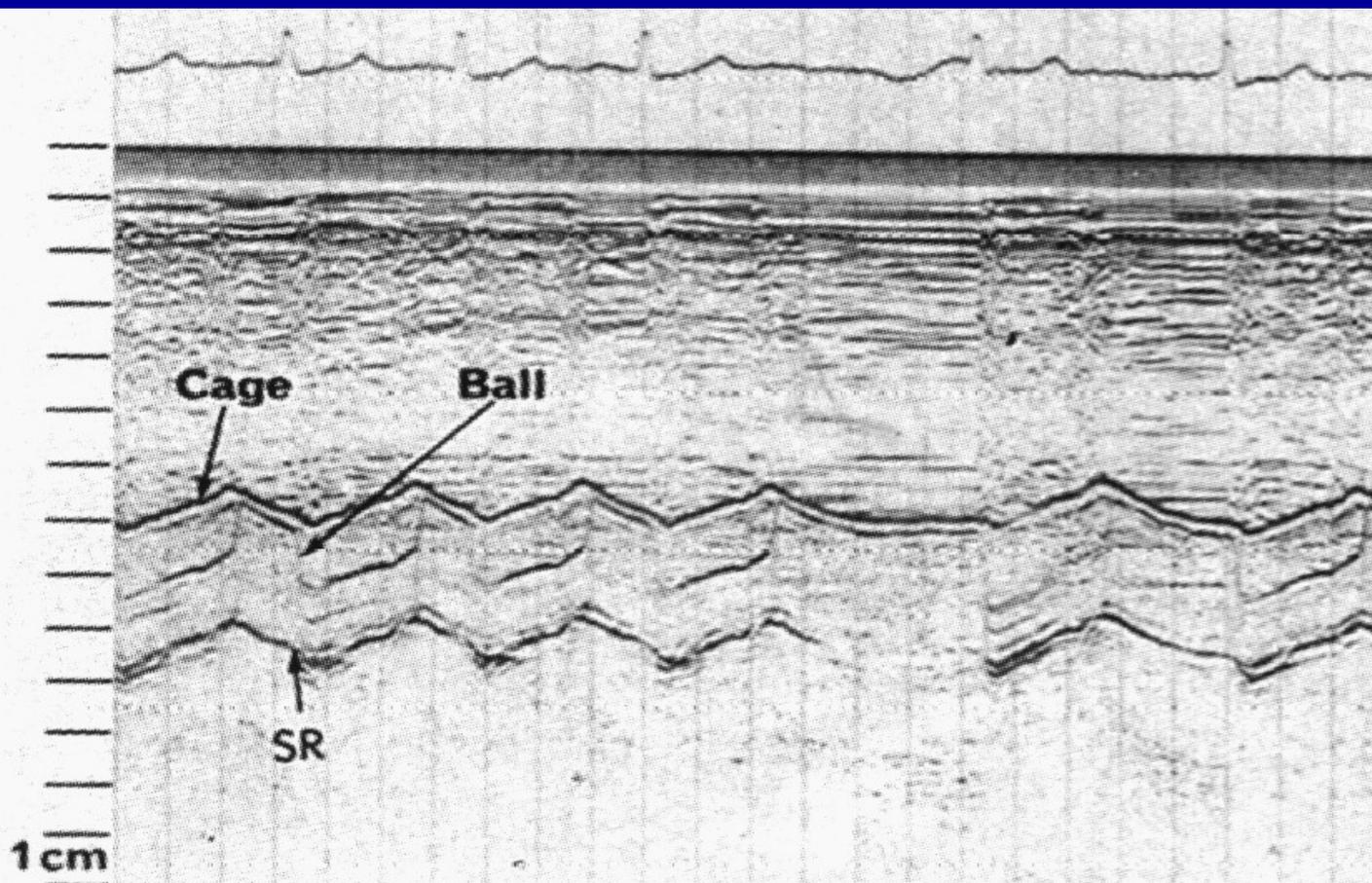
Эхокардиограммы пациента со свиным протезом митрального клапана (PV). LX – позиция по длинной оси, 4С – четырехкамерная позиция. Характерные стойки можно отметить в обеих позициях. LV – левый желудочек; LA – левое предсердие.



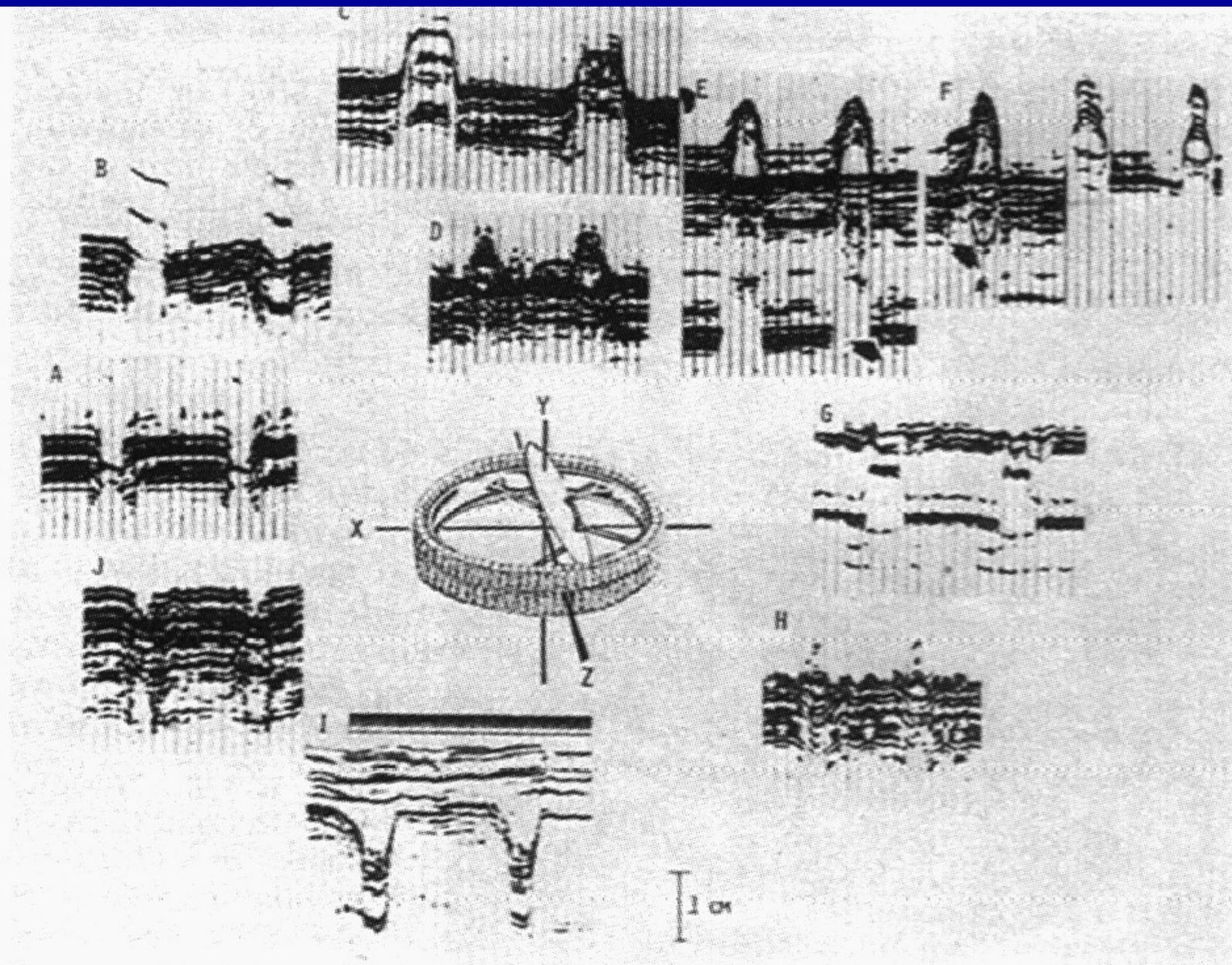
Эхокардиограммы в позиции по длинной оси в систолу (SYS) и диастоле (DIA) дискового откидного протеза митрального клапана. Наблюдается закрытый и открытый диск (стрелки). LV – левый желудочек; LA – левое предсердие.



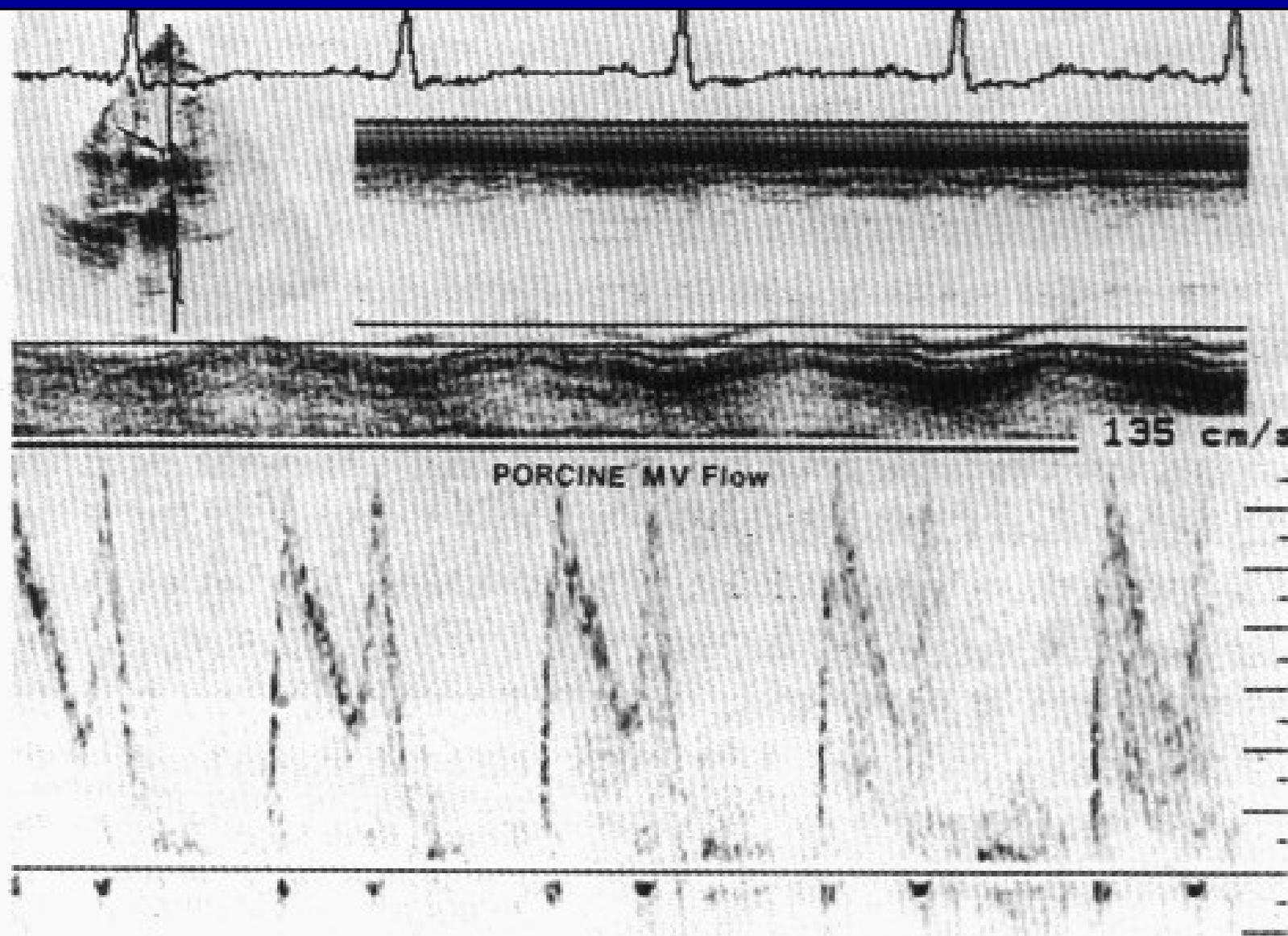
Трансторакальная эхокардиограмма в позиции по длинной оси (А) и чреспищеводная эхокардиограмма (В) пациента с протезом митрального клапана St. Jude. Две створки (стрелки) видны в диастолу в обоих исследованиях.



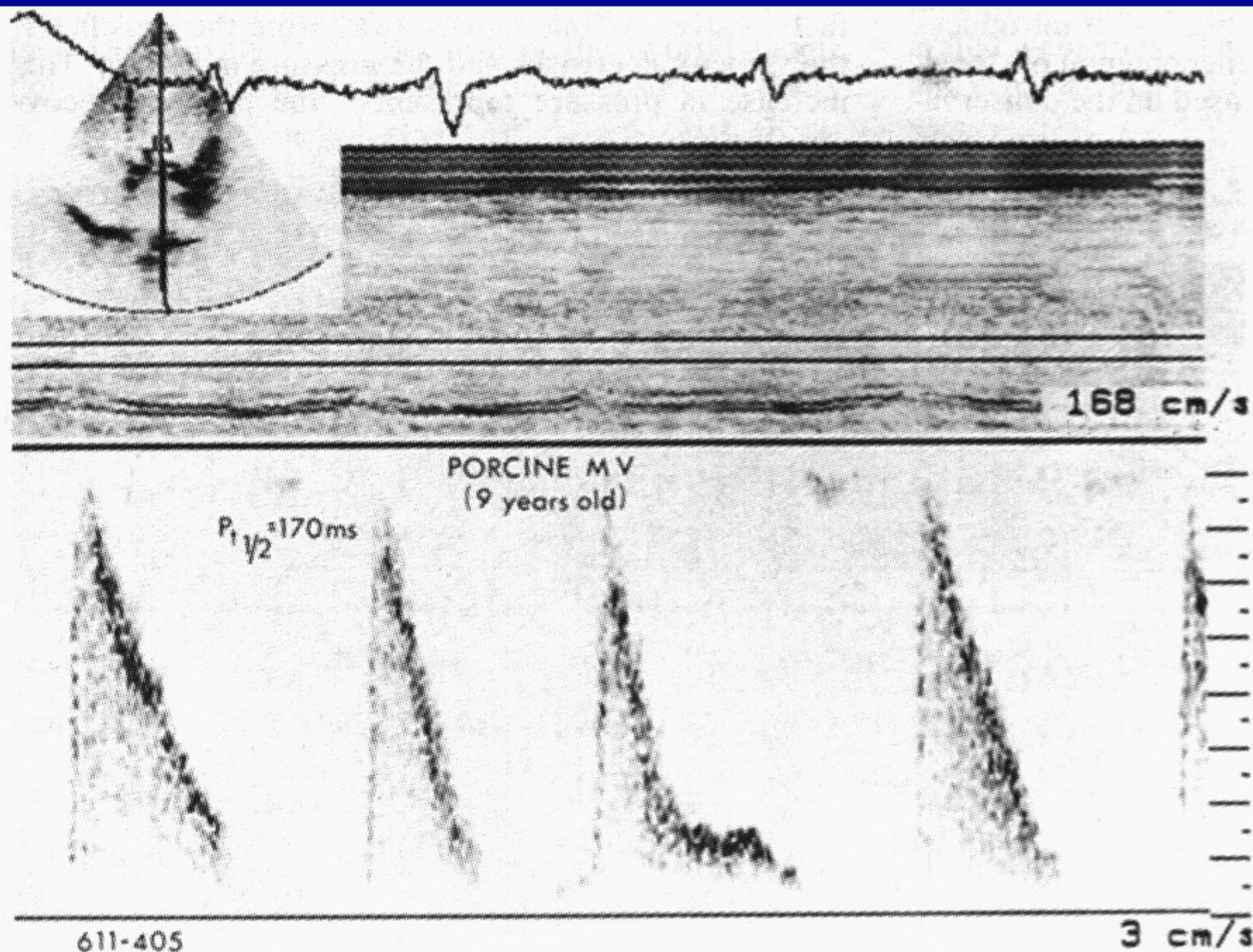
Эхокардиограмма шарового протеза митрального клапана при положении датчика около верхушки сердца. Самый передний эхо-сигнал исходит от стоек каркаса. Эхо-сигнал от переднего края шара напоминает сигнал при умеренной степени митрального стеноза. Самый задний эхо-сигнал, который параллелен переднему эхо-сигналу от каркаса, происходит от задней части каркаса (обшитого кольца – седла протеза) (SR). Cage – каркас, Ball – шар.



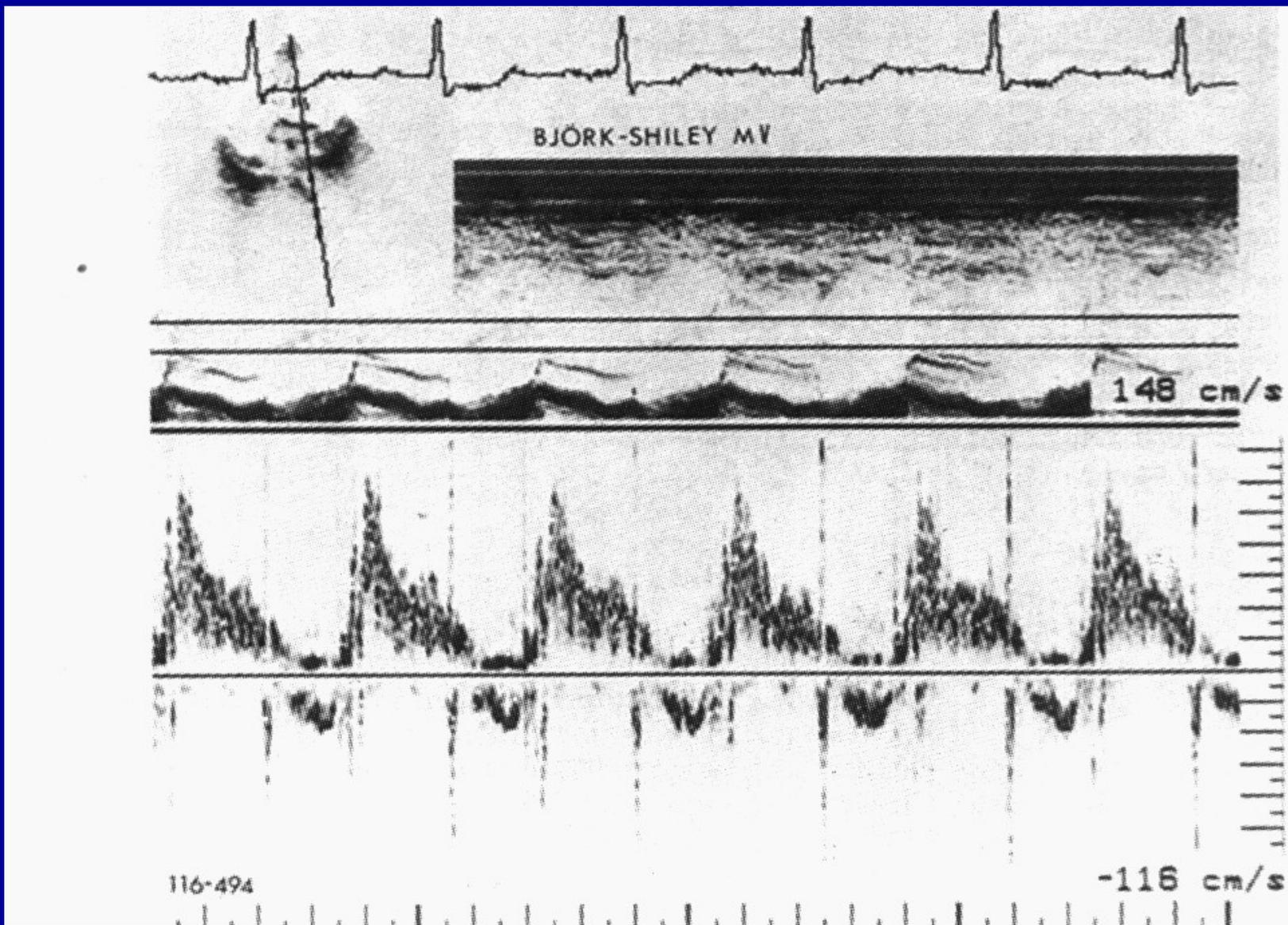
Различные эхокардиограммы, которые можно получить при дисковом протезе типа Bjork—Shiley.



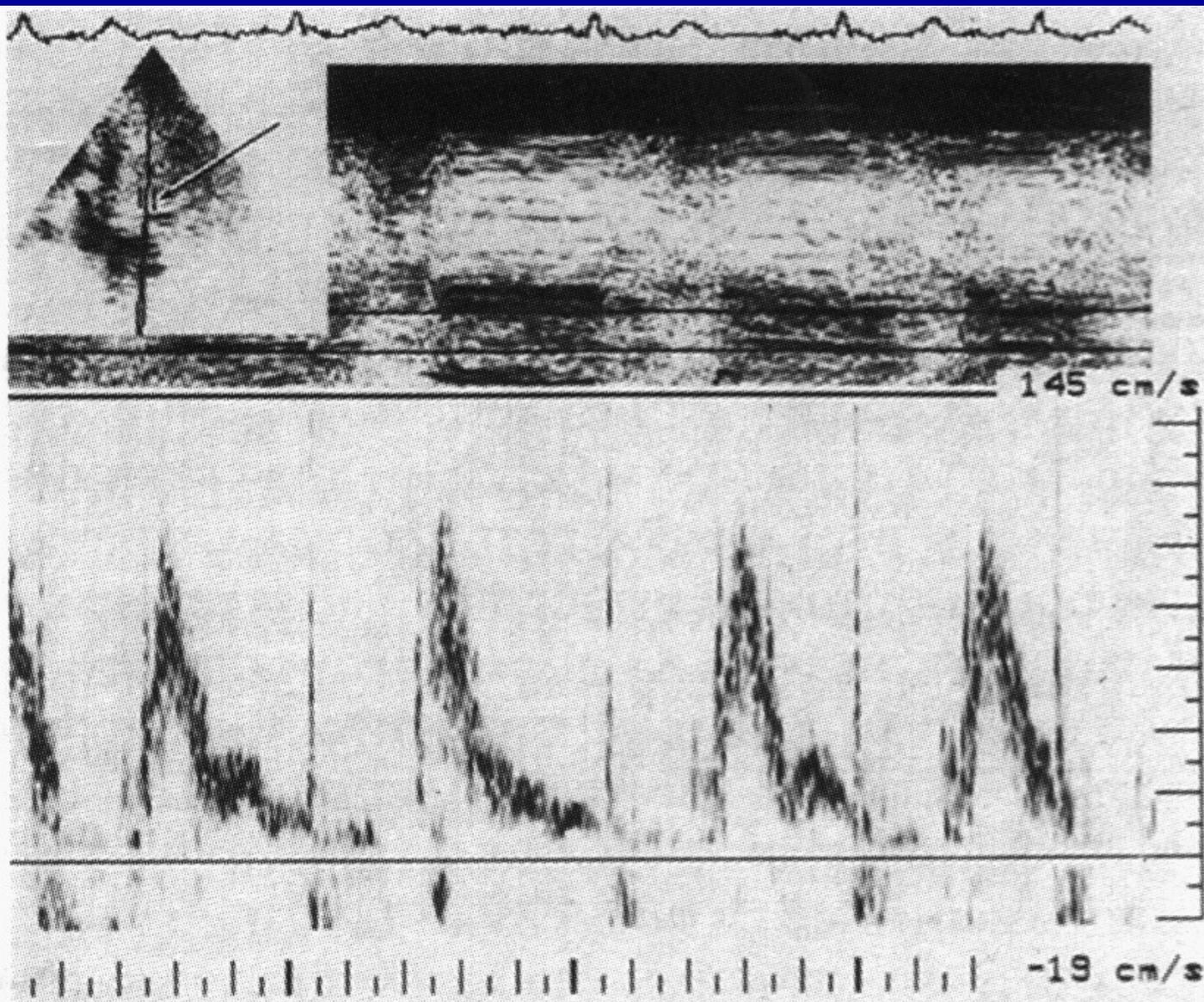
Импульсно-волновая доплерограмма, демонстрирующая поток через нормально функционирующий свиной протез митрального клапана.



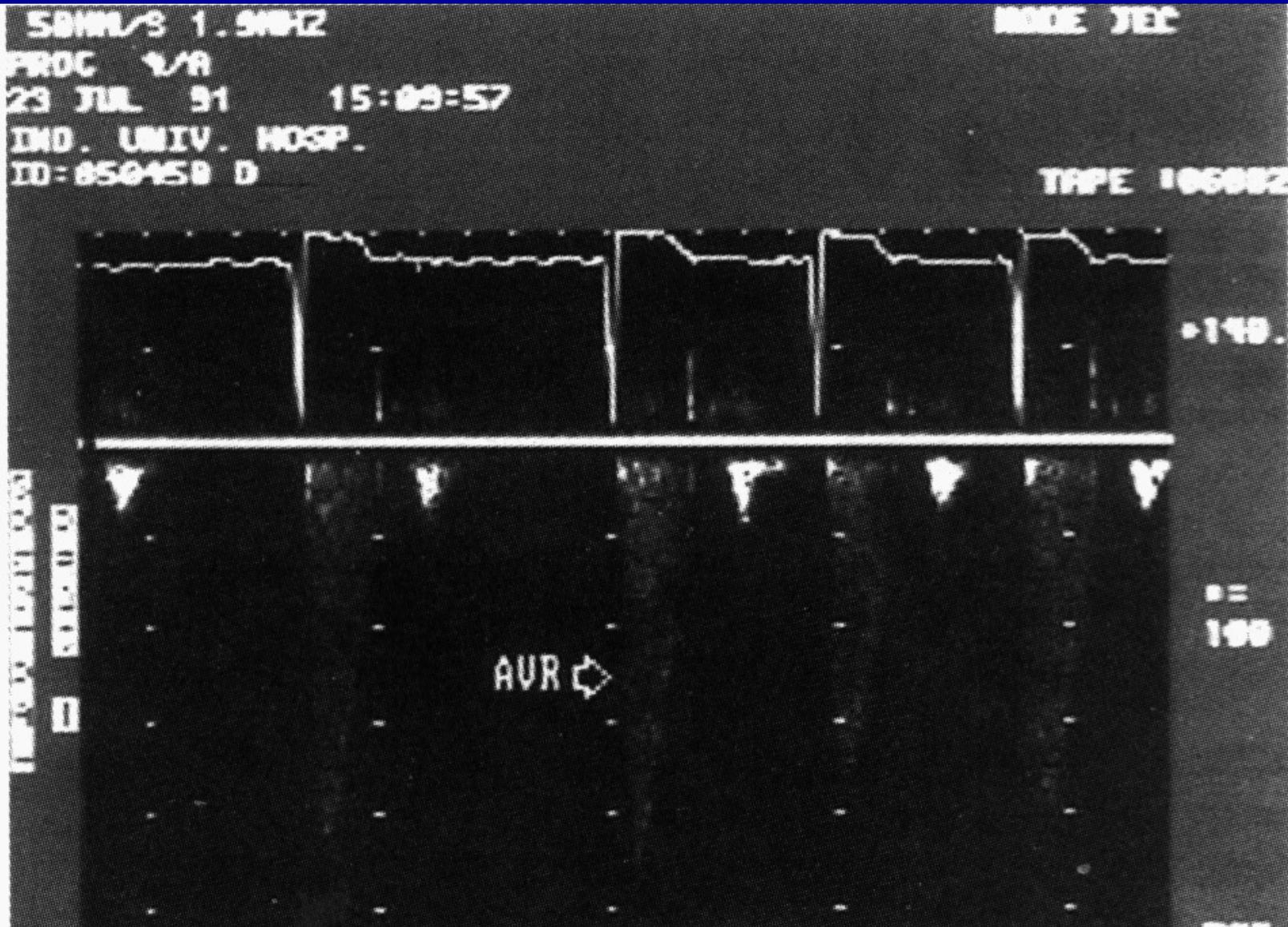
Допплерограмма потока через нормально функционирующий свиной протез митрального клапана у пациента с мерцательной аритмией.



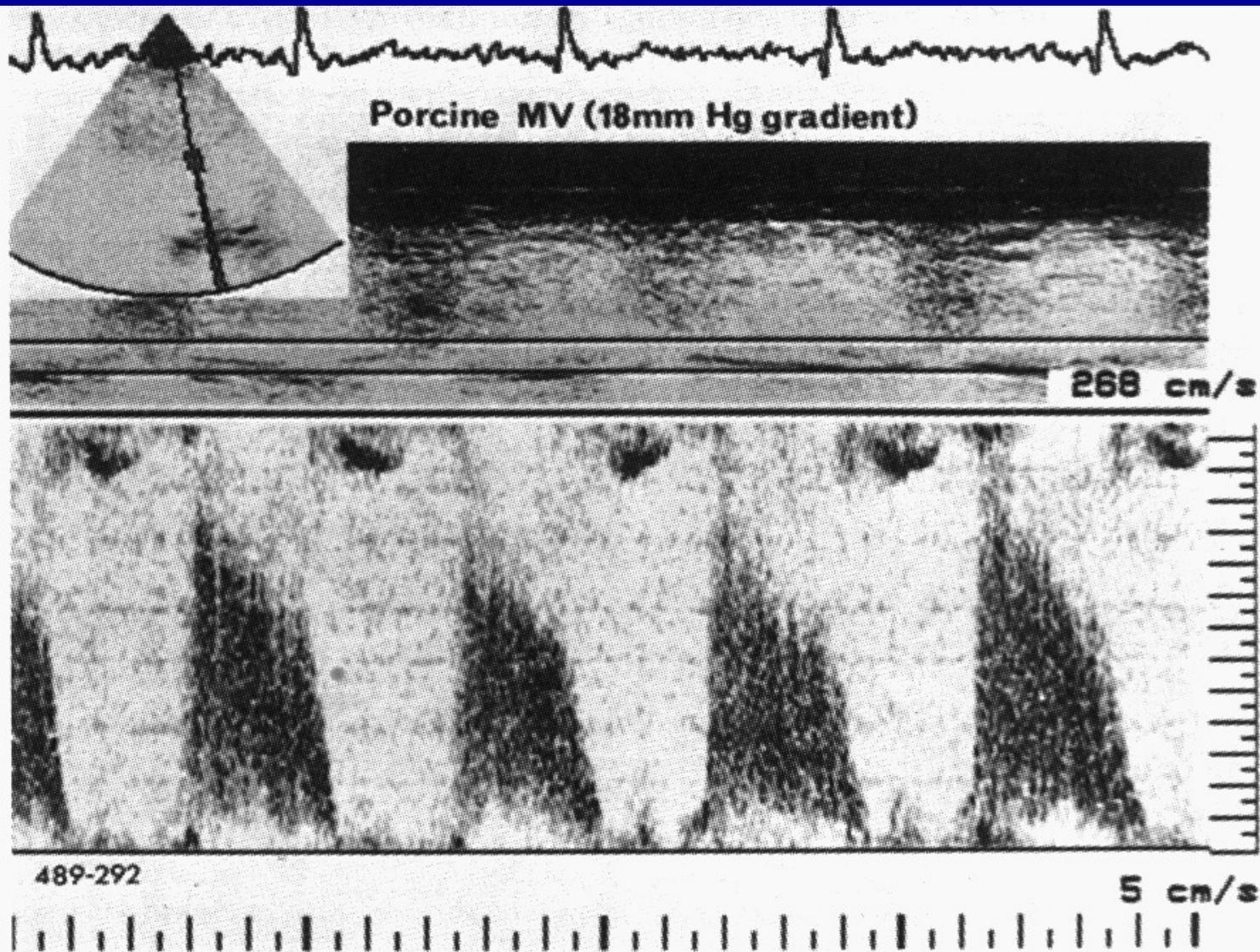
Допплерограмма потока нормально функционирующего протеза клапана Björk—Shiley в митральной позиции. Контрольный объем находится в левом желудочке.



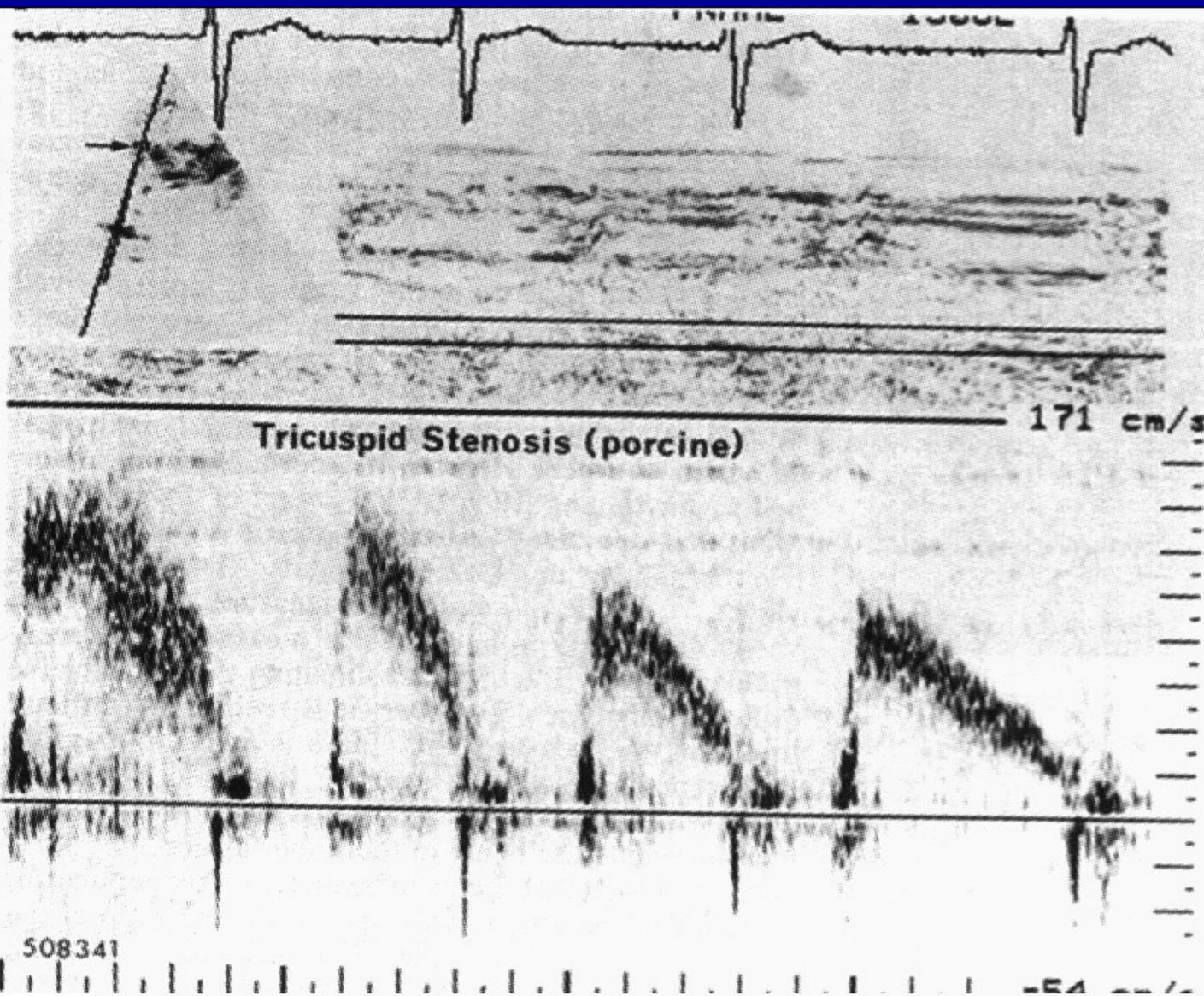
Характерная картина доплерограммы через нормально функционирующий протез митрального клапана St. Jude. Стрелка – доплеровский контрольный объем.



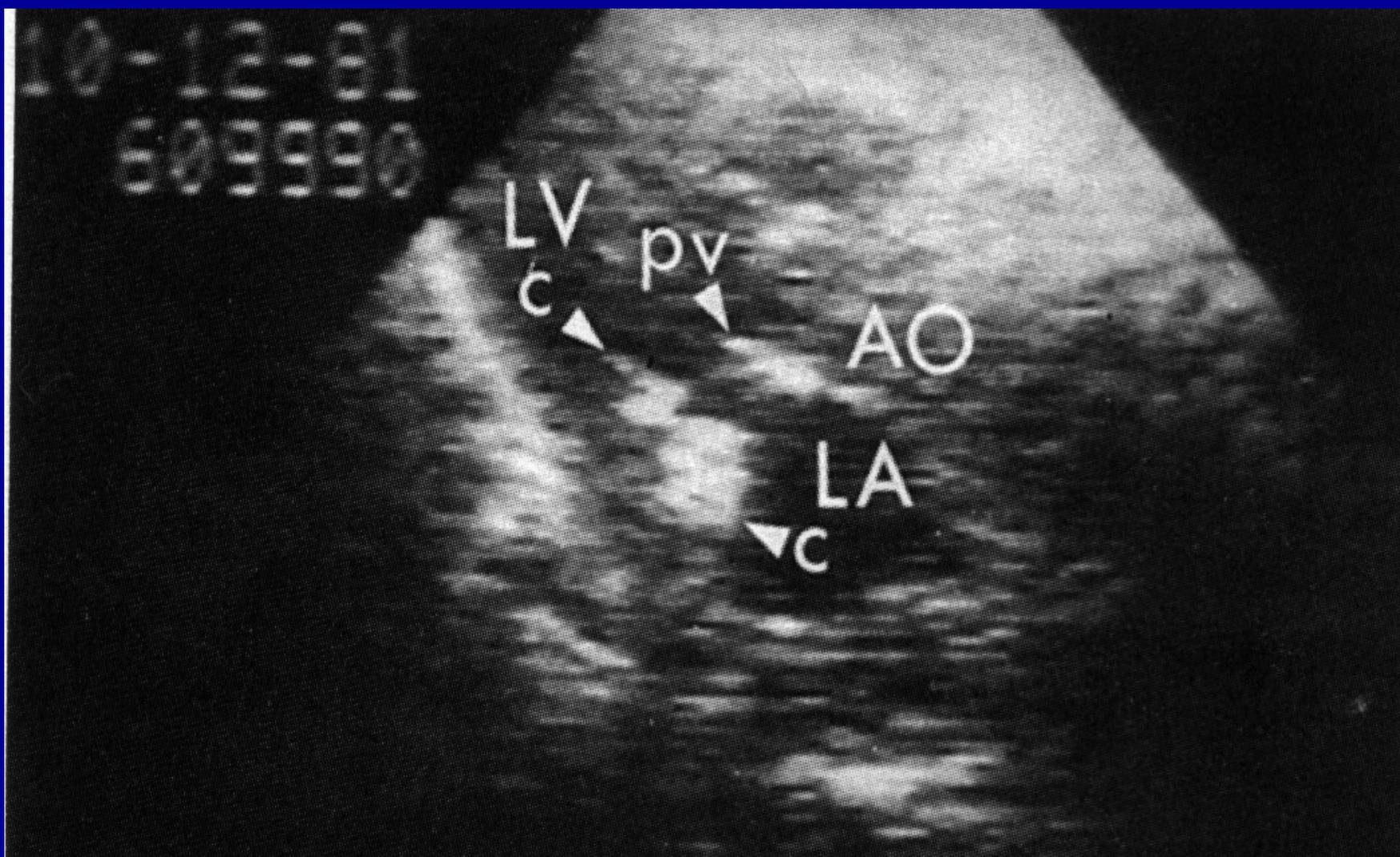
Непрерывноволновая доплерограмма при стенозе протеза аортального клапана. Пиковая систолическая скорость достигает 4,5 м/с.



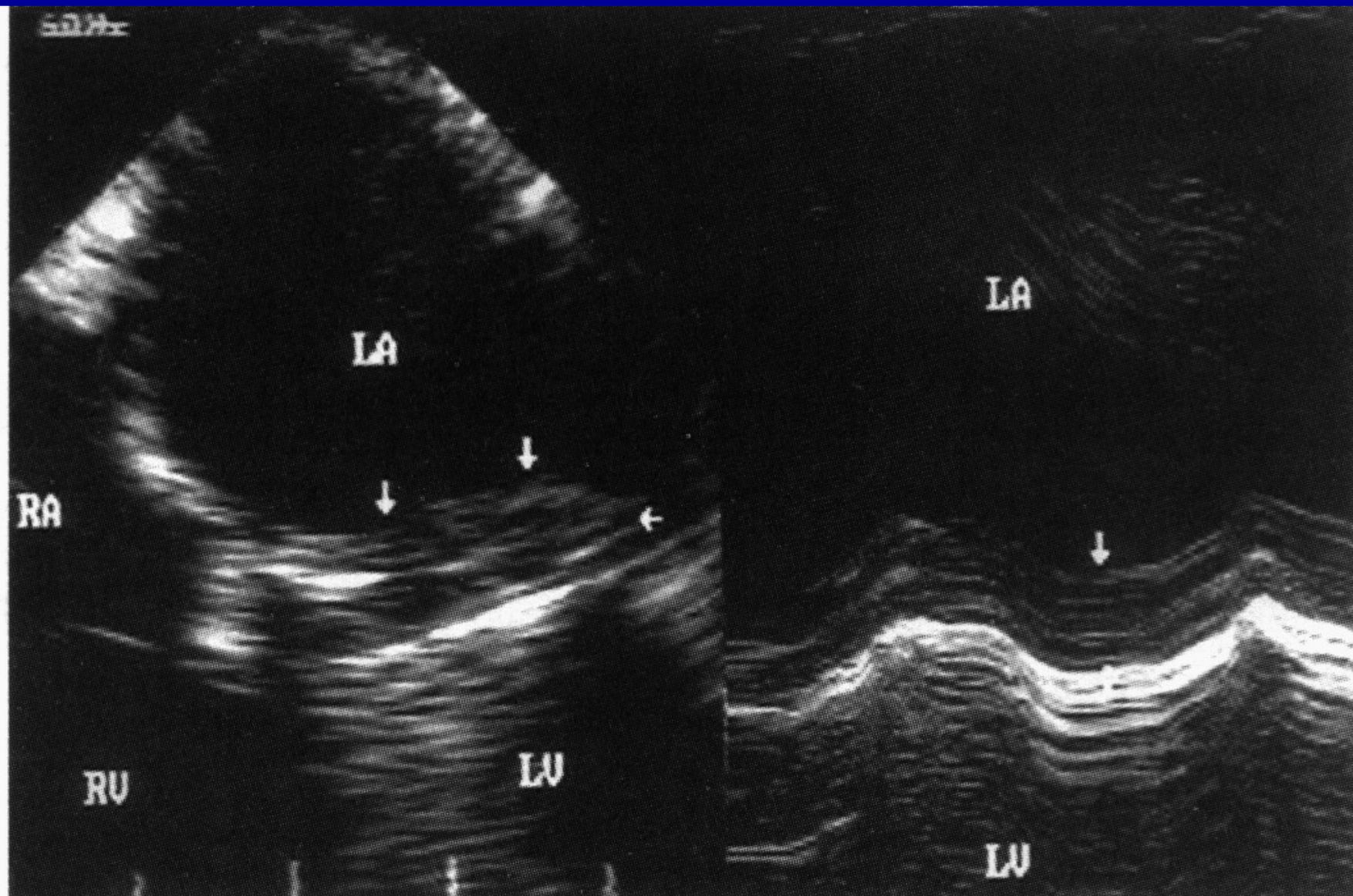
Импульсноволновая доплерограмма потока через свиной протез митрального клапана, который имеет существенный стеноз и градиент давления, равный 18 мм рт. ст.



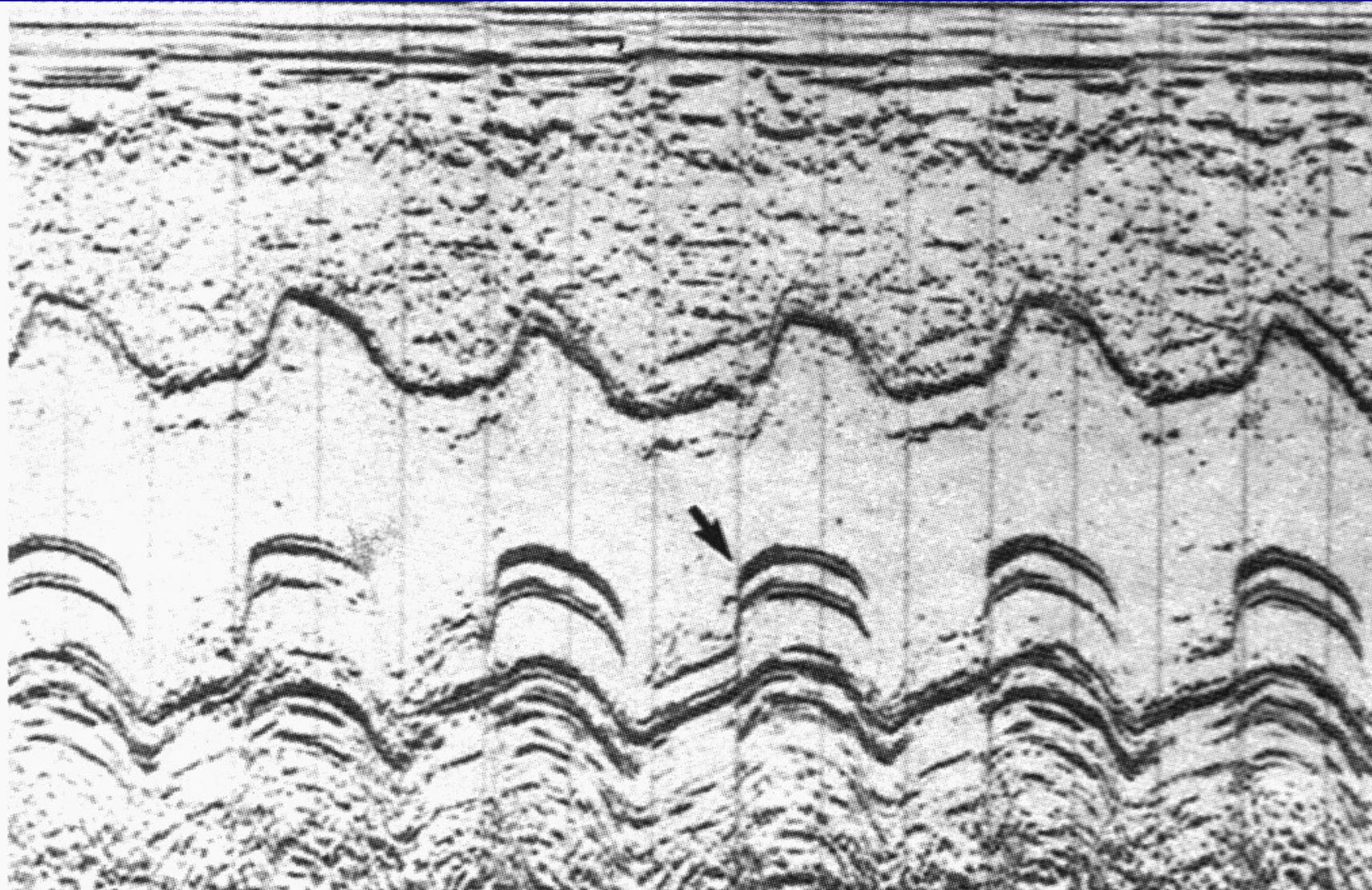
Допплерограмма потока через стенозированный свиной протез трикуспидального клапана. Допплеровский контрольный объем (стрелка) находится в правом желудочке.



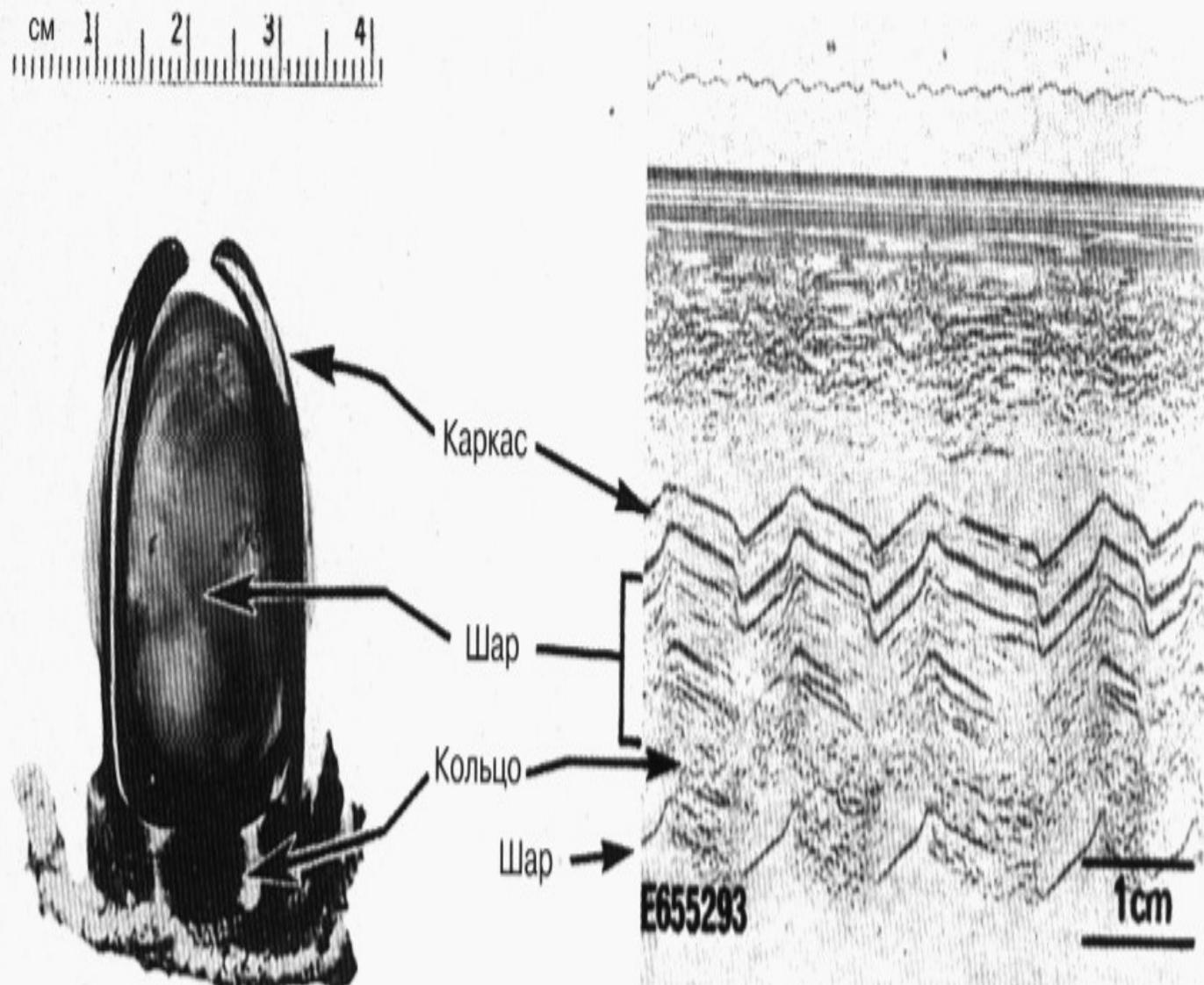
Двухмерная эхокардиограмма, показывающая большой тромб (с), окружающий протез клапана Bjork–Shiley в митральной позиции (pv). LV – левый желудочек; АО – аорта; LA – левое предсердие.



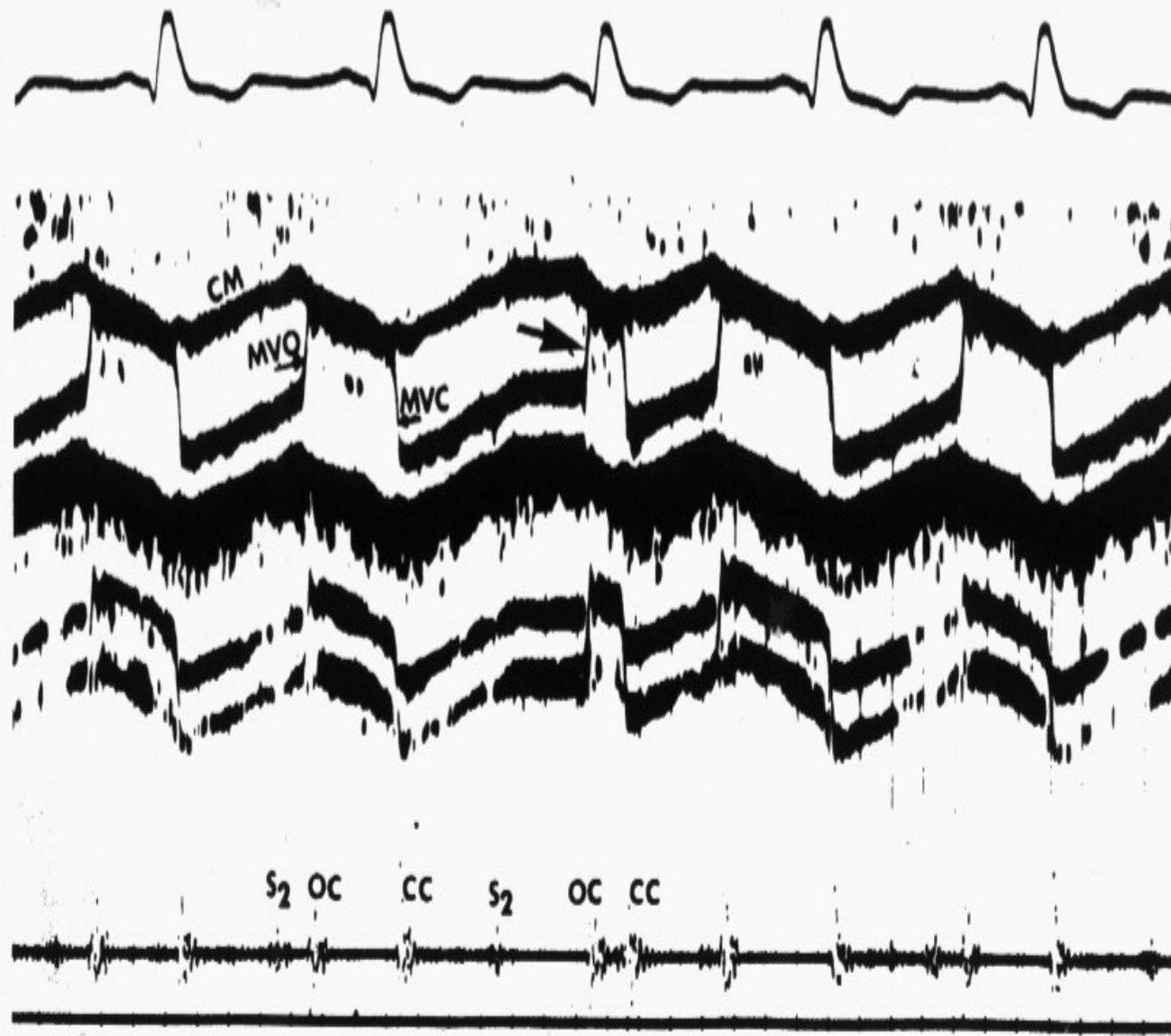
Чреспищеводная эхокардиограмма пациента с тромбом (стрелки) на протезе митрального клапана. Тромб находится со стороны левого предсердия.



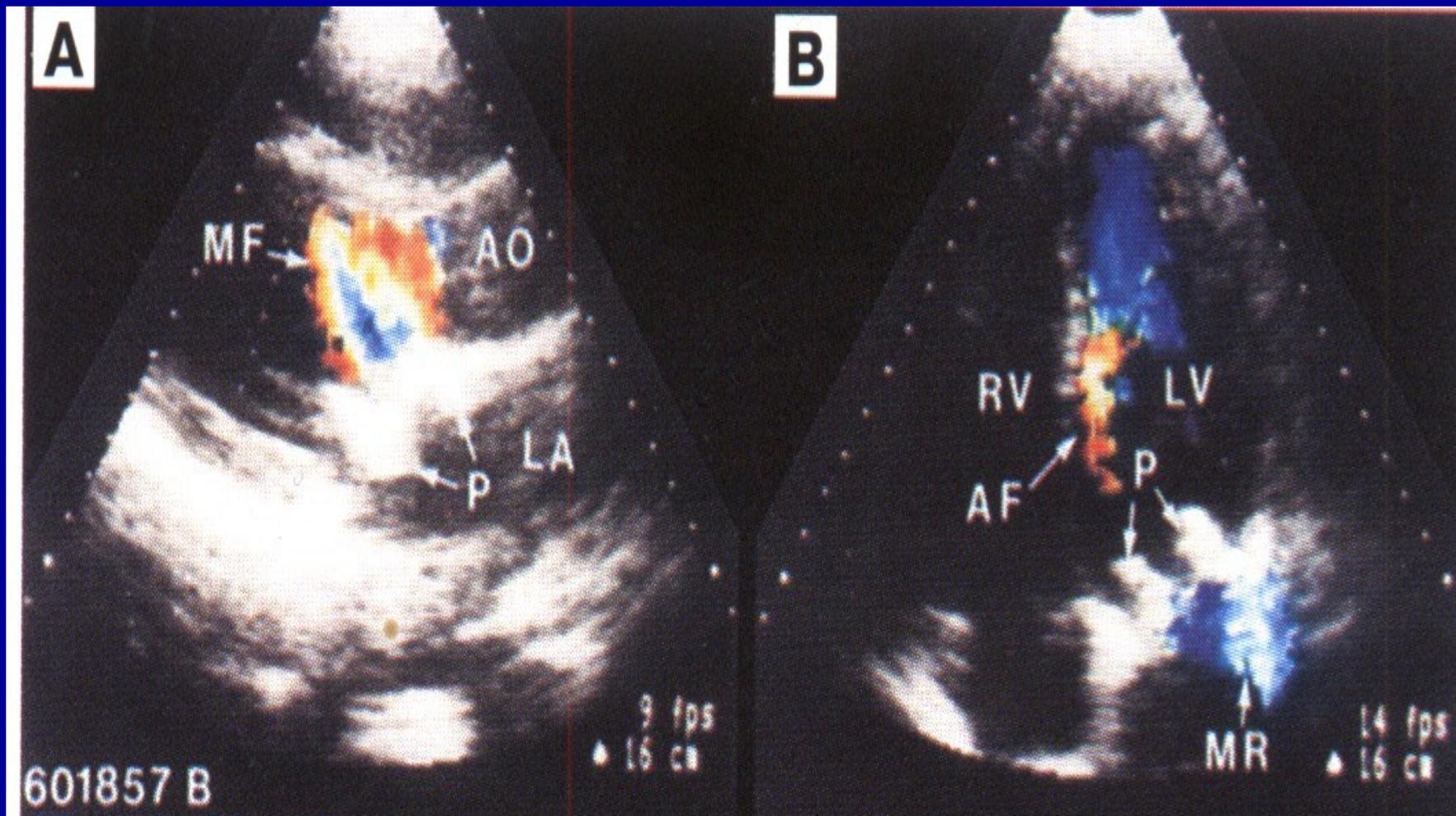
М-эхокардиограмма протеза Bjork—Shiley в митральной позиции демонстрирует округление точки E (стрелка). Частичная обструкция клапана произошла вследствие разрастания фиброзной ткани.



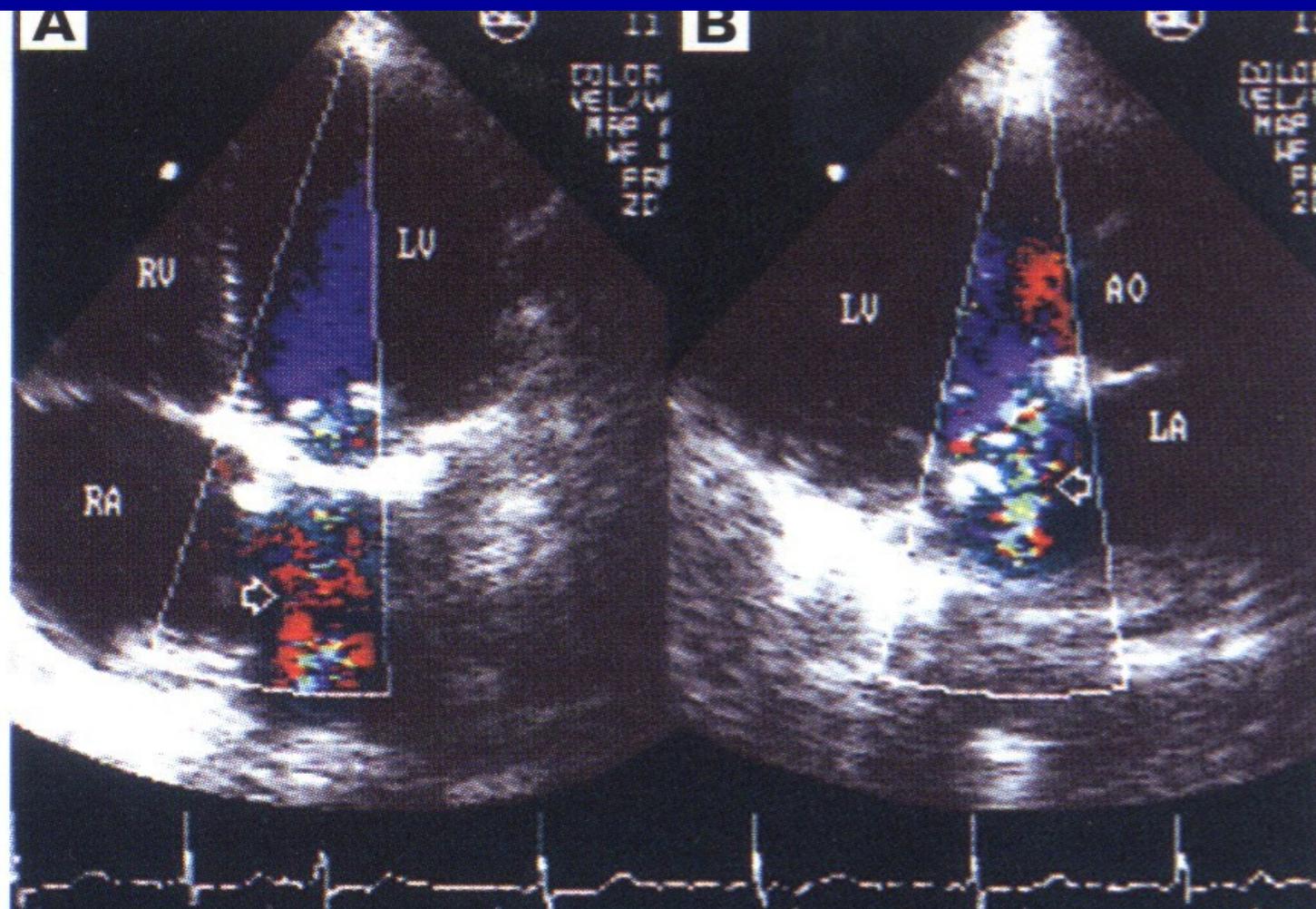
Фотография и эхокардиограмма шарового протеза. Силастический шар раздулся и занял весь объем каркаса протеза. Наблюдаемые эхо-сигналы от шара свидетельствуют о минимальной подвижности, и передний фронт эхо-сигнала от шара не в состоянии достигнуть переднего фронта эхо-сигнала от каркаса.



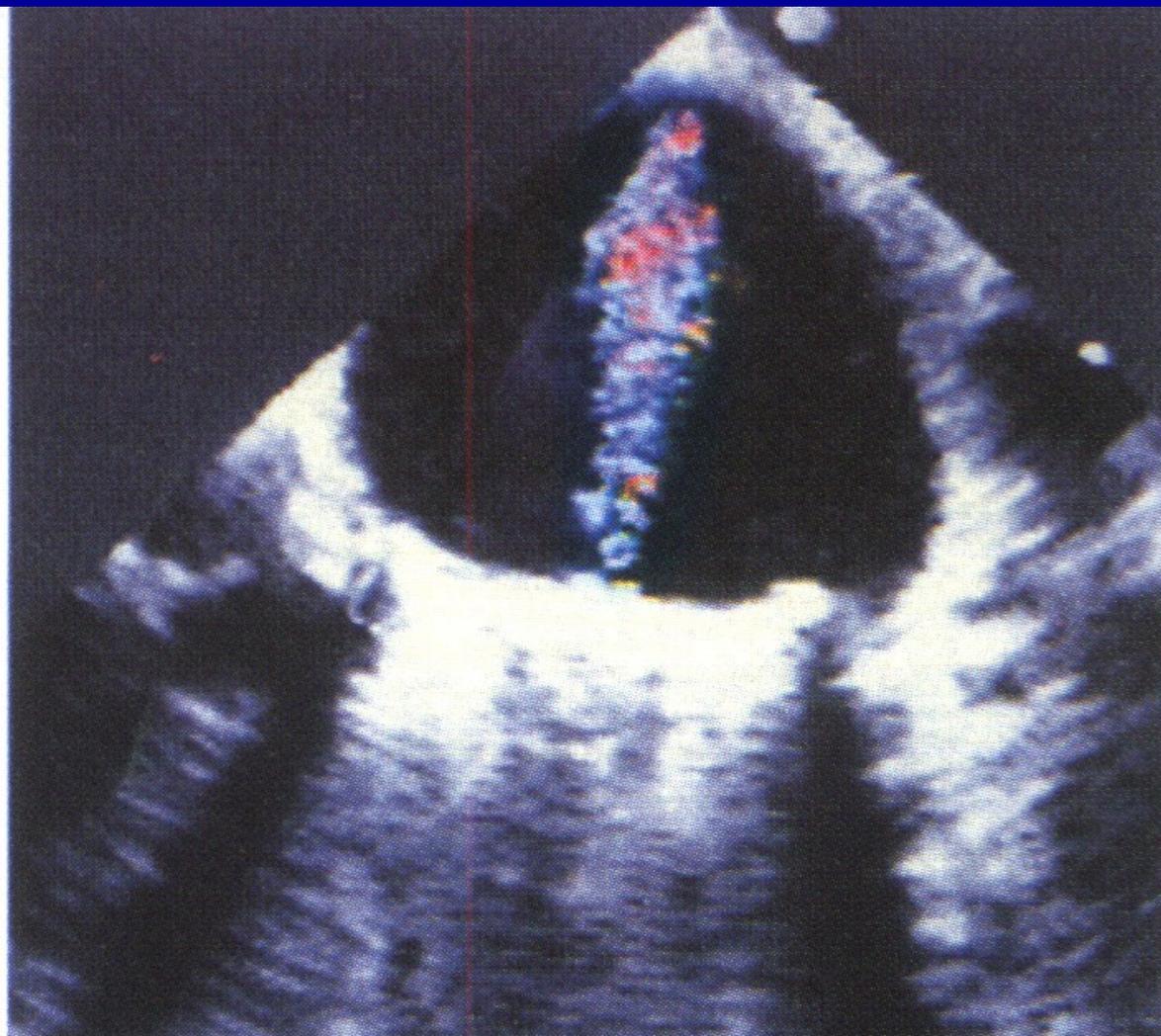
Эхокардиограмма работающего с перебоями протеза митрального клапана. Наблюдается задержка открытия митрального клапана (MVO) в третьем сердечном сокращении (стрелка). CM – каркас митрального клапана; MVC – закрытие митрального клапана; S₂ – второй сердечный тон; OC – щелчок открытия; CC – щелчок закрытия.



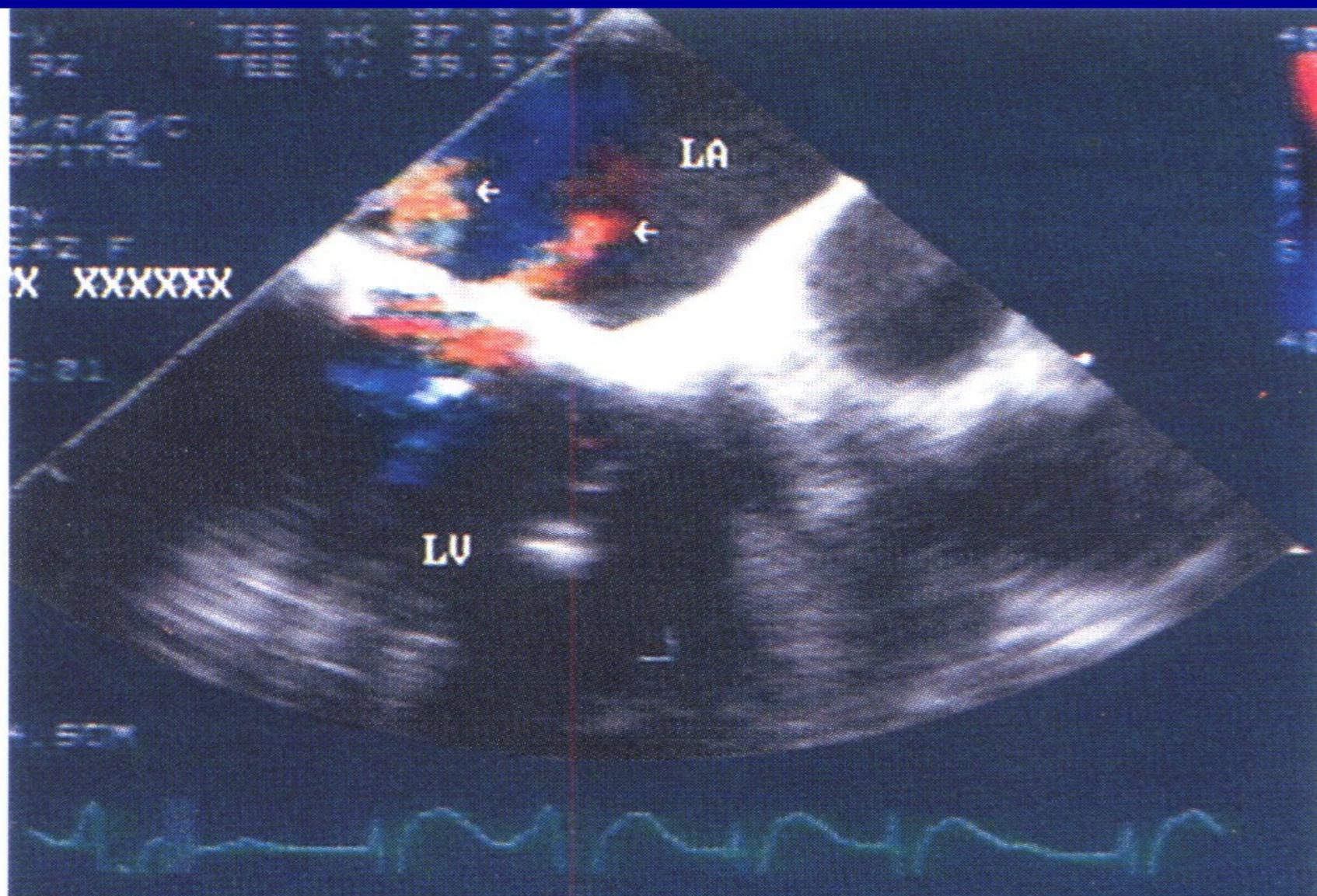
Цветовое доплеровское картирование пациента со свиным протезом митрального клапана, когда имеется околоклапанная митральная регургитация (MR). А – диастола, В – систола. Р – свиной протез клапана;



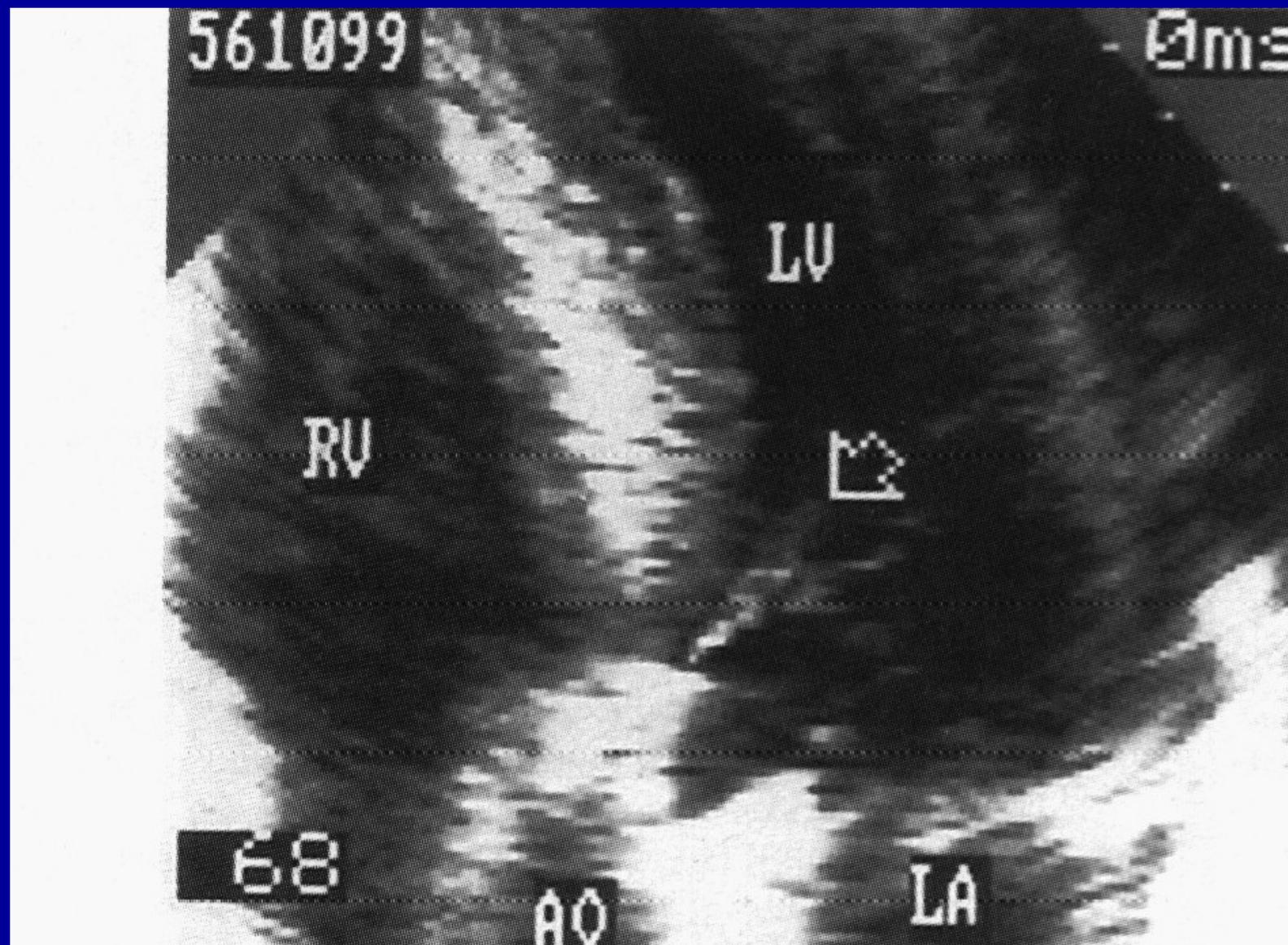
Цветовое доплеровское картирование тяжелой фистулы свиного протеза митрального клапана. А – четырехкамерная позиция, В – позиция по длинной оси. Размер струи (стрелки) ограничен тенью кольца протеза. Таким образом, степень регургитации искажена и кажется меньшей, чем она есть на самом деле.



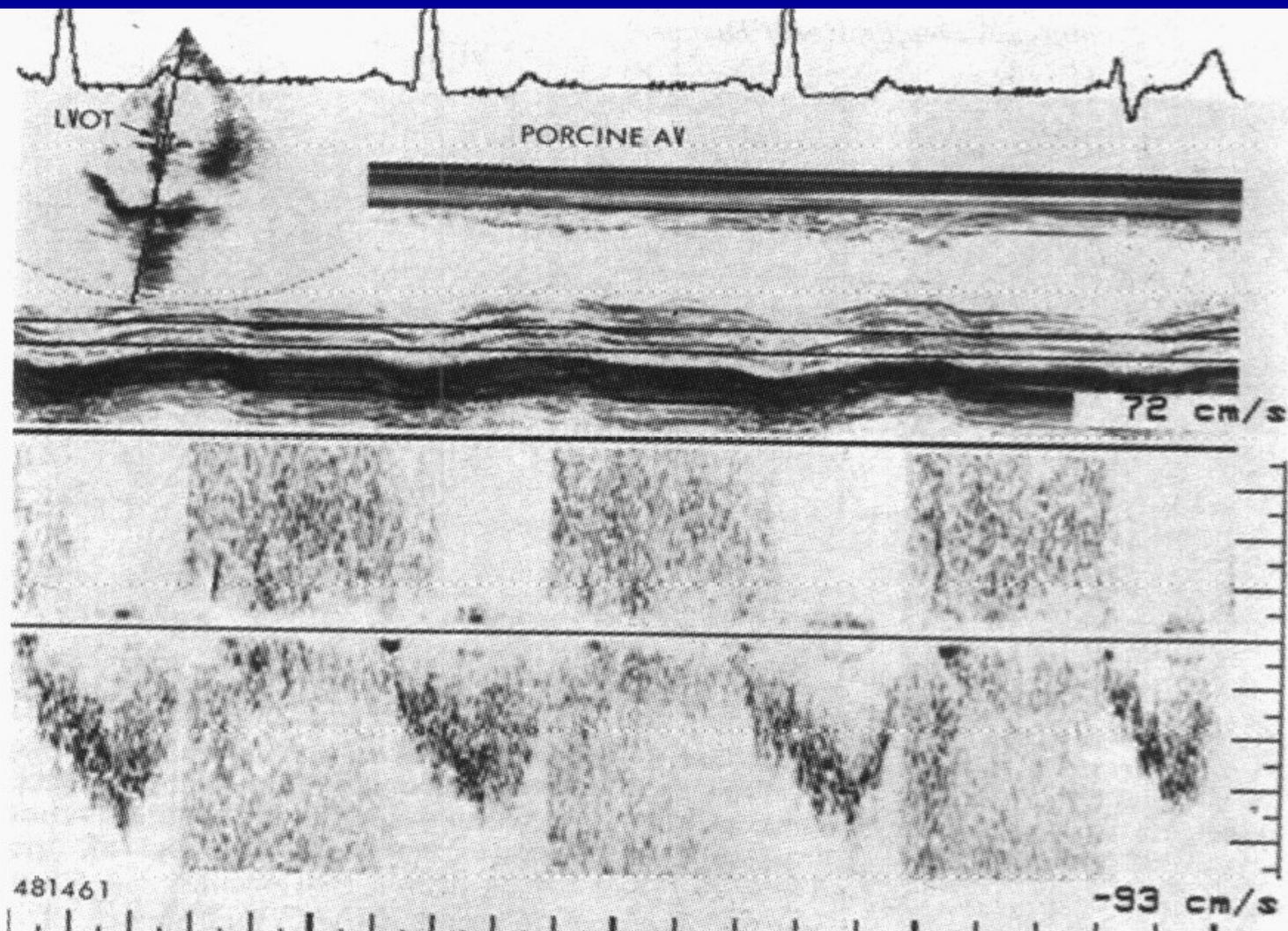
Чреспищеводное цветное доплеровское картирование при нормально функционирующем протезе клапана Medtronic Hall в митральной позиции. В этом нормально функционирующем клапане наблюдается центрально расположенная струя регургитации в полости левого предсердия.



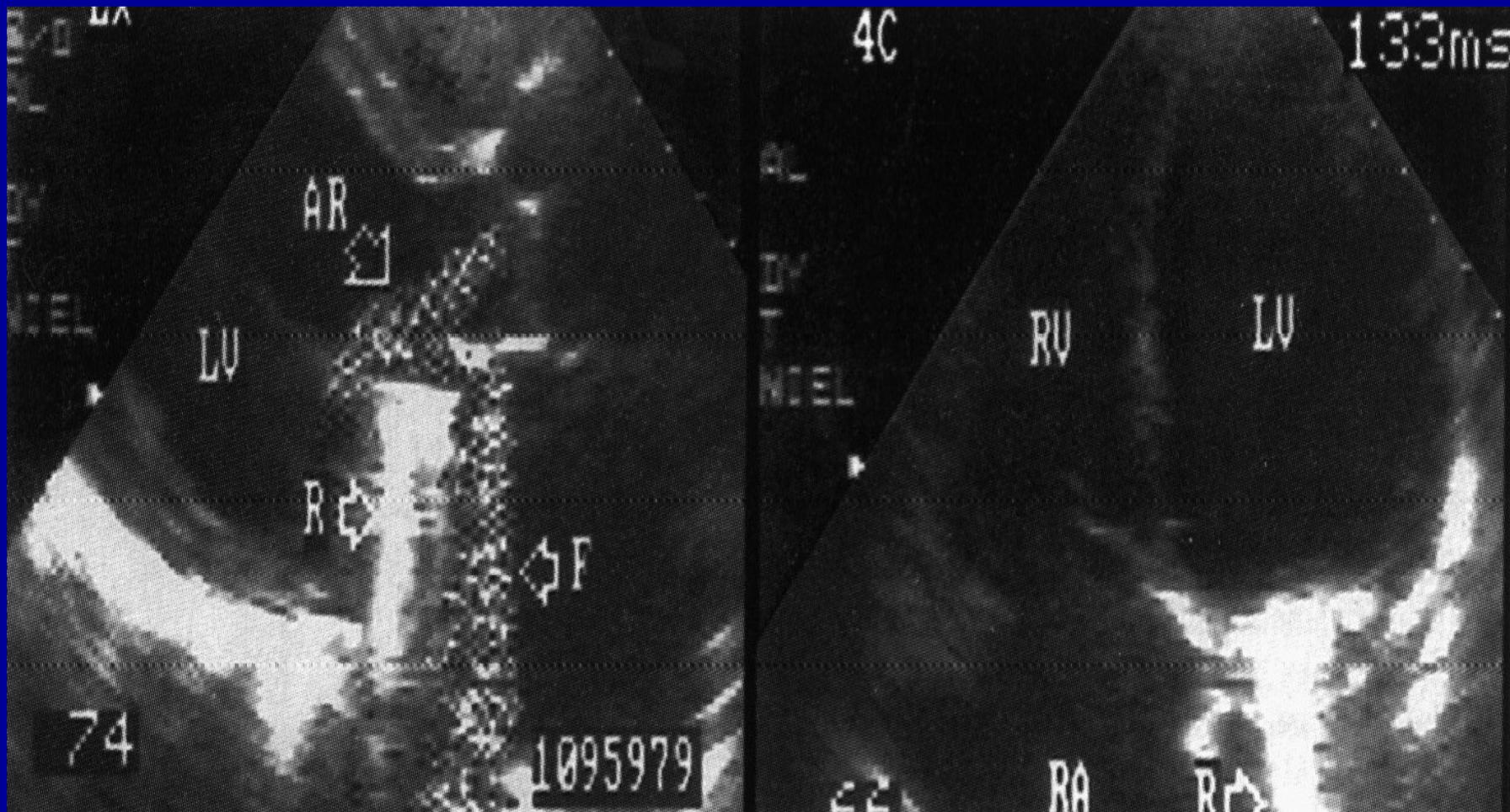
Чреспищеводное цветное доплеровское картирование пациента со свиным протезом митрального клапана. Наблюдаются два нецентрально расположенных потока митральной регургитации (стрелки) в полости левого предсердия (LA).



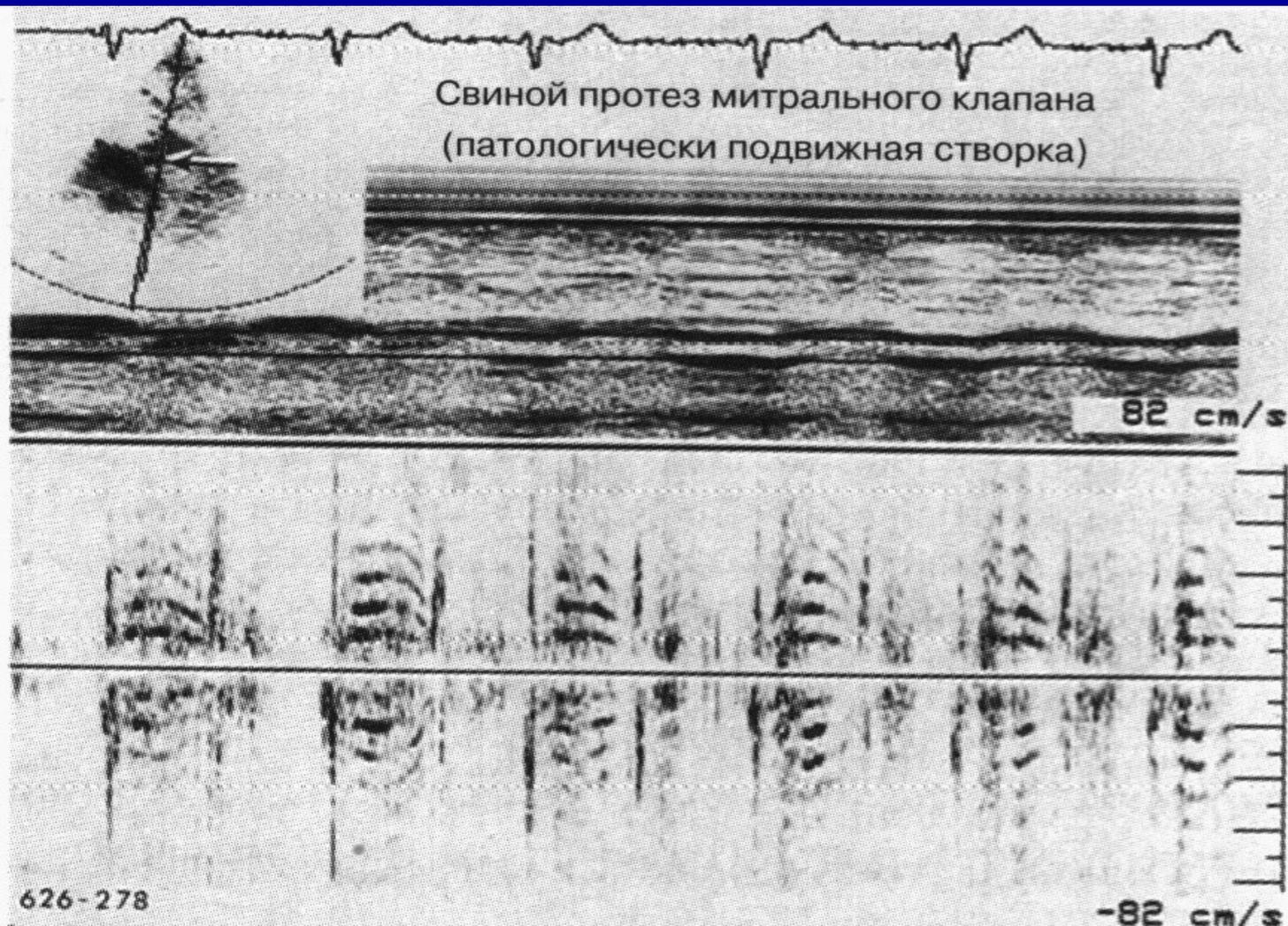
Допплеровское картирование в черно-белом отображении при наличии протеза аортального клапана. Наблюдается небольшая околоклапанная аортальная регургитация (стрелка).



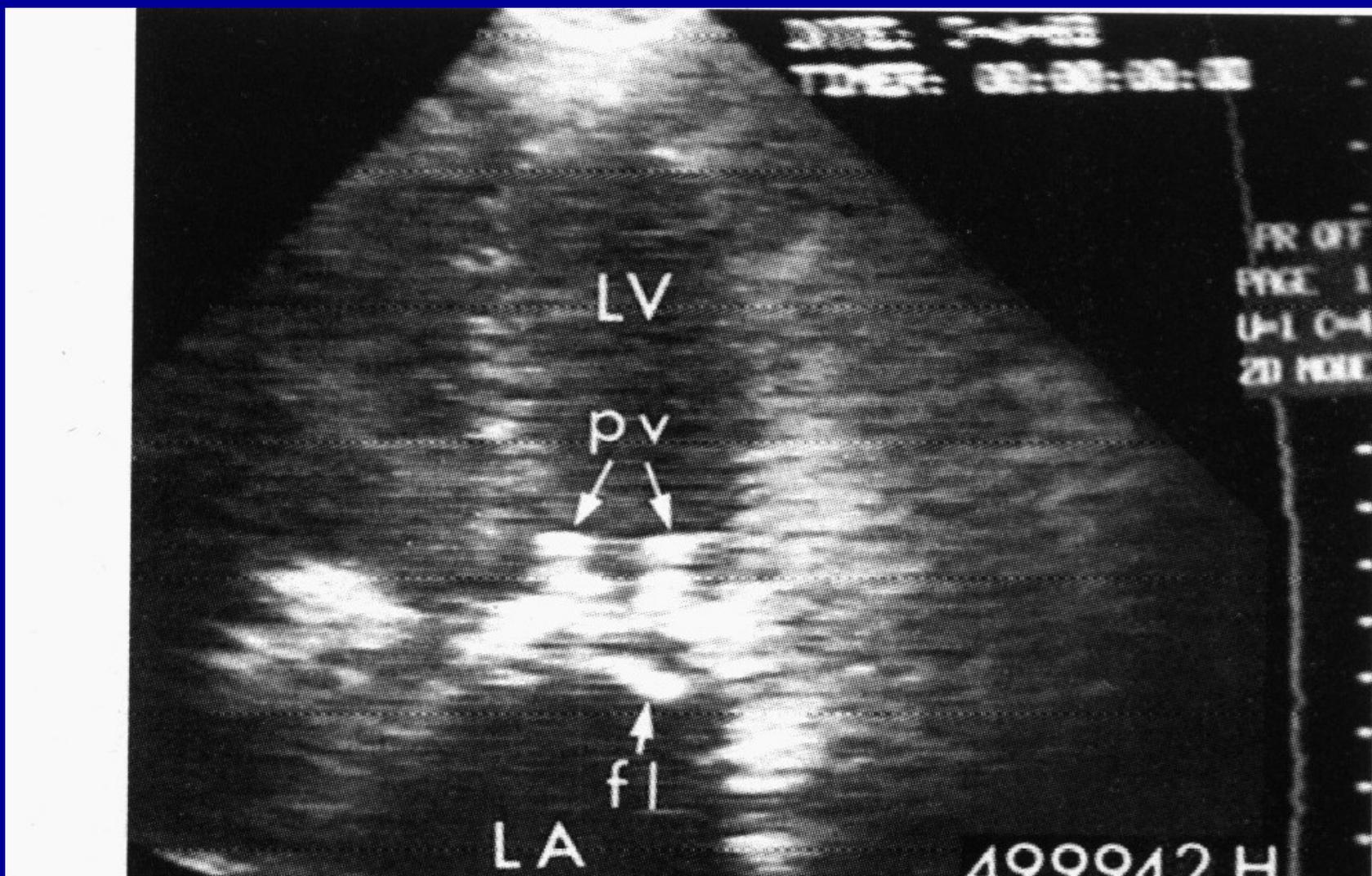
Импульсно-волновая доплерограмма пациента со свиным протезом аортального клапана. Контрольный объем установлен в выносящем тракте левого желудочка (LVOT). Наблюдается значительная аортальная регургитация. PORCINE AV – свиной протез аортального клапана.



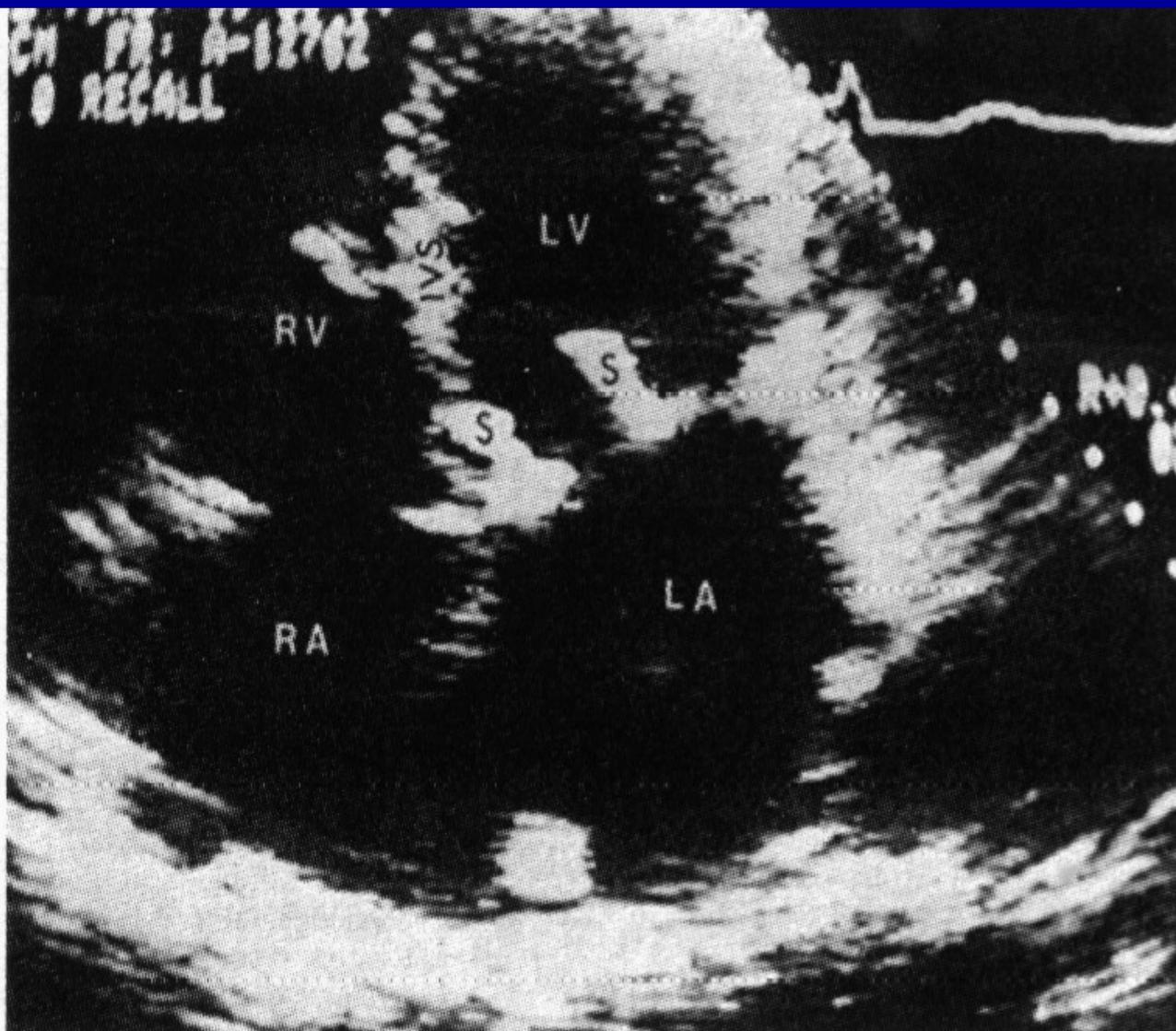
Допплеровское картирование в черно-белом отображении. Показаны некоторые артефакты, которые можно наблюдать у пациентов с протезами клапанов. Наблюдается истинная аортальная регургитация (AR). Вдобавок протез митрального клапана создает протяженную реверберацию (R) и реверберационный отблеск (F), которые могут имитировать артефакт митральной регургитации.



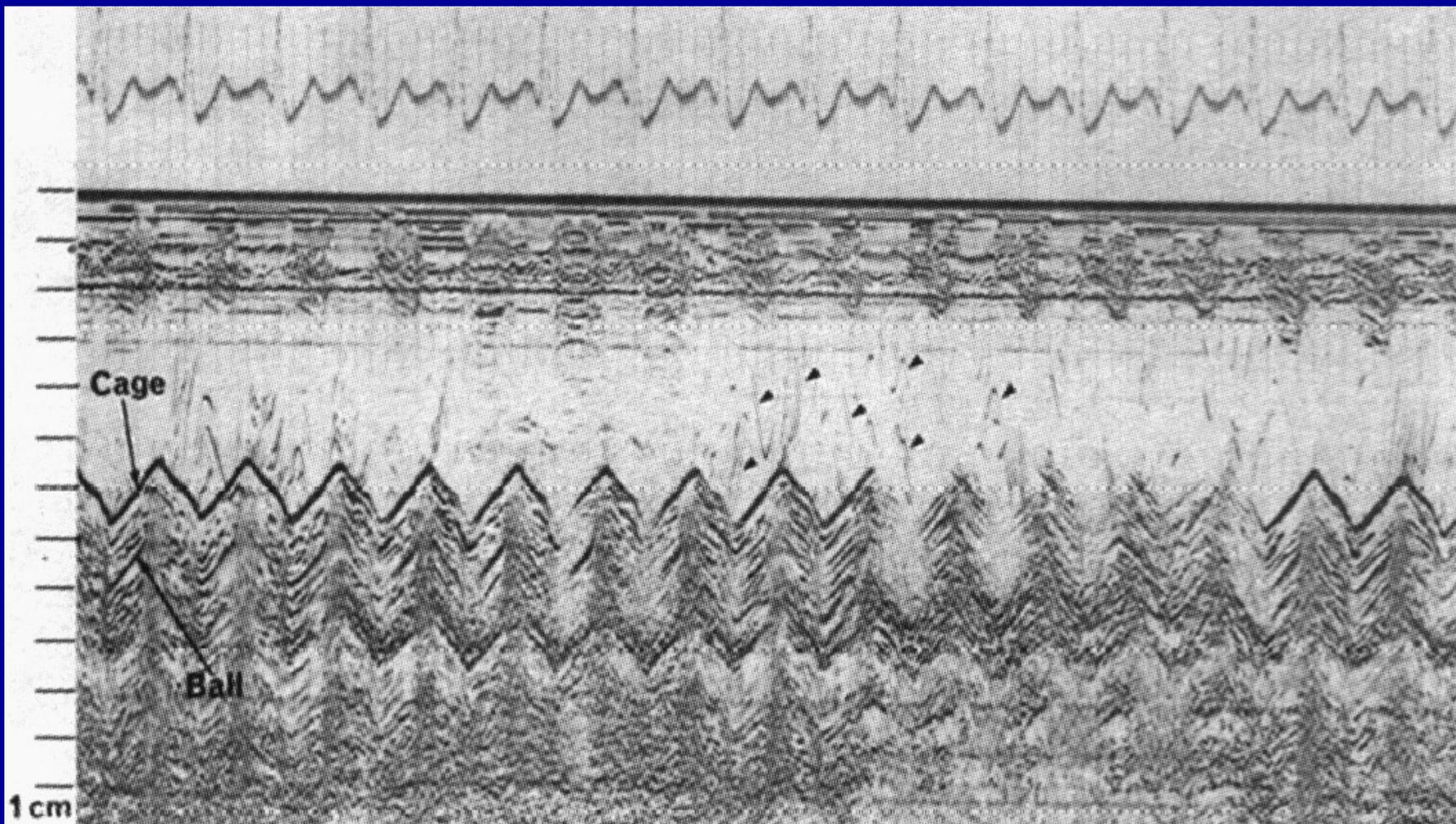
Допплеровская эхокардиограмма с контрольным объемом (стрелка), установленным около вибрирующей створки свиного протеза митрального клапана. В систолу наблюдаются полосы различных скоростей, вероятно обусловленных регулярными колебаниями патологически подвижной створки.



Эхокардиограмма (апикальная четырехкамерная позиция) пациента с дегенерацией патологически подвижной створки свиного протеза митрального клапана (pv). Патологически подвижная створка (fl) в систолу визуализируется в полости левого предсердия (LA). LV – левый желудочек.



Эхокардиограмма (апикальная четырехкамерная позиция) пациента с протезом митрального клапана со стентами (S), выпячивающимися в межжелудочковую перегородку (IVS).



Внутриполостные эхо-сигналы (треугольнички), исходящие от протеза митрального клапана. Датчик был установлен на вершшке сердца, уровень отсечки слабых сигналов был низким, усиление было высоким, чтобы хорошо зарегистрировать рассматриваемые эхо-сигналы. Cage – стойка, Ball – шар.

ИНФЕКЦИОННЫЙ ЭНДОКАРДИТ: ЭхоКГ-диагностика



Кардиологические состояния / пациенты группы риска

- К ситуациям высокого риска относятся:

- ИЭ в анамнезе
- Протез клапана или др. инородные материалы
- ССХ с созданием кондуитов в анамнезе
- Сложные врожденные цианотические пороки

*Антибиотикопрофилактика должна назначаться только пациентам с высоким или умеренным риском (Рекомендации Класса I, уровень доказательств C).

Таб.2. Кардиологические состояния, при которых показана А/Б-профилактика

ВЫСОКИЙ РИСК

- Клапанные протезы
- Сложный врожденный «синий» порок
- ИЭ в анамнезе
- Хирургические системные или легочные кондуиты

УМЕРЕННЫЙ РИСК

- Приобретенные пороки сердца
- Проплапс МК с регургитацией или выраженное утолщение клапана
- Нецианотические ВПС (за исключением вторичного ДМПП и ООС), включая 2-створчатый АК
- ГКМП

Некардиологические состояния, ассоциированные с пациентом

- Пожилой/старческий возраст + следующие состояния:
 - развитие небактериальных тромботических вегетаций;
 - скомпрометированный иммунитет;
 - снижение активности местных неиммунных защитных механизмов; и
 - ↑ риск частой / обильной бактериемии

Диагностические и лечебные процедуры, предрасполагающие к бактериемии

- бронхоскопия (жесткий инструментарий)
- цистоскопия при инфекции МВП
- биопсия МВП / простаты
- стоматологические манипуляции с риском травмы десен / слизистой оболочки
- тонзиллэктомия / аденоидэктомия
- дилатация пищевода / склеротерапия
- вмешательства при обструкции ЖВП
- ТУР простаты
- уретральные инвазивные процедуры / дилатация
- литотрипсия
- гинекологические процедуры при наличии инфекции

Диагностические и лечебные процедуры, предрасполагающие к ИЭ

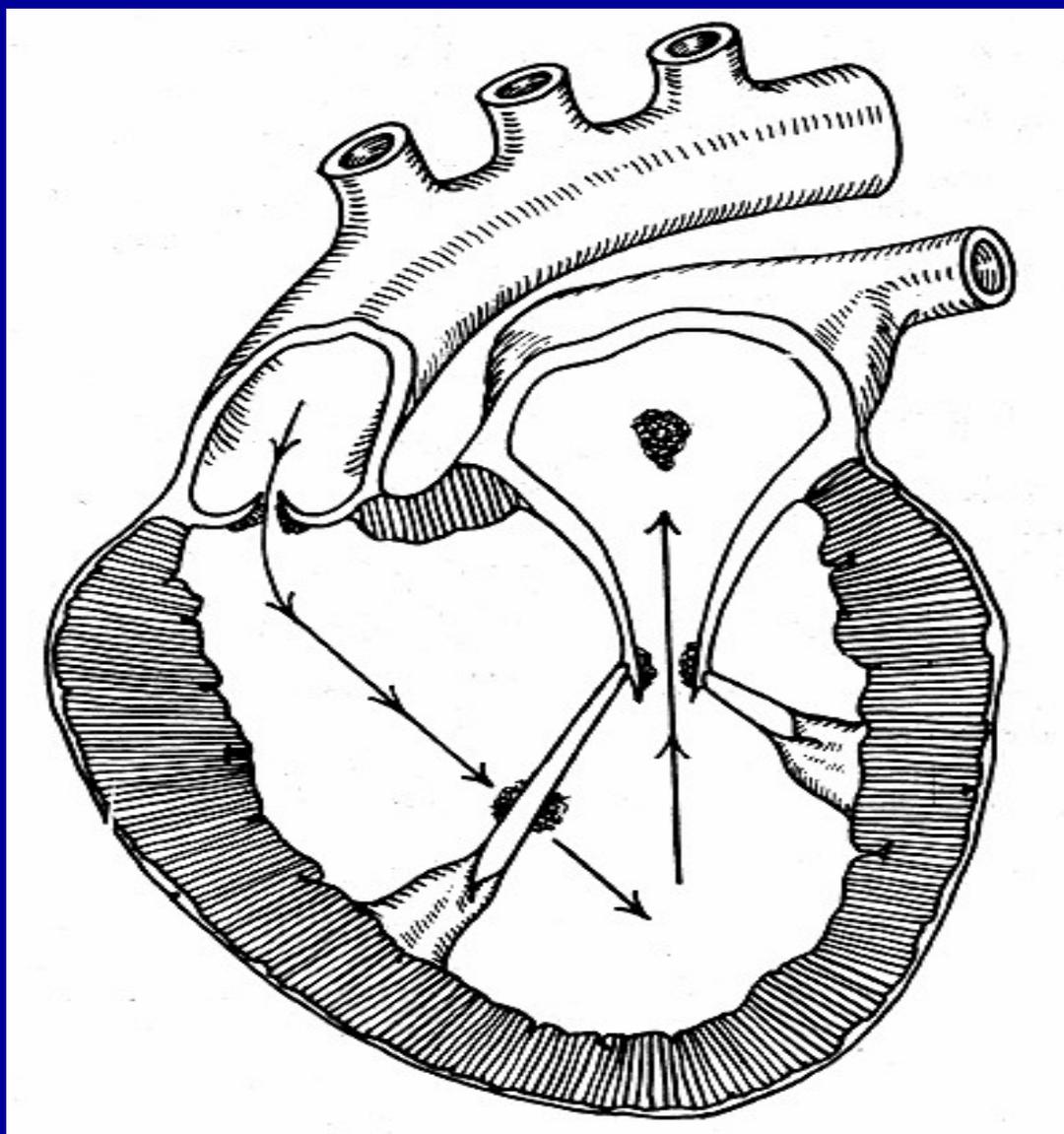
- А/Б профилактика не показана при катетеризации сердца.
- Гигиена полости рта играет одну из ведущих ролей в предупреждении ИЭ.

Критерии, позволяющие заподозрить ИЭ

- Высокий уровень клинической настороженности (ургентная ЭхоКГ и возможная госпитализация)
 - ☀ новое клапанное повреждение / (регургитирующий) шум
 - ☀ эмболия неясного генеза (особенно инфаркт мозга и инфаркт почки)
 - ☀ сепсис неясного генеза
 - ☀ гематурия, гломерулонефрит, подозрение на инфаркт почки

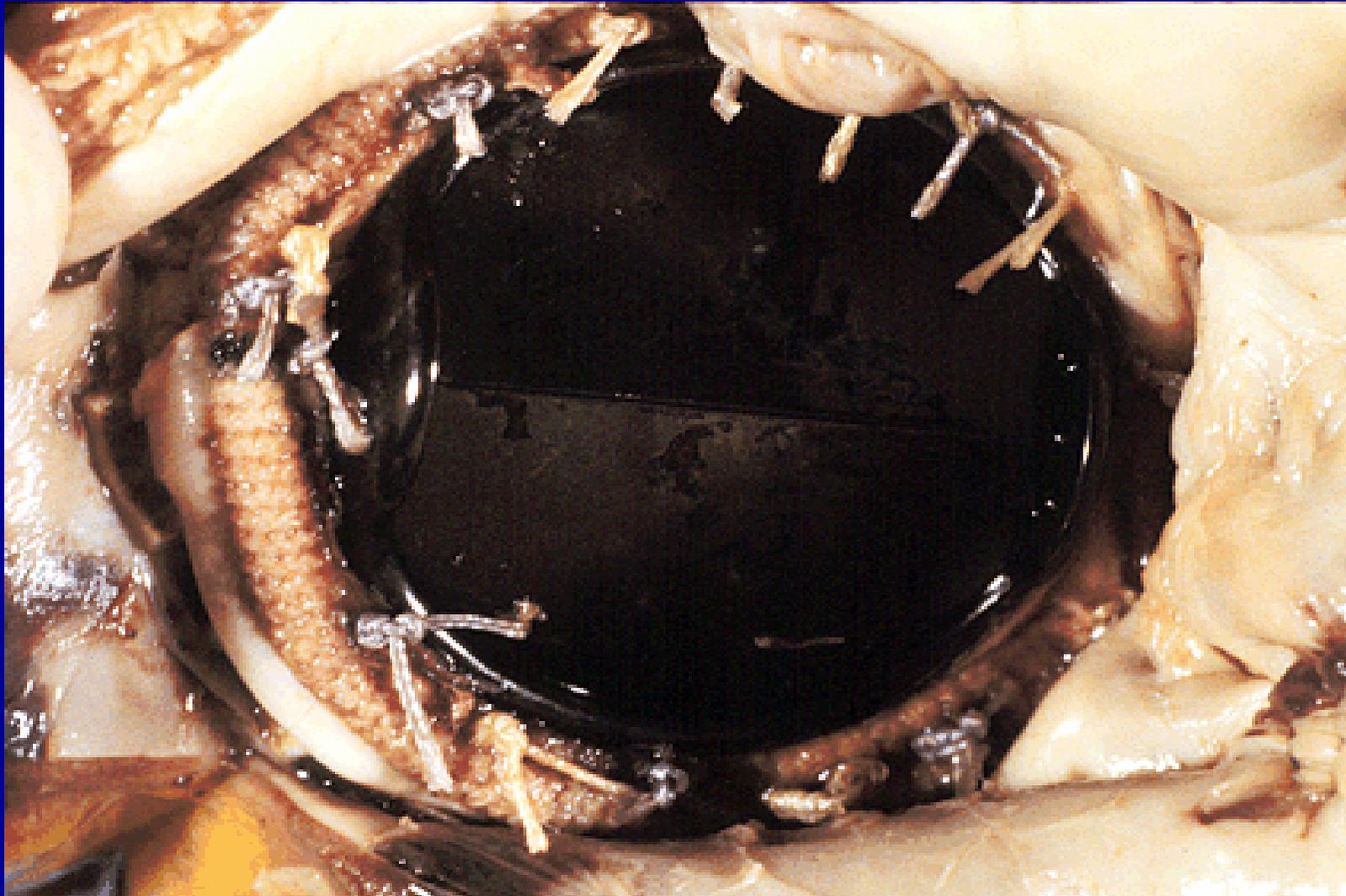
☀ "Лихорадка" +

- протезирующий материал в сердце (ССХ в анамнезе)
- другой фактор высокой настороженности относительно ИЭ
- новый эпизод желудочковой аритмии или нарушения проводимости
- манифестация ХПН впервые
- положительная гемокультура (если микроорганизм типичен для ЭНК/ЭПК)
- кожные (Osler, Janeway) или глазные (Roth) появления
- мультифокальные/быстро исчезающие легочные инфильтраты (ИЭ правого сердца)
- периферические абсцессы (почки, селезенка, позвоночник) неясного генеза;
- предрасположенность и недавние диагностические /лечебные вмешательства, ведущие к массивной бактериемии
- ☀ Низкий уровень клинической настороженности
- Лихорадка + ни одно из вышперечисленного

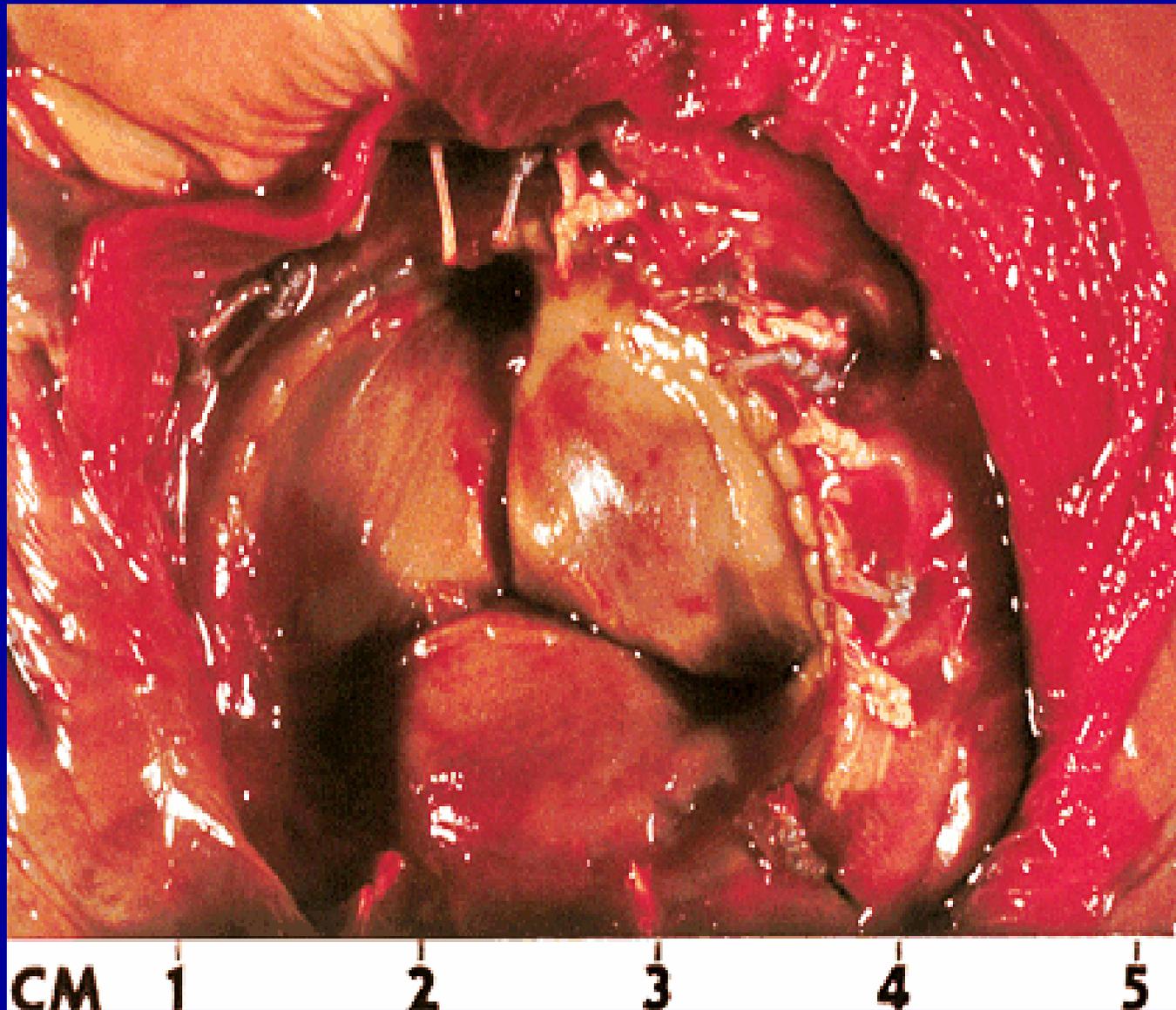


Места высоких скоростей потока, где повреждение
эндокарда вызовет клапанную недостаточность

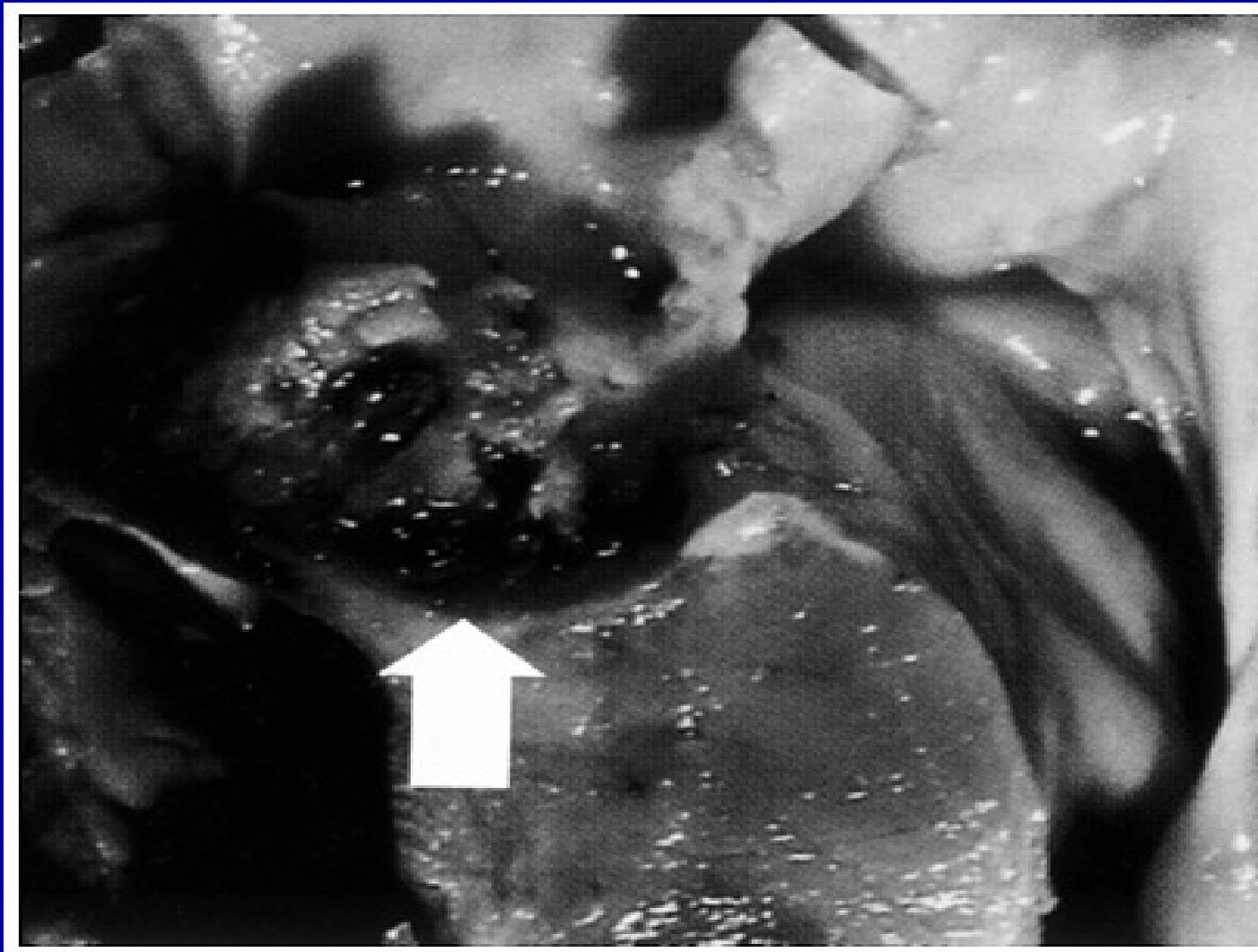
St. Jude



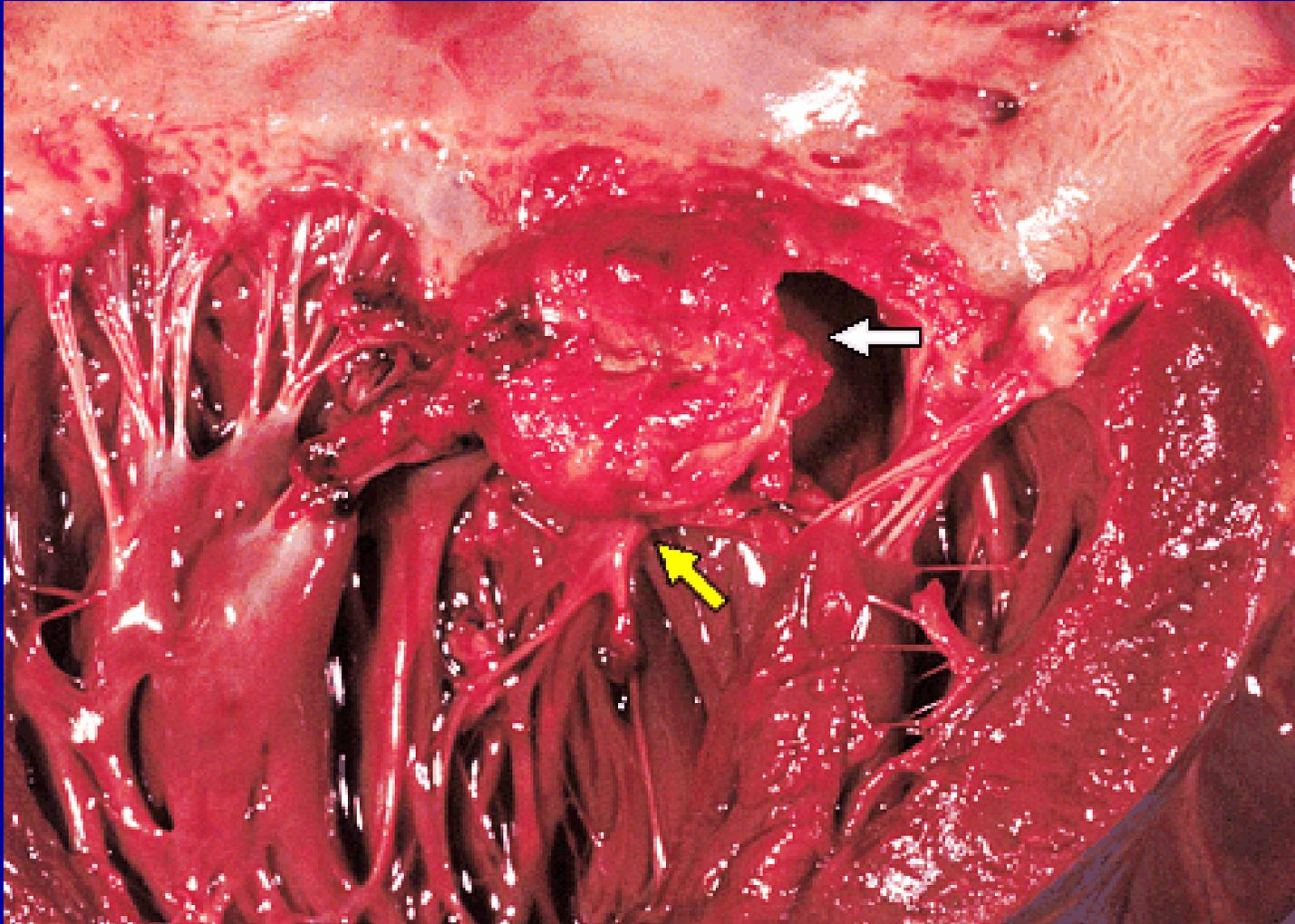
Свиной протез



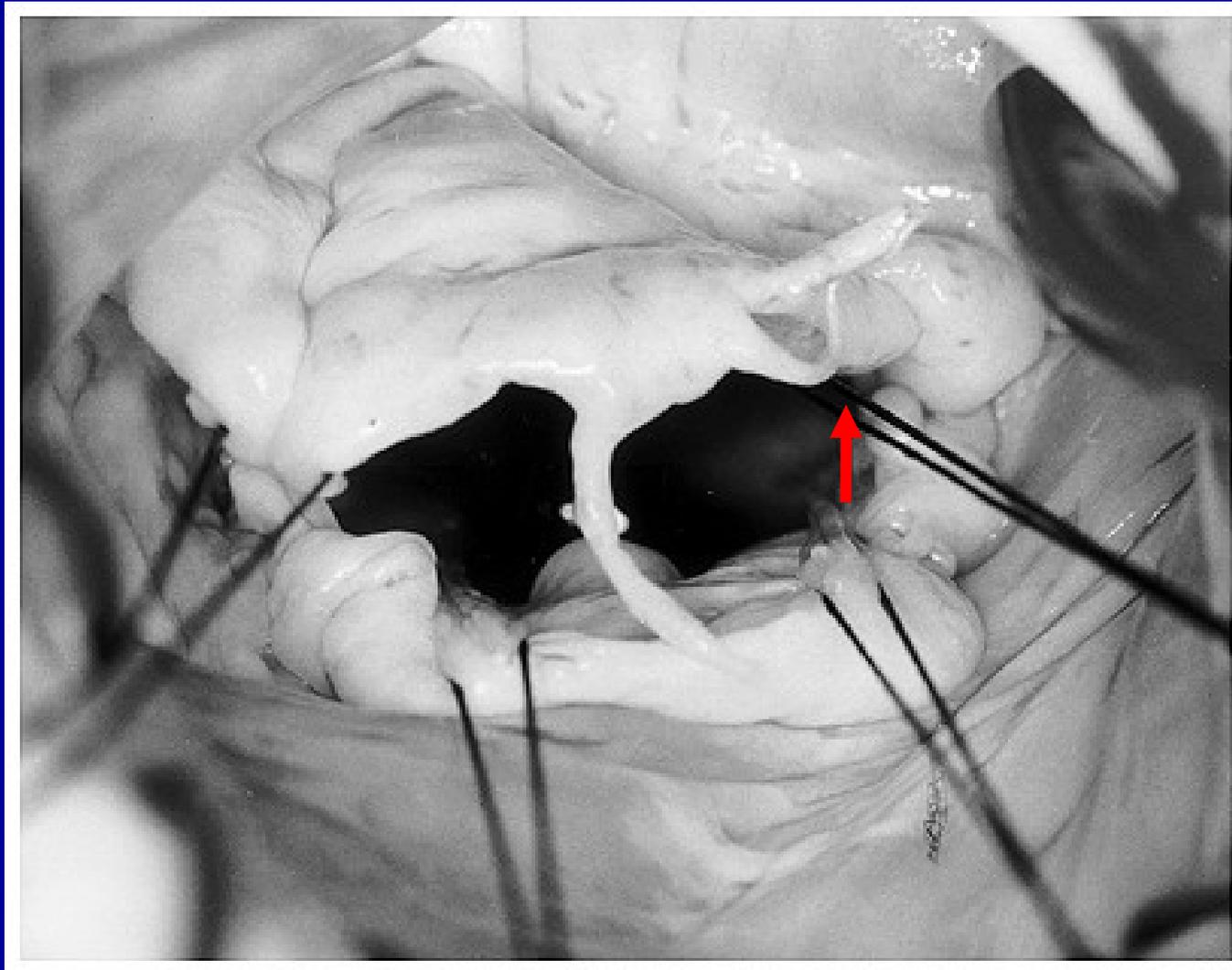
Стафилококковый абсцесс митрального кольца



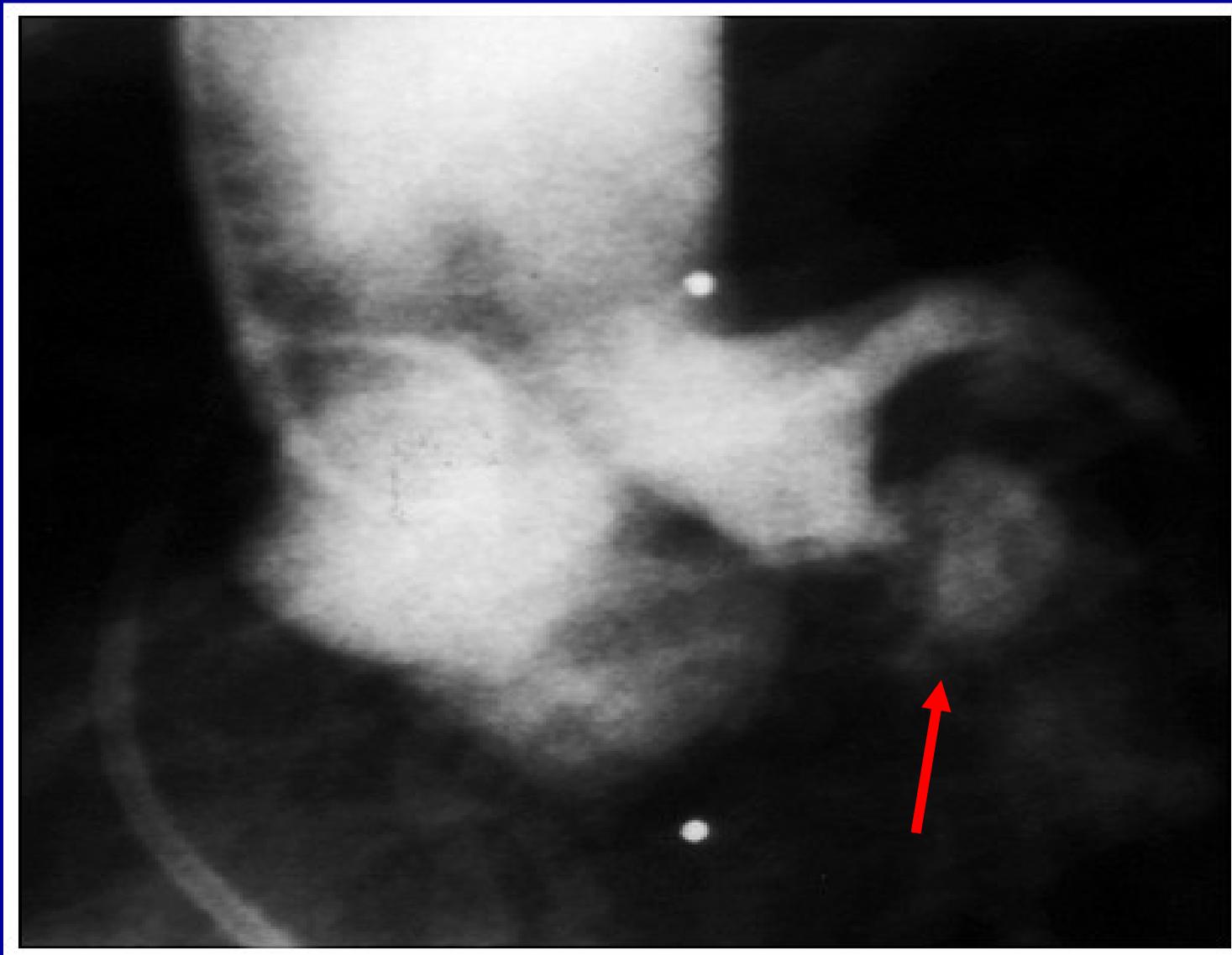
Вегетация / отрыв хорды



Отрыв хорды



Околоклапанный абсцесс стенки Ao



Эхокардиография

- Каждому пациенту с подозрением на эндокардит нативного клапана (ЭНК) по своим клиническим критериям должна быть назначена трансторакальная ЭхоКГ (ТТЭхо). Если изображение хорошего качества, а результат негативный, то такой пациент относится к низкому уровню клинической настороженности, ИЭ сомнителен, и следует искать другой диагноз.

- Если уровень относительно подозрения на ИЭ высок, во всех ТТЭхо-негативных случаях, при подозрении на эндокардит протеза клапана (ЭПК) необходимо назначить ЧПЭхоКГ.
- Также это необходимо, если результат ТТЭхоКГ положительный, но есть подозрение на осложнения и перед проведением хирургического вмешательства при активном ИЭ.

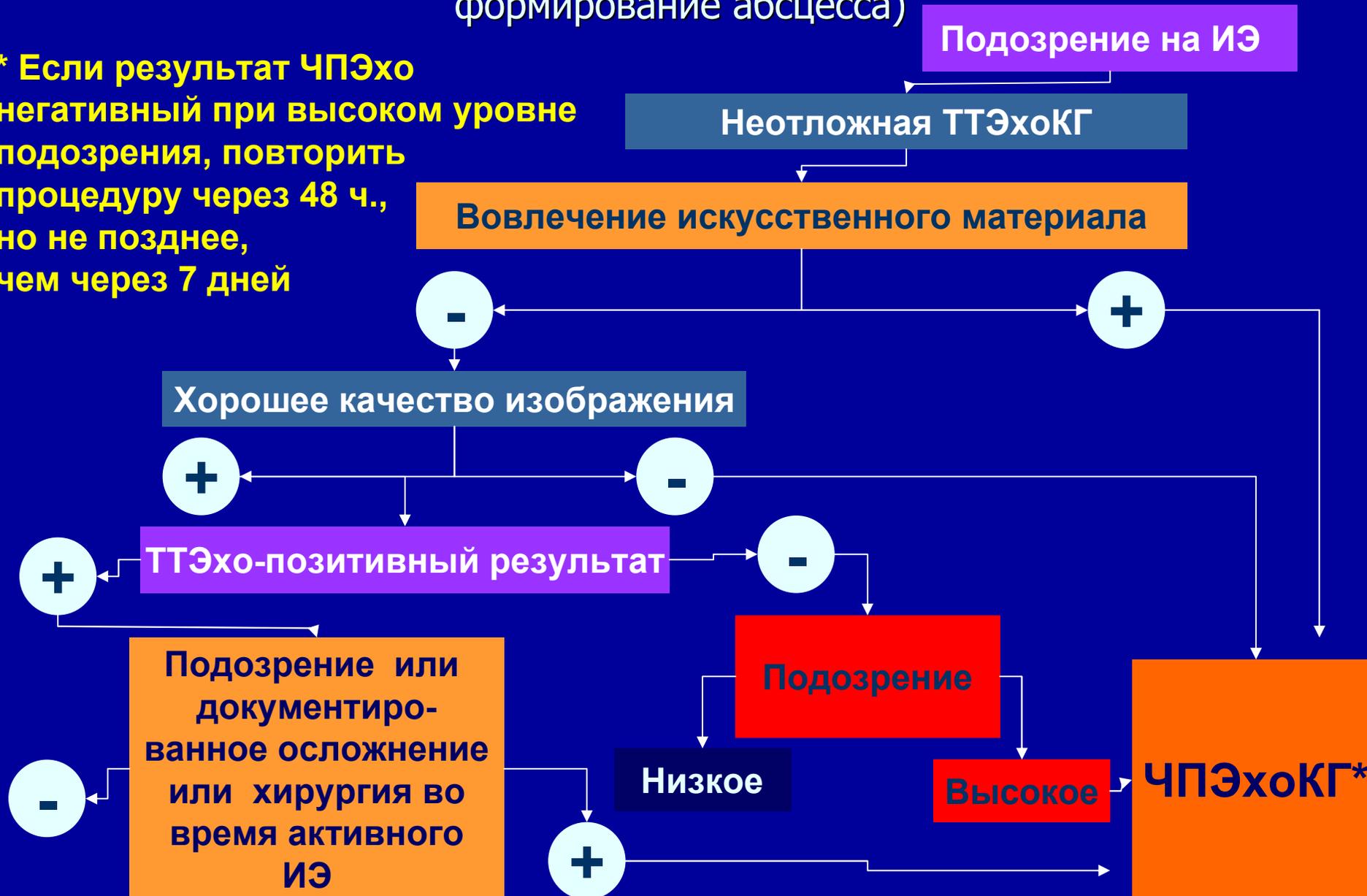
- Если результат ЧПЭхо негативный, но все еще остается подозрение, его следует повторить в течение одной недели
- Повторный отрицательный результат обычно исключает диагноз ИЭ (Рис. 1). Эти рекомендации Класса I основаны на уровне доказательств B.

Основные ЭхоКГ-критерии диагноза ИЭ:

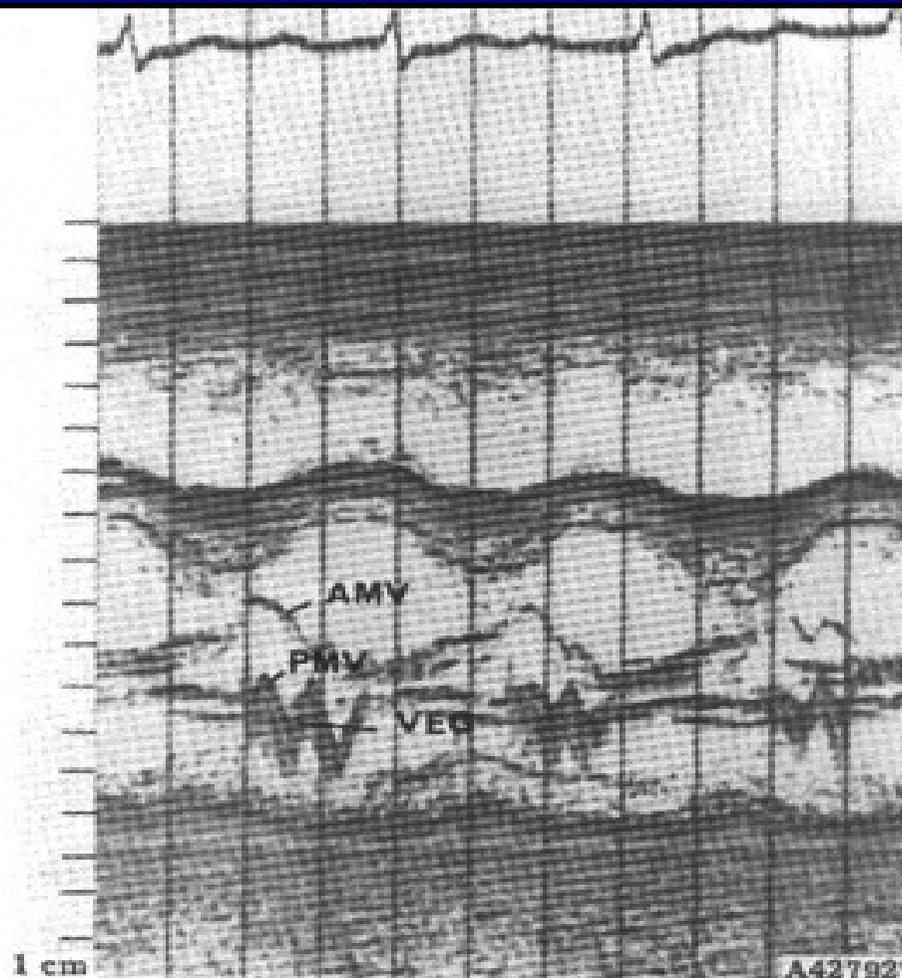
- а) мобильная, эхо-плотная масса, прикрепленная к эндокарду клапана или стенки, или имплантированная в материал протеза;
- б) наличие абсцессов или фистул;
- с) новый тип движения протеза клапана при раскрытии, особенно в позднем периоде после имплантации.

Алгоритм использования трансторакального и чреспищеводного ЭхоКГ при подозрении на ИЭ. ТТЭхо- «положительный» означает обнаружение феноменов, типичных для ИЭ (напр. свежая вегетация или формирование абсцесса)

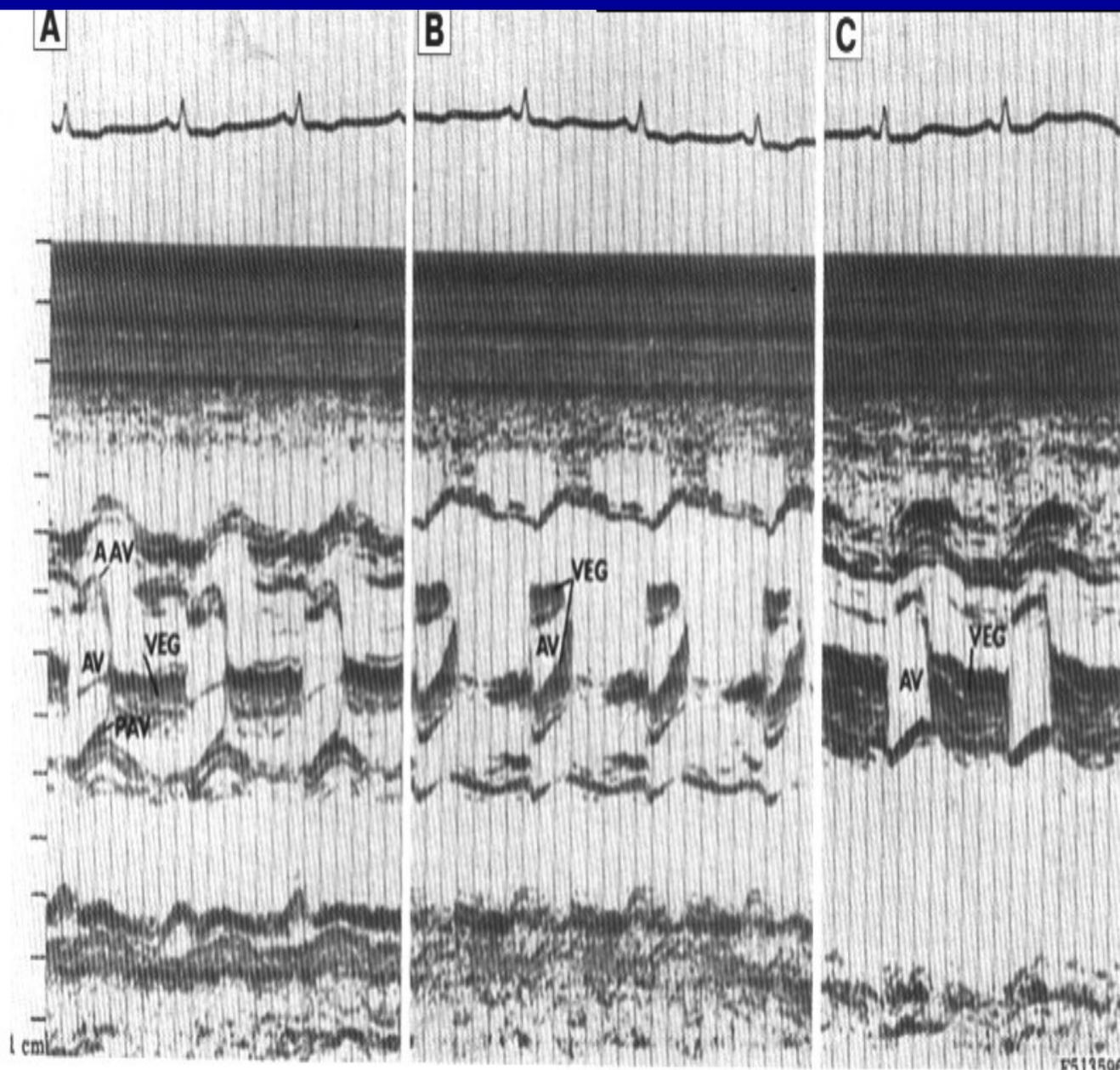
* Если результат ЧПЭхо негативный при высоком уровне подозрения, повторить процедуру через 48 ч., но не позднее, чем через 7 дней



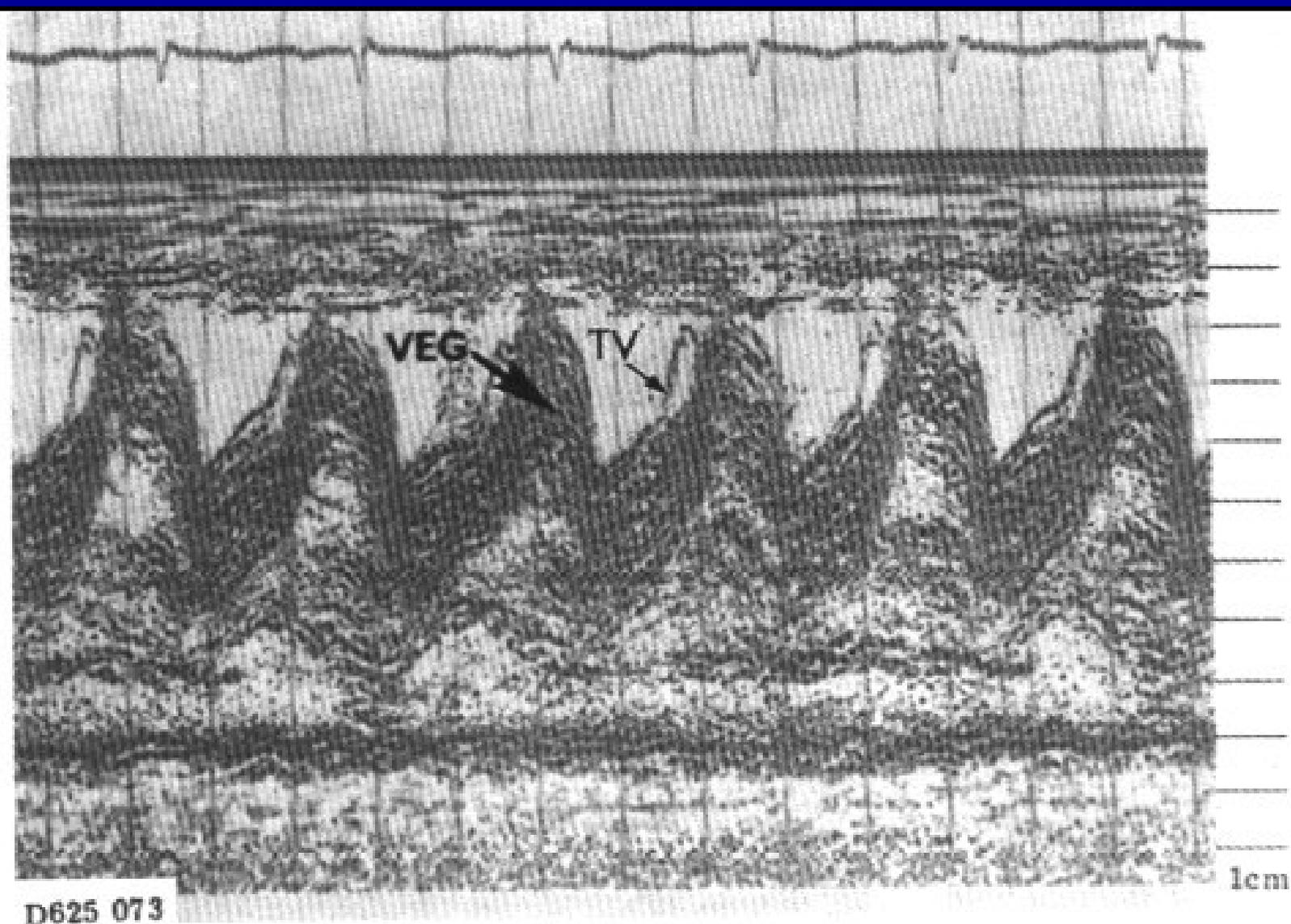
Инфекционный эндокардит



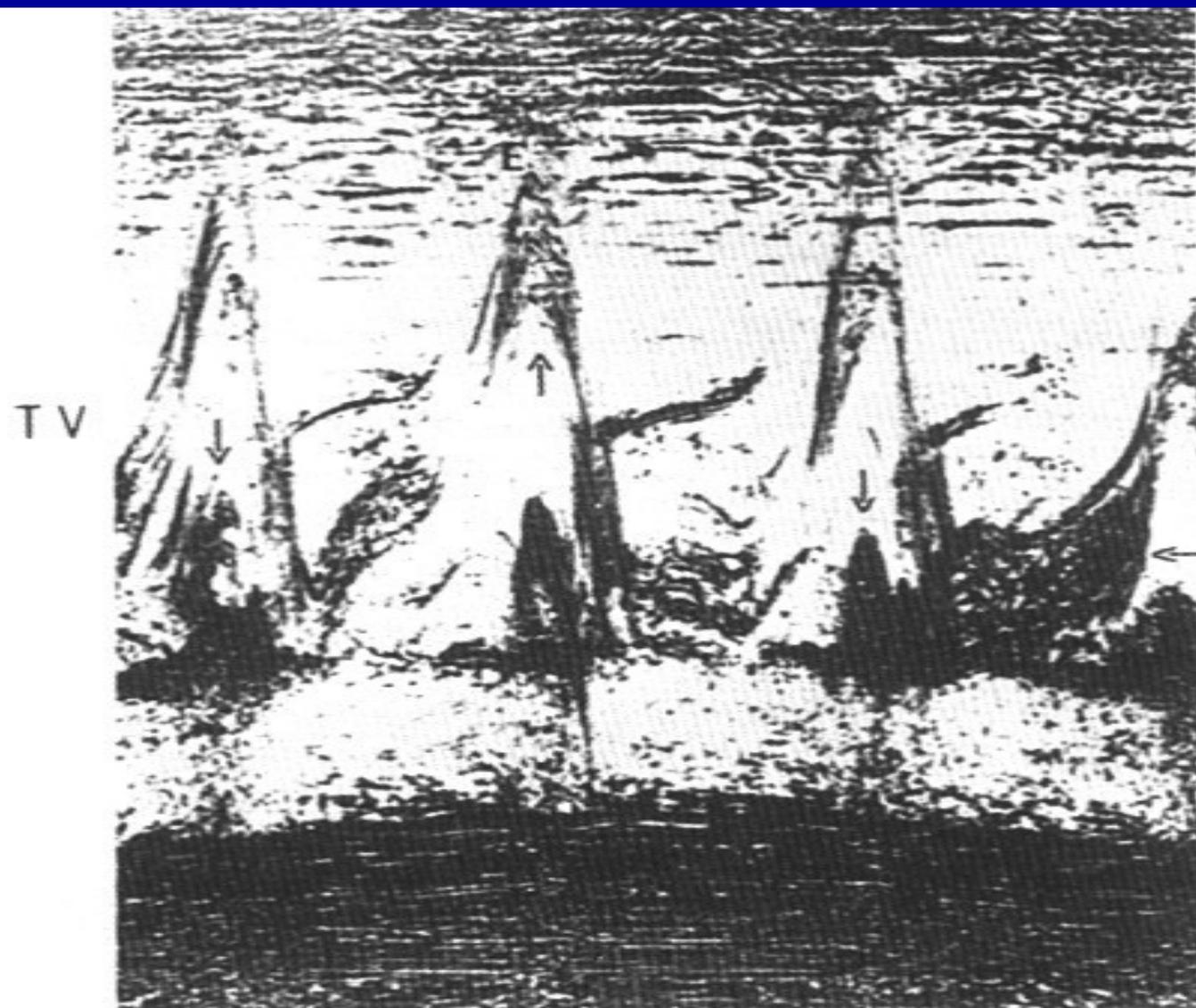
Эхокардиограмма митрального клапана пациента с инфекционным эндокардитом и вегетациями (VEG) на задней створке митрального клапана (PMV). AMV – передняя створка митрального клапана.



Эхокардиограммы аортального клапана пациента с инфекционным эндокардитом и вегетациями (VEG) на аортальном клапане (AV). AAV – передняя створка аортального клапана; PAV – задняя створка аортального клапана.



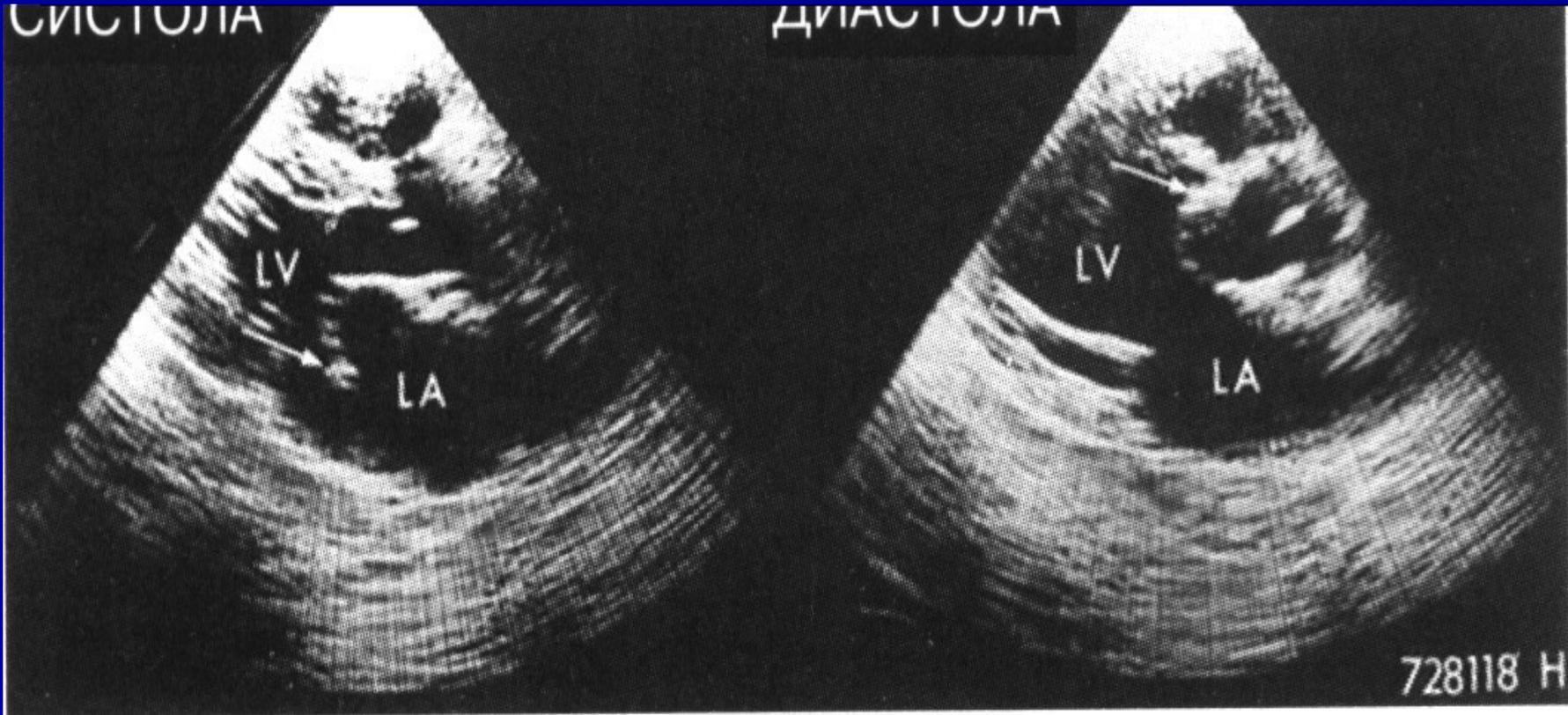
M-эхокардиограмма, демонстрирующая массивную бактериальную вегетацию (VEG) на трикуспидальном клапане (TV).



М-эхокардиограмма трикуспидального клапана, показывающая множество «пушистых» эхо-сигналов (стрелки), прикрепленных к трикуспидальному клапану (TV). Эти эхо-сигналы исходят от тромба, который застрял в трикуспидальном клапане и имитирует вегетацию.

СИСТОЛА

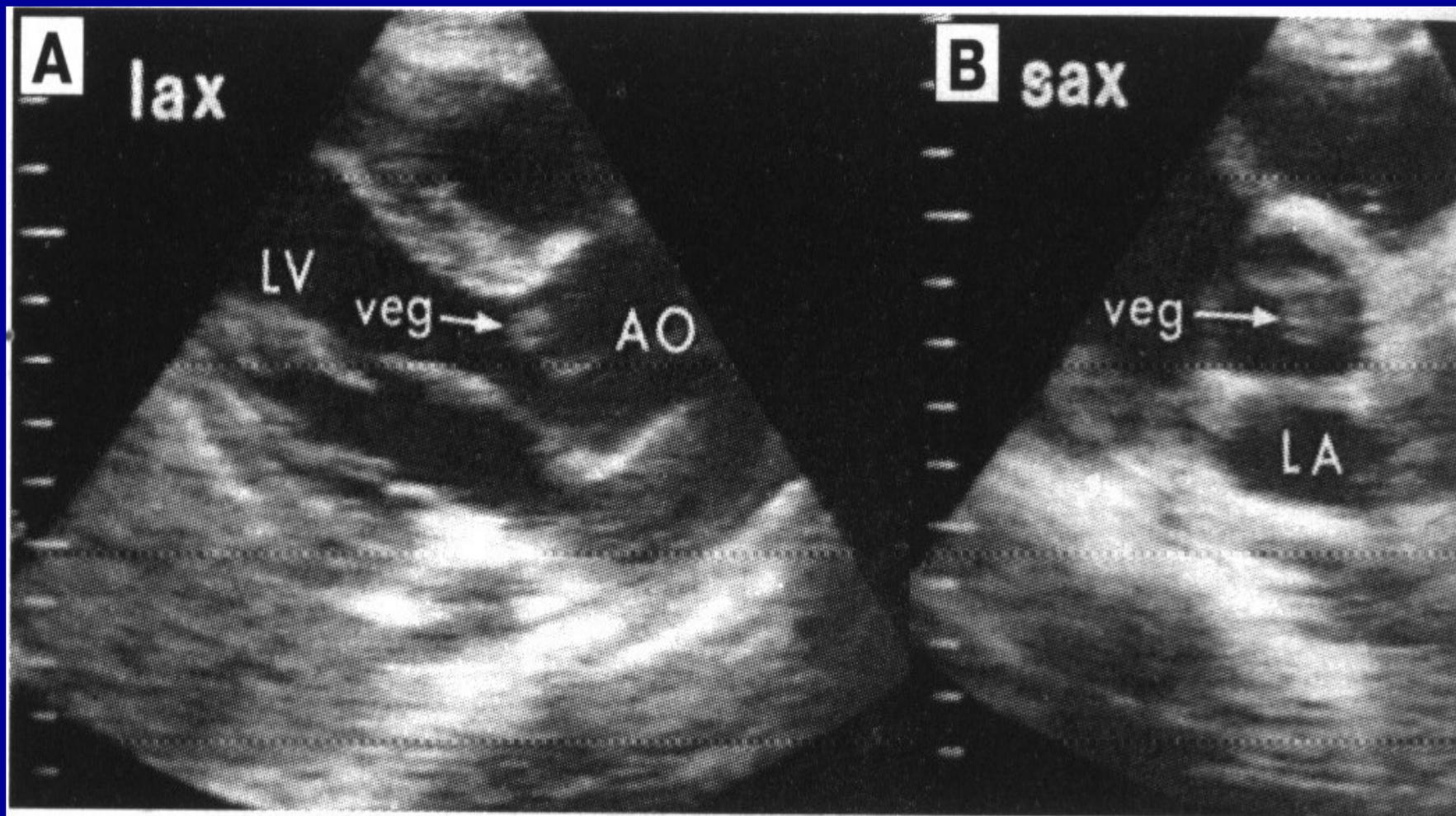
ДИАСТОЛА



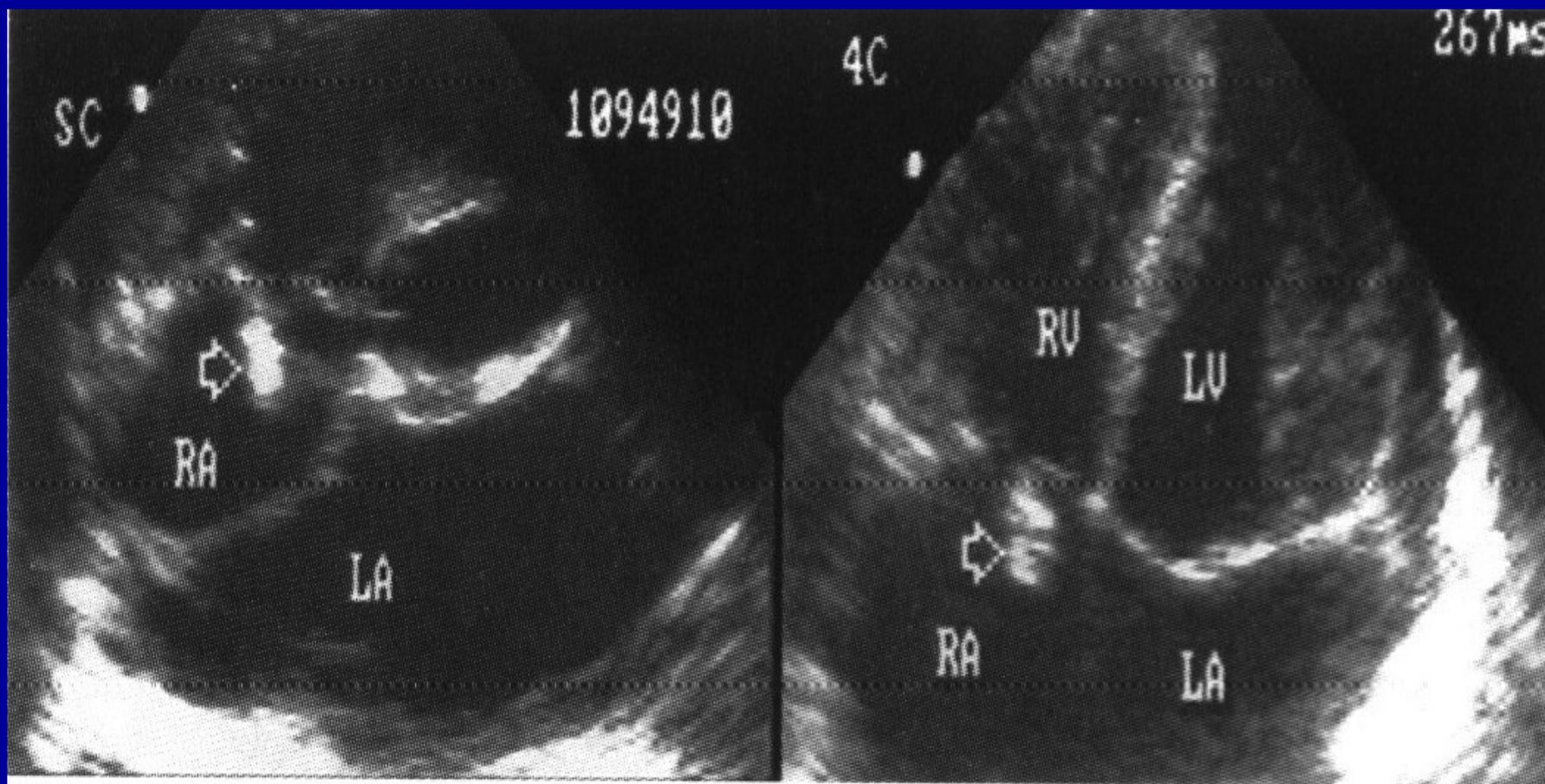
Двухмерные эхокардиограммы в парастеральной позиции по длинной оси, демонстрирующие подвижную вегетацию (стрелки) на передней митральной створке. В систолу вегетация выпячивается в левое предсердие. В диастолу вегетация перемещается в выносящий тракт левого желудочка. LV — левый желудочек; LA — левое предсердие.



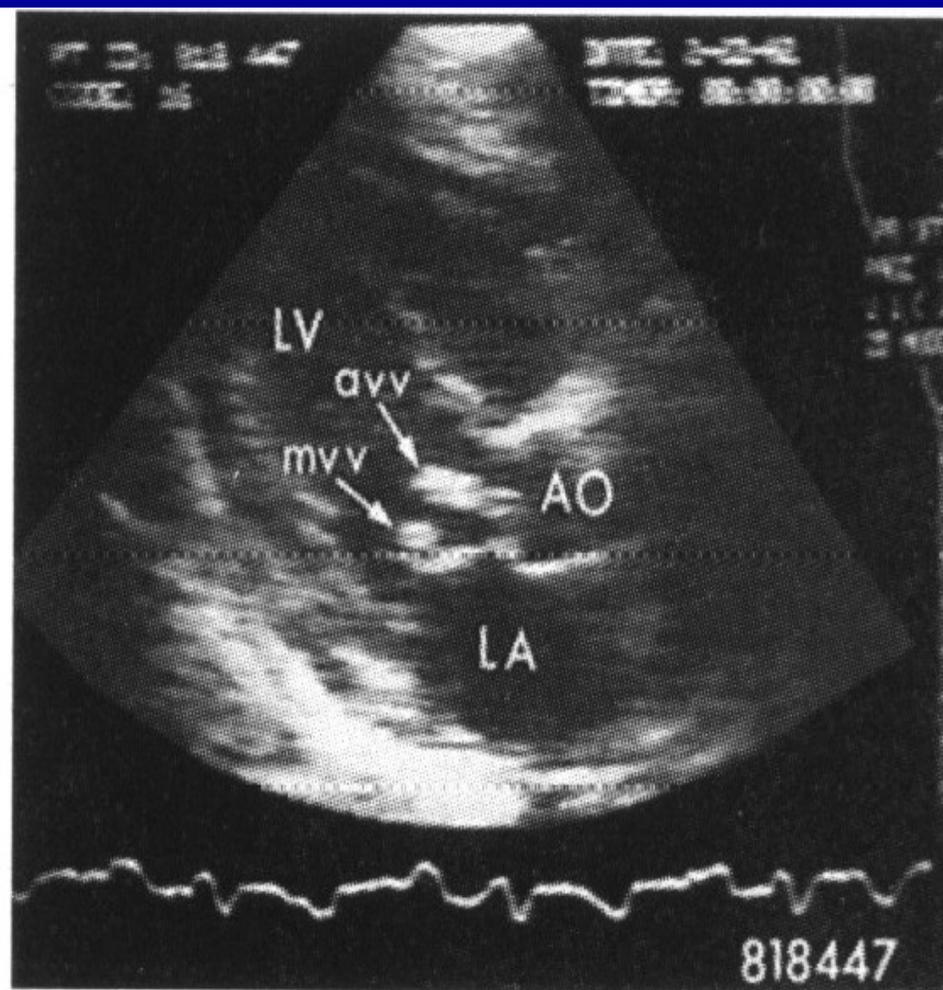
Двухмерная эхокардиограмма в парастеральной позиции по длинной оси с вегетациями (veg) на обеих митральных створках. LA – левое предсердие.



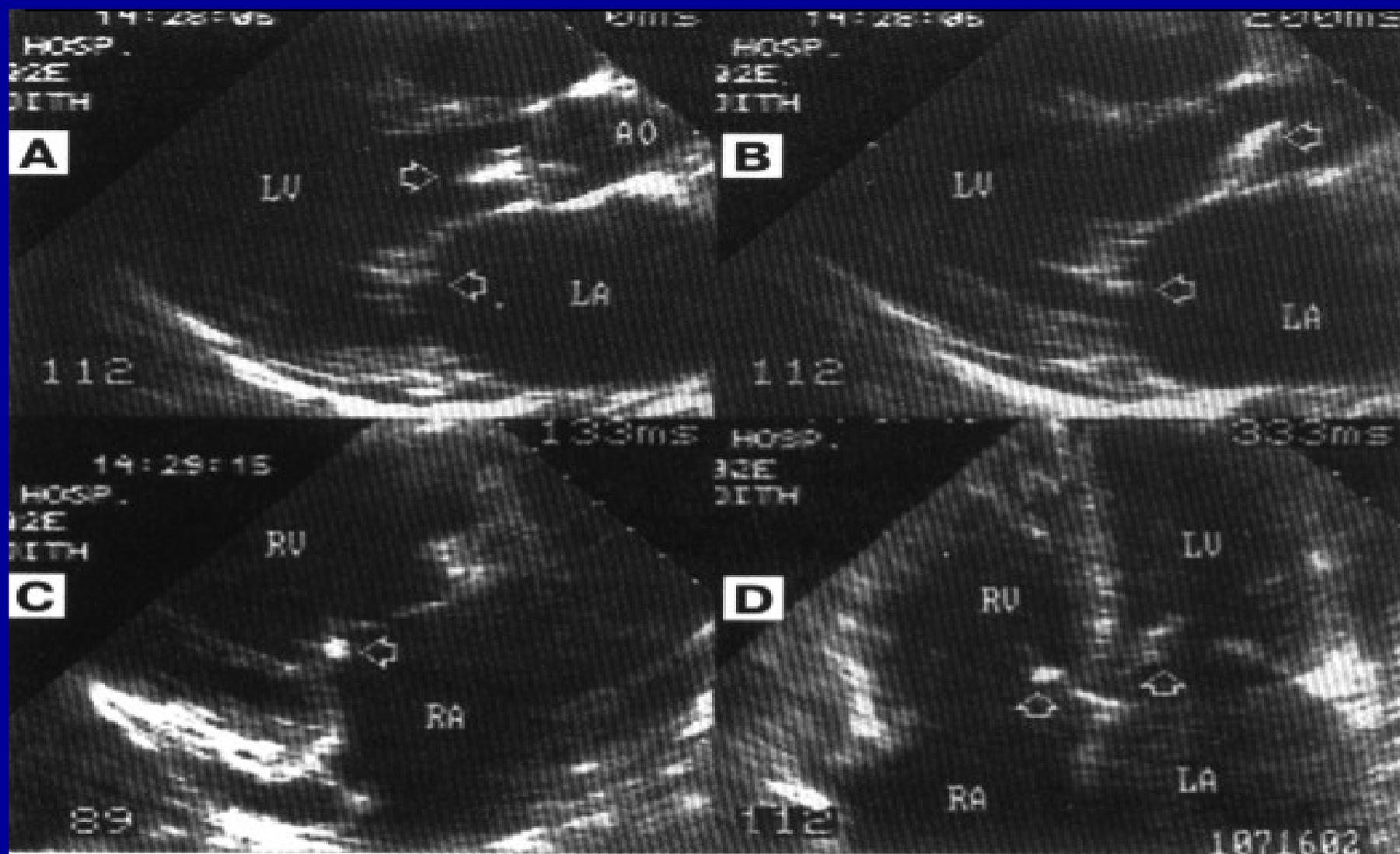
Двухмерные эхокардиограммы в парастеральной позиции по длинной оси (А) и короткой оси (В) с вегетациями (veg) на аортальном клапане. LV – левый желудочек; АО – аорта; LA – левое предсердие; lax – длинная ось; sax – короткая ось.



Двухмерные эхокардиограммы в субкостальной позиции (SC) и апикальной четырехкамерной позиции (4C) с вегетациями (стрелка) на трикуспидальном клапане. RA – правое предсердие; LA – левое предсердие; RV – правый желудочек; LV – левый желудочек.



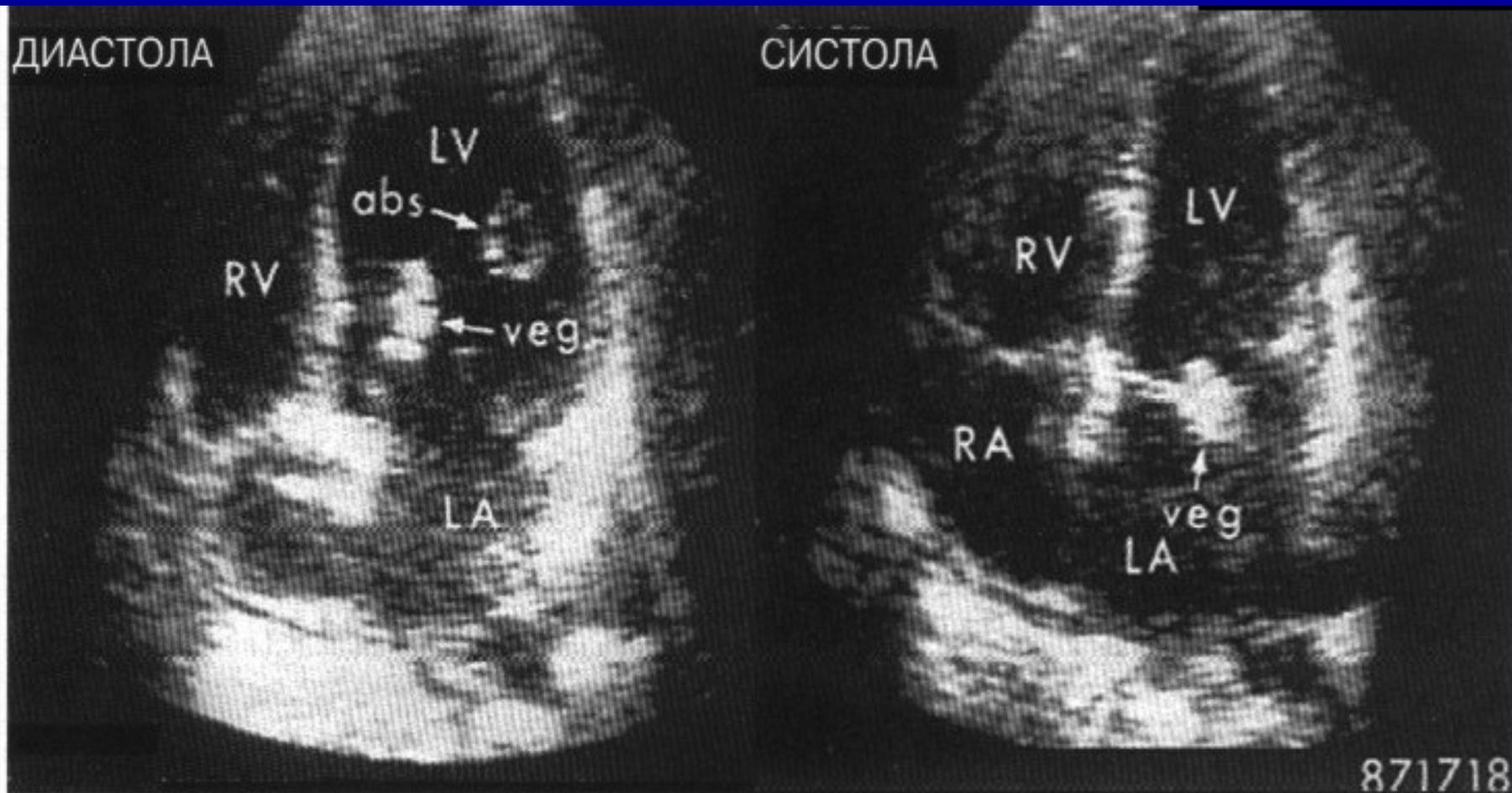
Двухмерная эхокардиограмма в парастеральной позиции по длинной оси с вегетациями на аортальном клапане (avv) и вегетациями на передней митральной створке (mvv). LV – левый желудочек; АО – аорта; LA – левое предсердие.



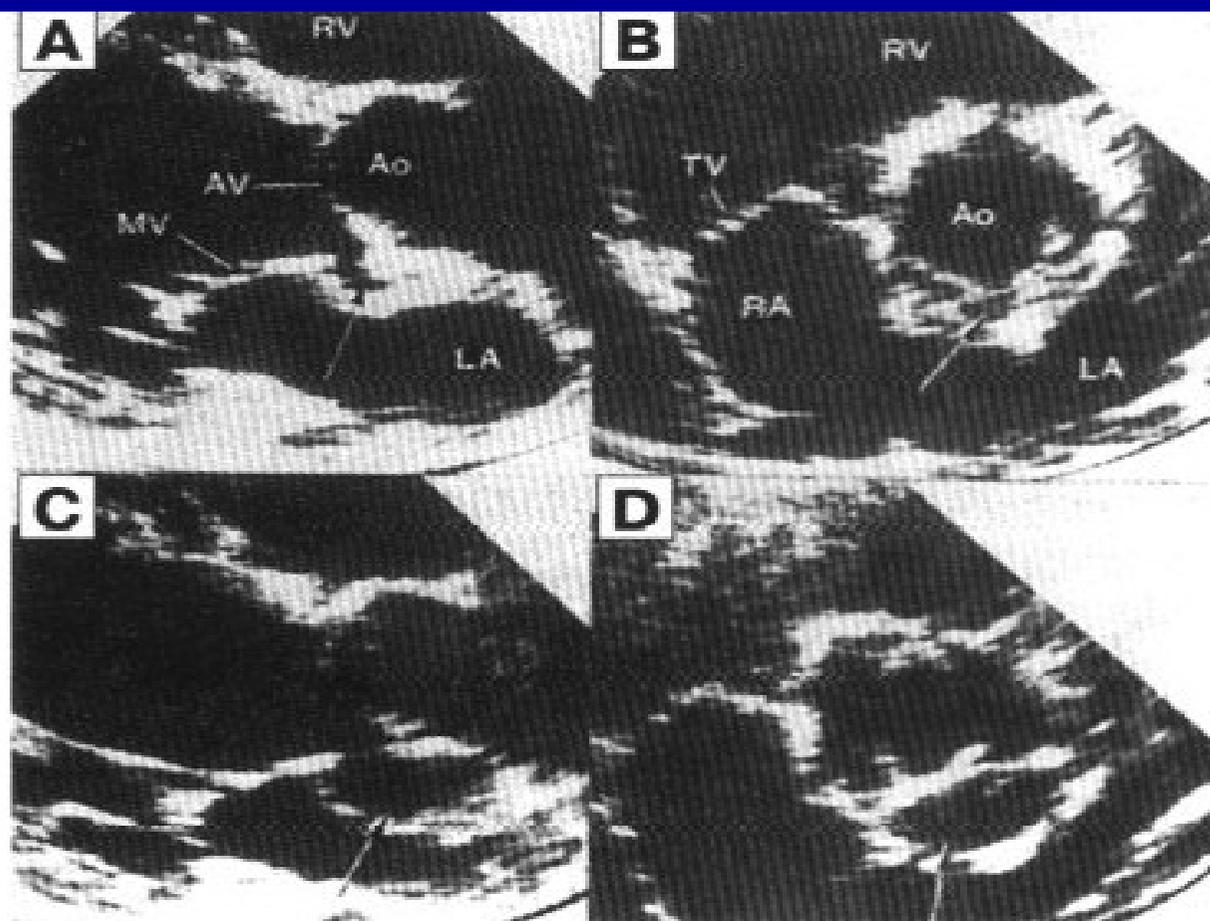
Двухмерные эхокардиограммы пациента с вегетациями на митральном и аортальном клапанах (стрелки, А и В) и на трикуспидальном клапане (стрелки, С и D). LV – левый желудочек; AO – аорта; LA – левое предсердие; RV – правый желудочек; RA – правое предсердие.

ДИАСТОЛА

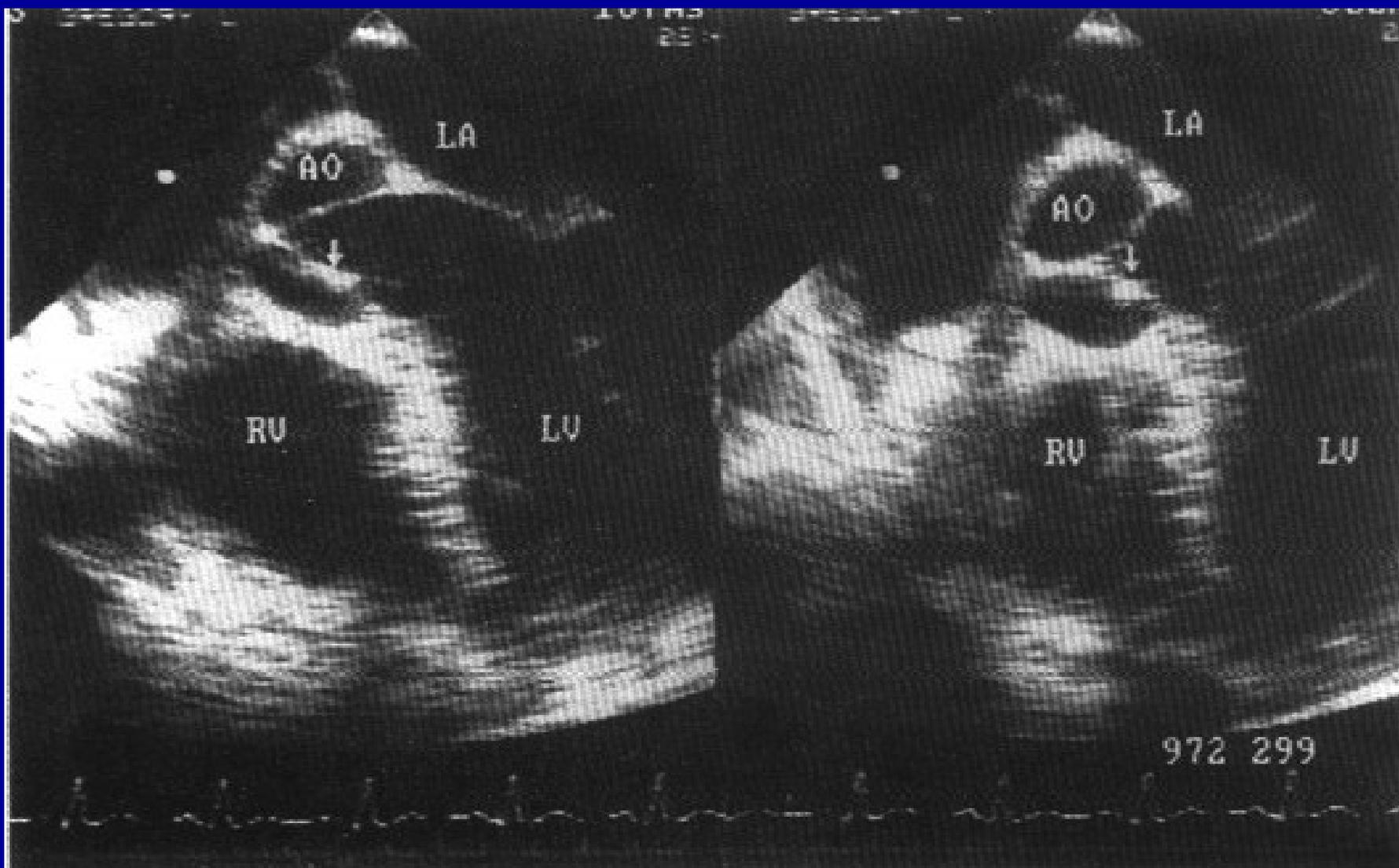
СИСТОЛА



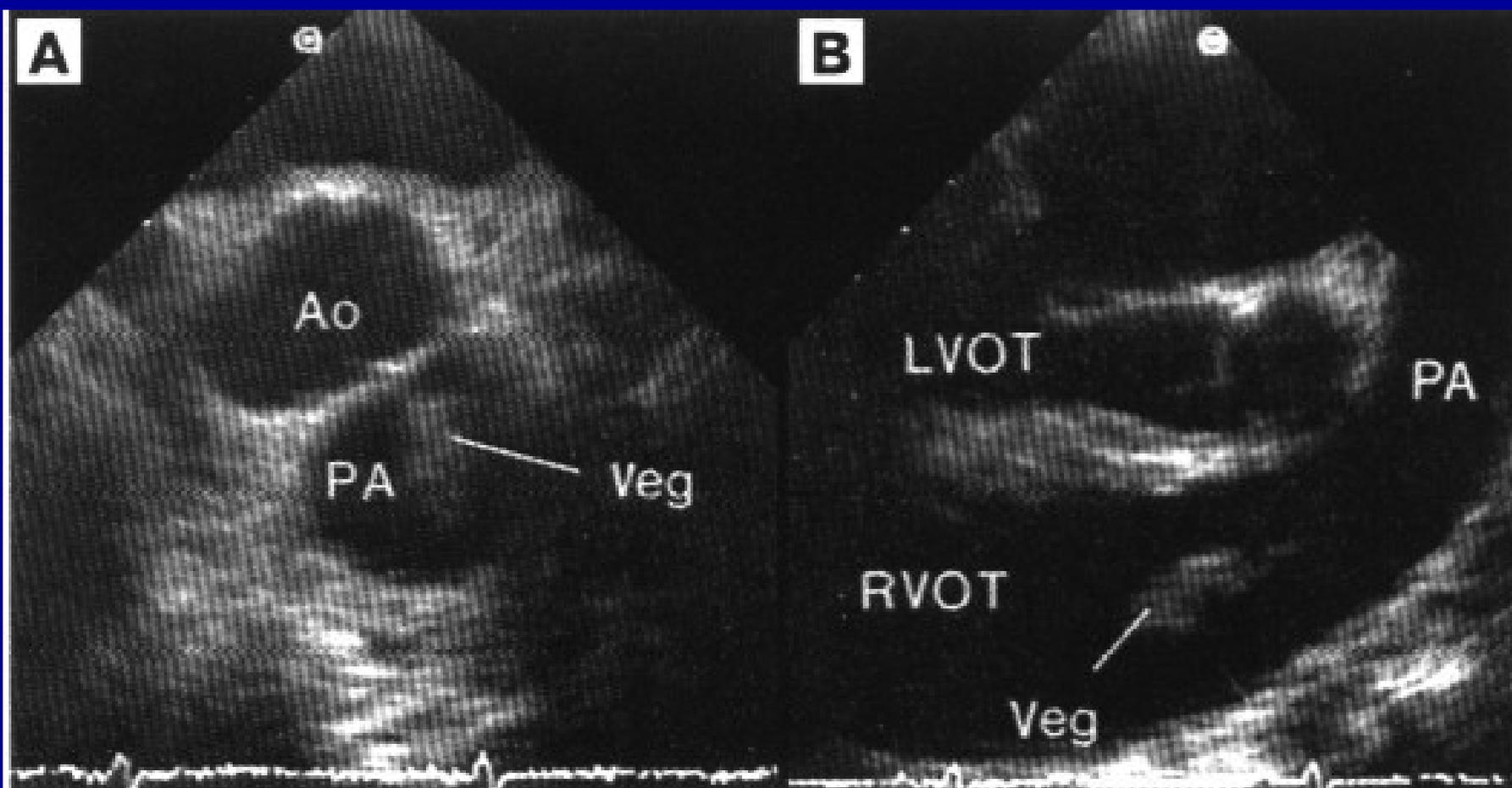
Эхокардиограммы в апикальной четырехкамерной позиции с вегетациями (veg) на передней митральной створке и абсцессом (abs) в области папиллярной мышцы. LV – левый желудочек; RV – правый желудочек; LA – левое предсердие; RA – правое предсердие.



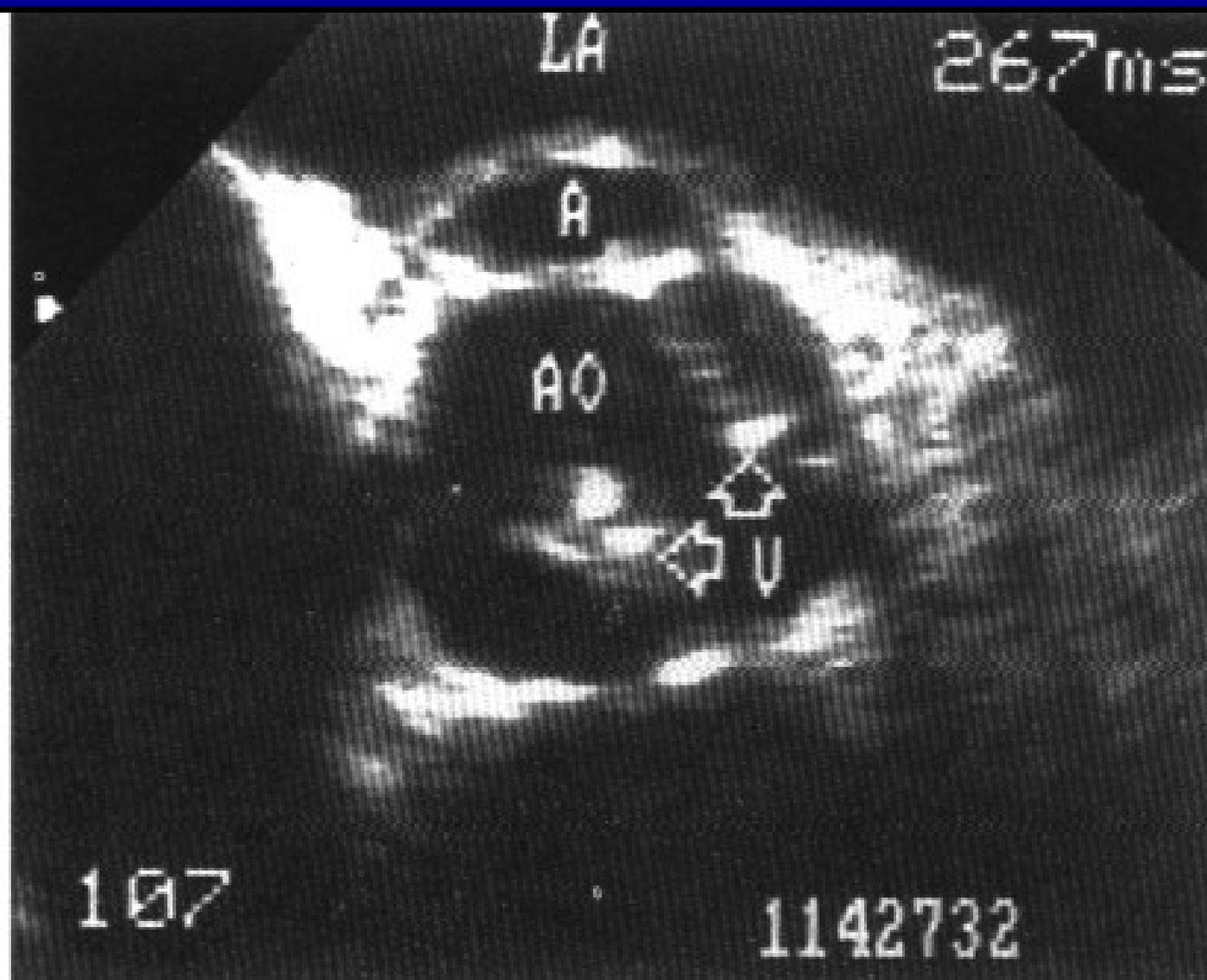
Серия двухмерных эхокардиограмм пациента с расположенным вокруг корня аорты абсцессом. В парастернальной позиции по длинной (А) и короткой (В) оси наблюдается эхонегативное пространство (стрелки) позади аорты (Ao). С, D — по мере роста абсцесса эхонегативное пространство стало больше (стрелки). RV — правый желудочек; AV — аортальный клапан; MV — митральный клапан; LA — левое предсердие; TV — трикуспидальный клапан; RA — правое предсердие.



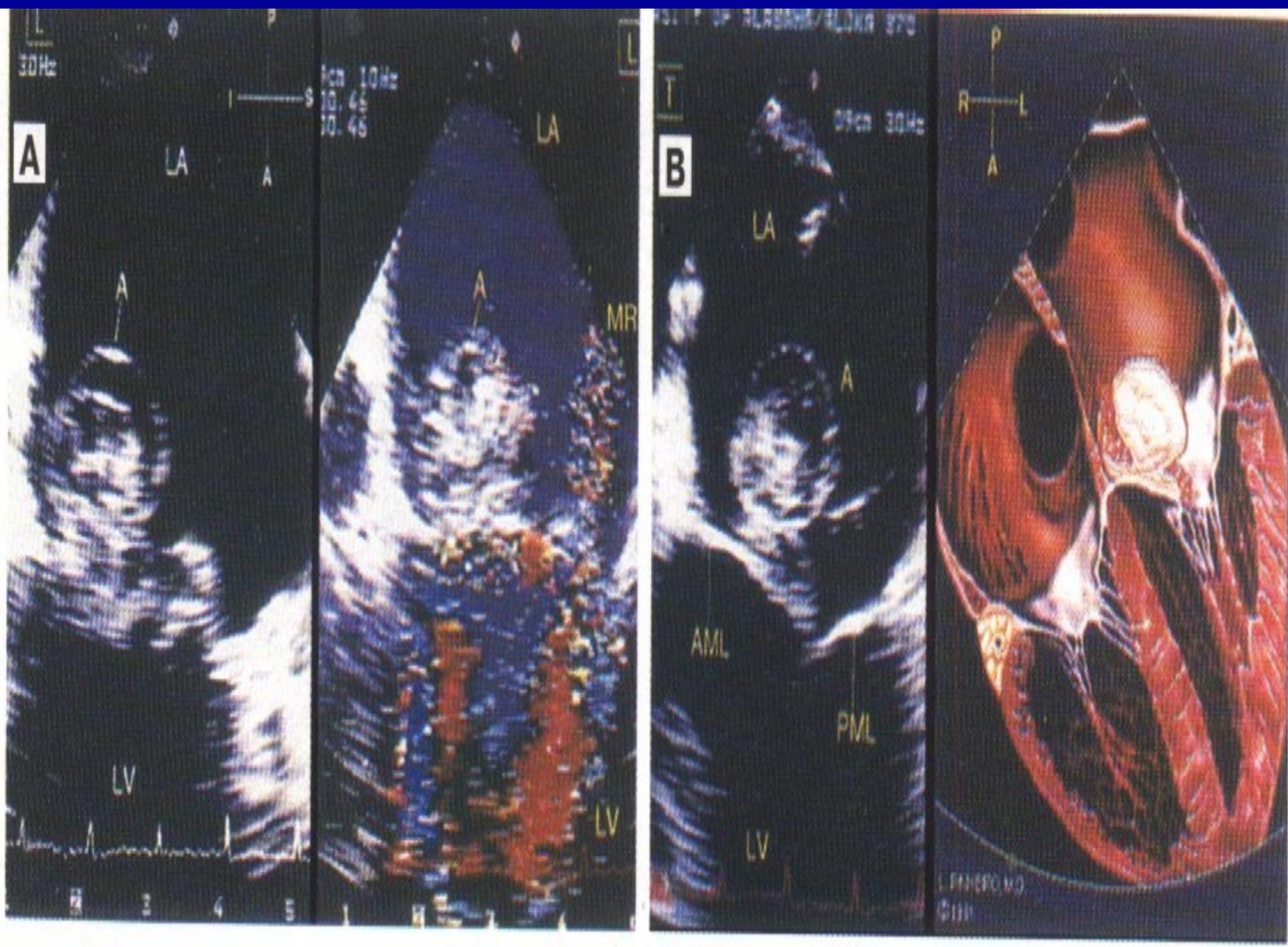
Чреспищеводные эхокардиограммы пациента с маленькой вегетацией (стрелки) на аортальном клапане. LA – левое предсердие; AO – аорта; LV – левый желудочек; RV – правый желудочек.



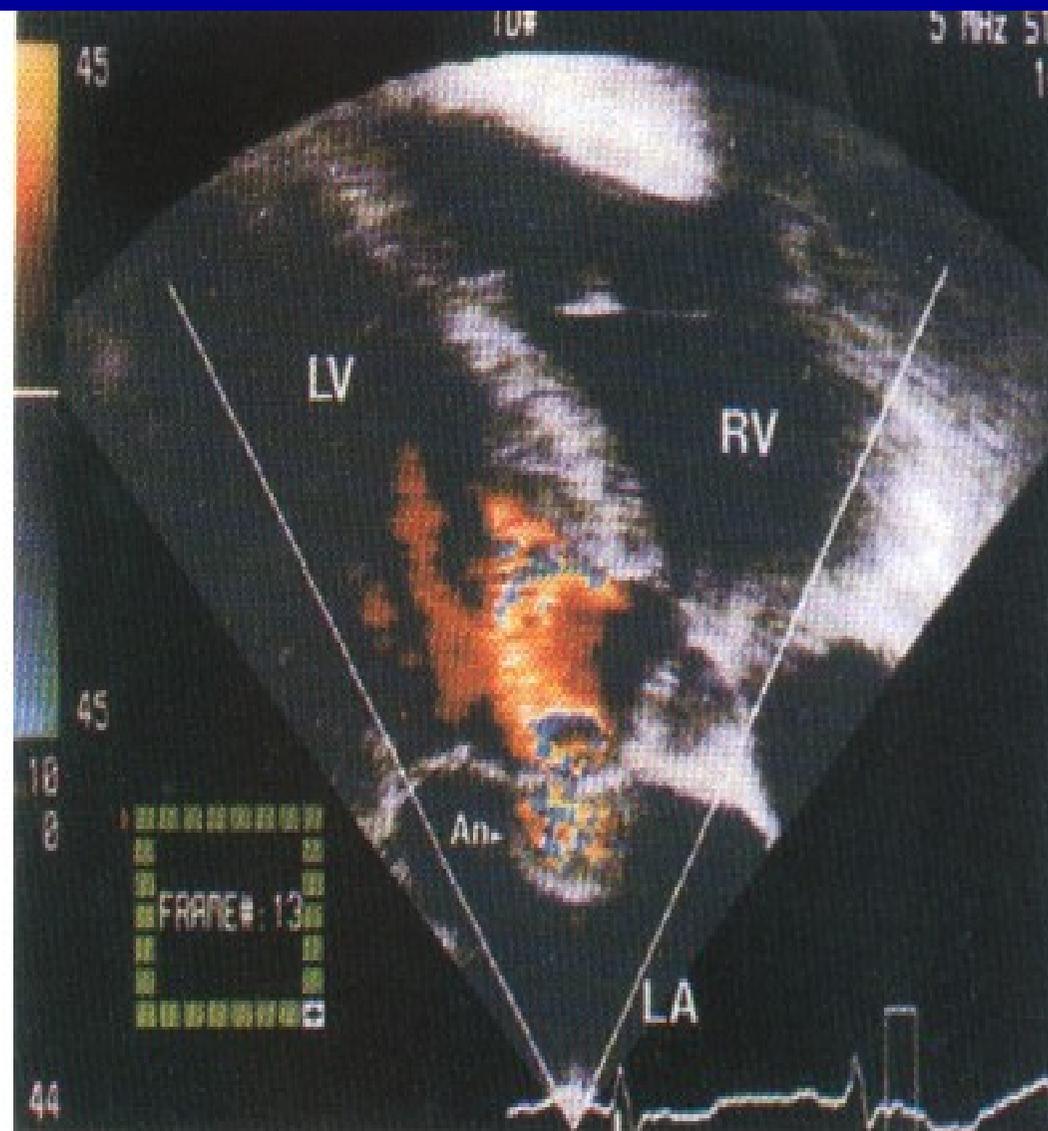
Веgetация на клапане легочной артерии, наблюдаемая при чреспищеводной эхокардиографии. Исследование в поперечном сечении (А) визуализирует вегетацию (Veg) в легочной артерии (РА). Исследование в продольном сечении (В) показывает вегетацию в выносящем тракте правого желудочка (RVOT). Ao – аорта; LVOT – выносящий тракт левого желудочка.



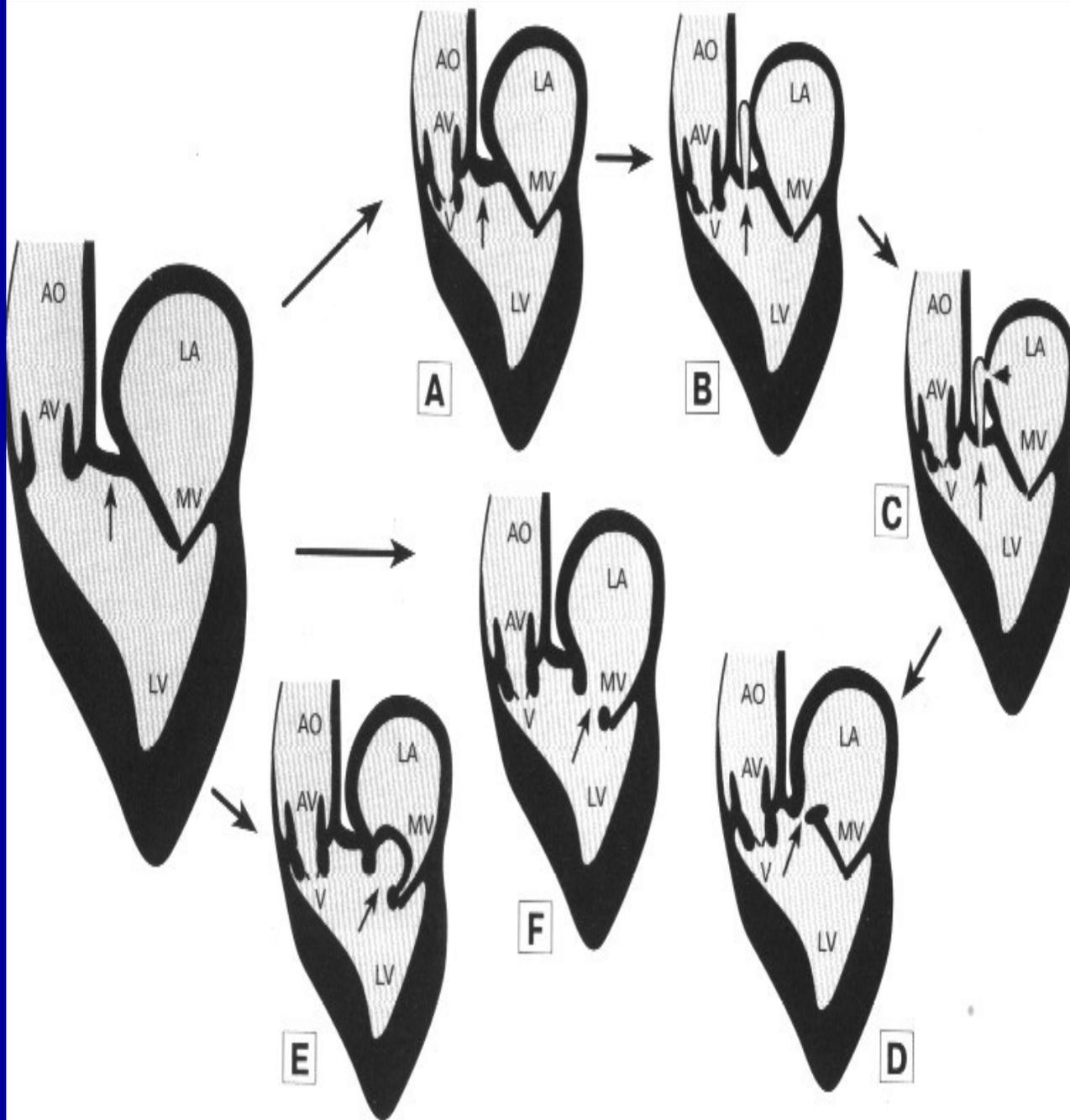
Чреспищеводная эхокардиограмма пациента с вегетациями (V) на аортальном клапане и парааортальным абсцессом (A). LA – левое предсердие; АО – аорта.



Чреспищеводные эхокардиограммы пациента с большим абсцессом митрального клапана (А), который виден как в продольном (L, А), так и в поперечном (Т, В) сечениях. При цветовой доплерографии (А, справа) регистрируется поток митральной регургитации (MR), рисунок (В, справа) иллюстрирует патологию. LA – левое предсердие; LV – левый желудочек; AML – передняя митральная створка; PML – задняя митральная створка.



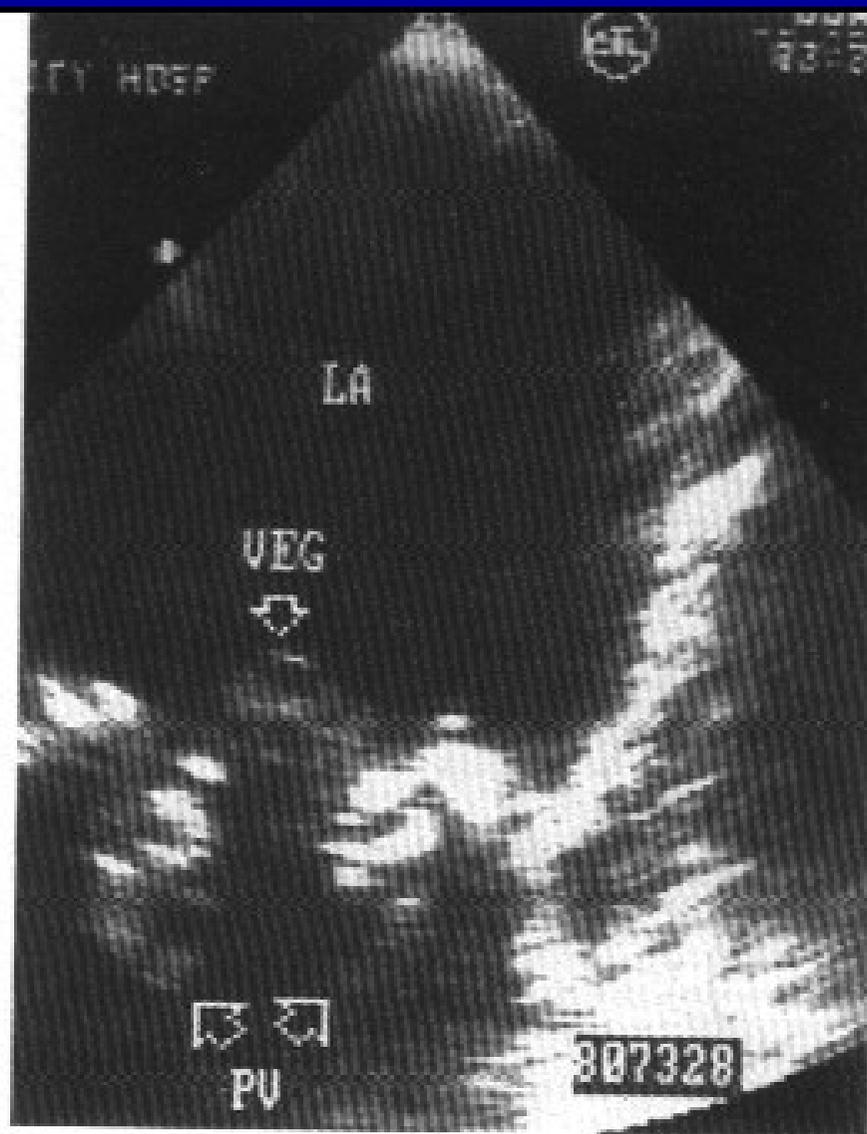
Чреспищеводная эхокардиограмма пациента с аневризмой митрального клапана (An) и его перфорацией вследствие эндокардита митрального клапана. LV – левый желудочек; RV – правый желудочек; LA – левое предсердие.



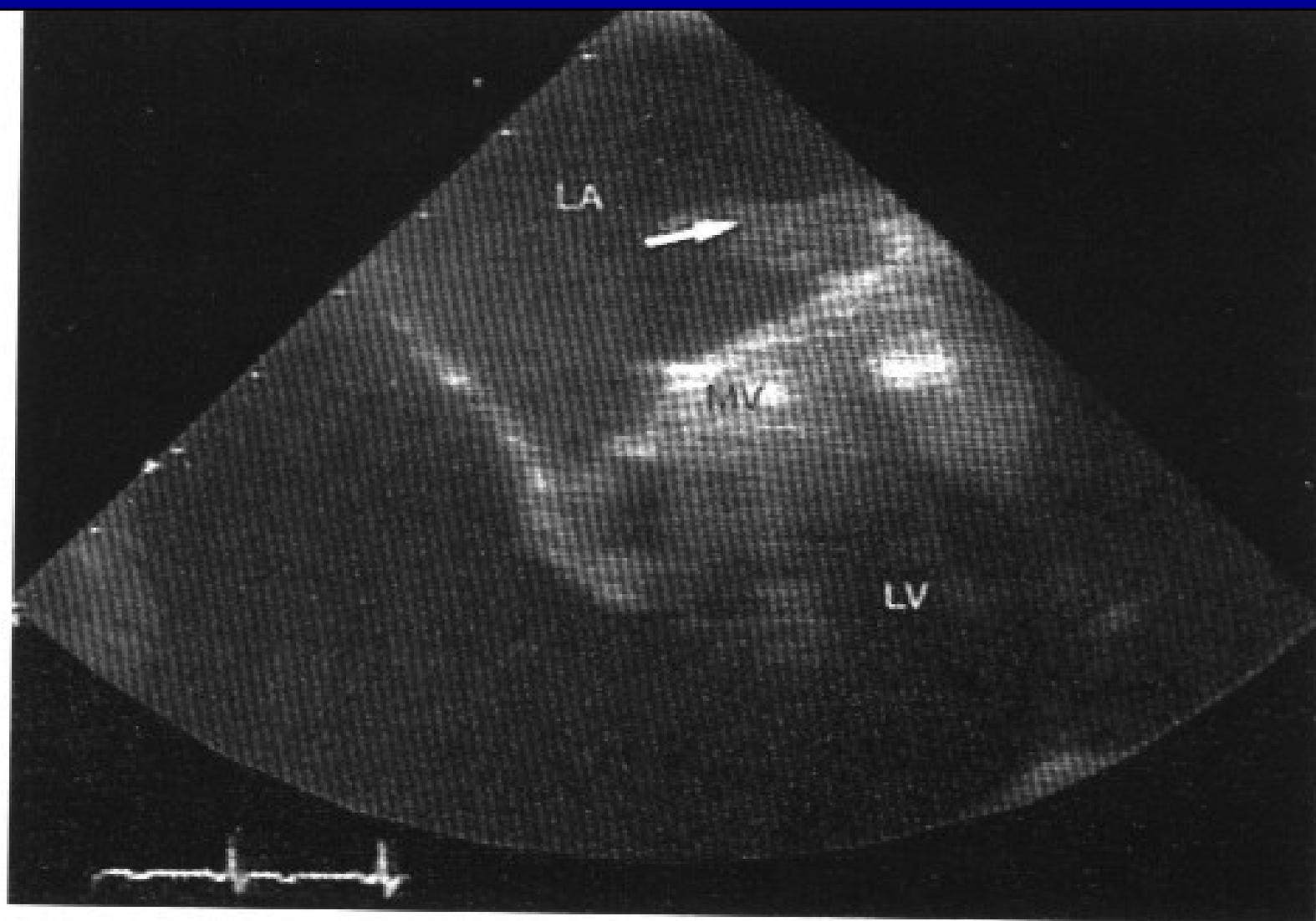
Схема, показывающая, каким образом при эндокардите могут образовываться аневризмы (В и Е), перфорации (D и F) и фистулы (С). АО – аорта; LA – левое предсердие; LV – левый желудочек; AV – аортальный клапан; MV – митральный клапан.



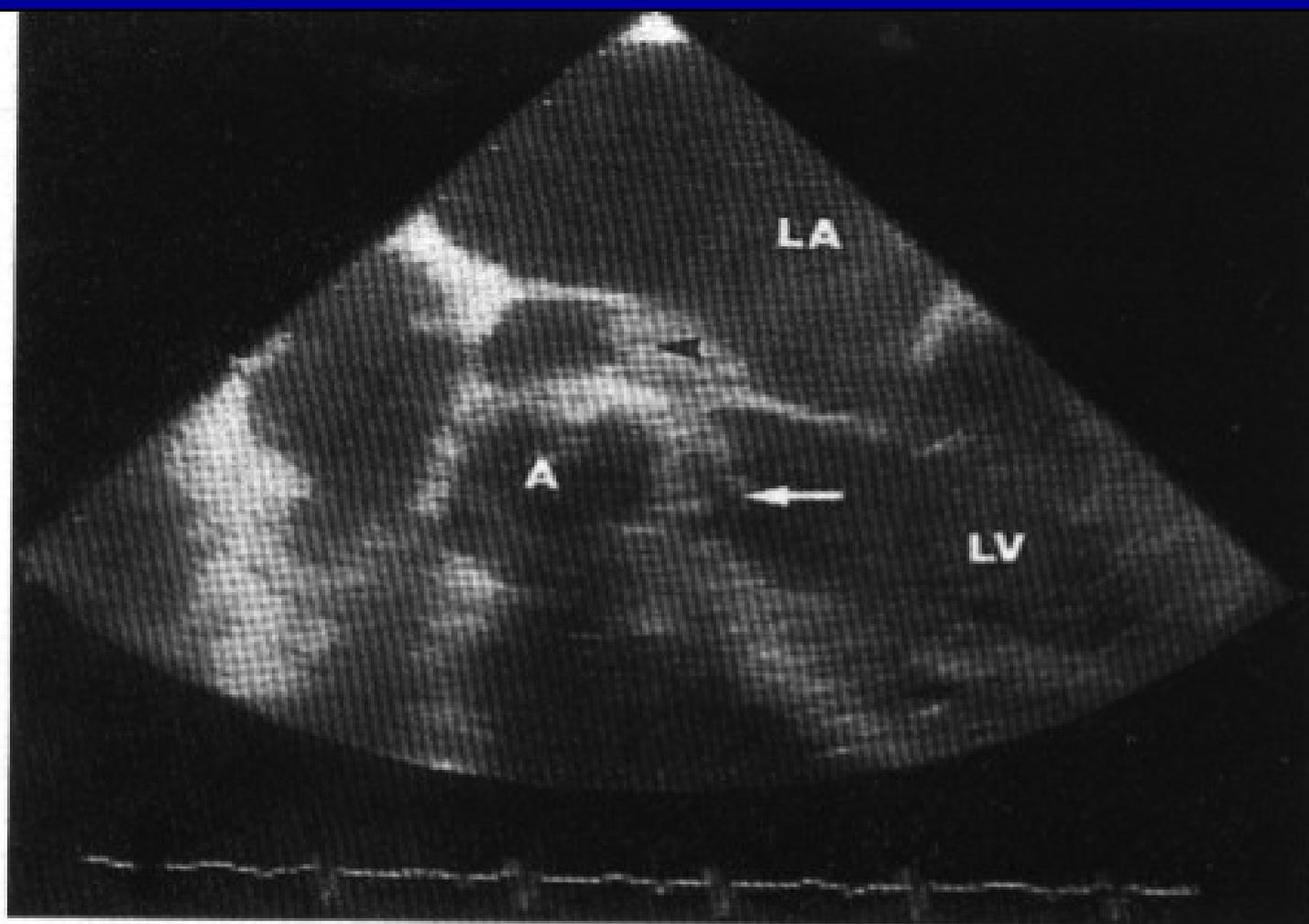
Двухмерная эхокардиограмма (парастеральная позиция по длинной оси) пациента с вегетацией (veg) на протезе аортального клапана (pv). LV – левый желудочек; LA – левое предсердие.



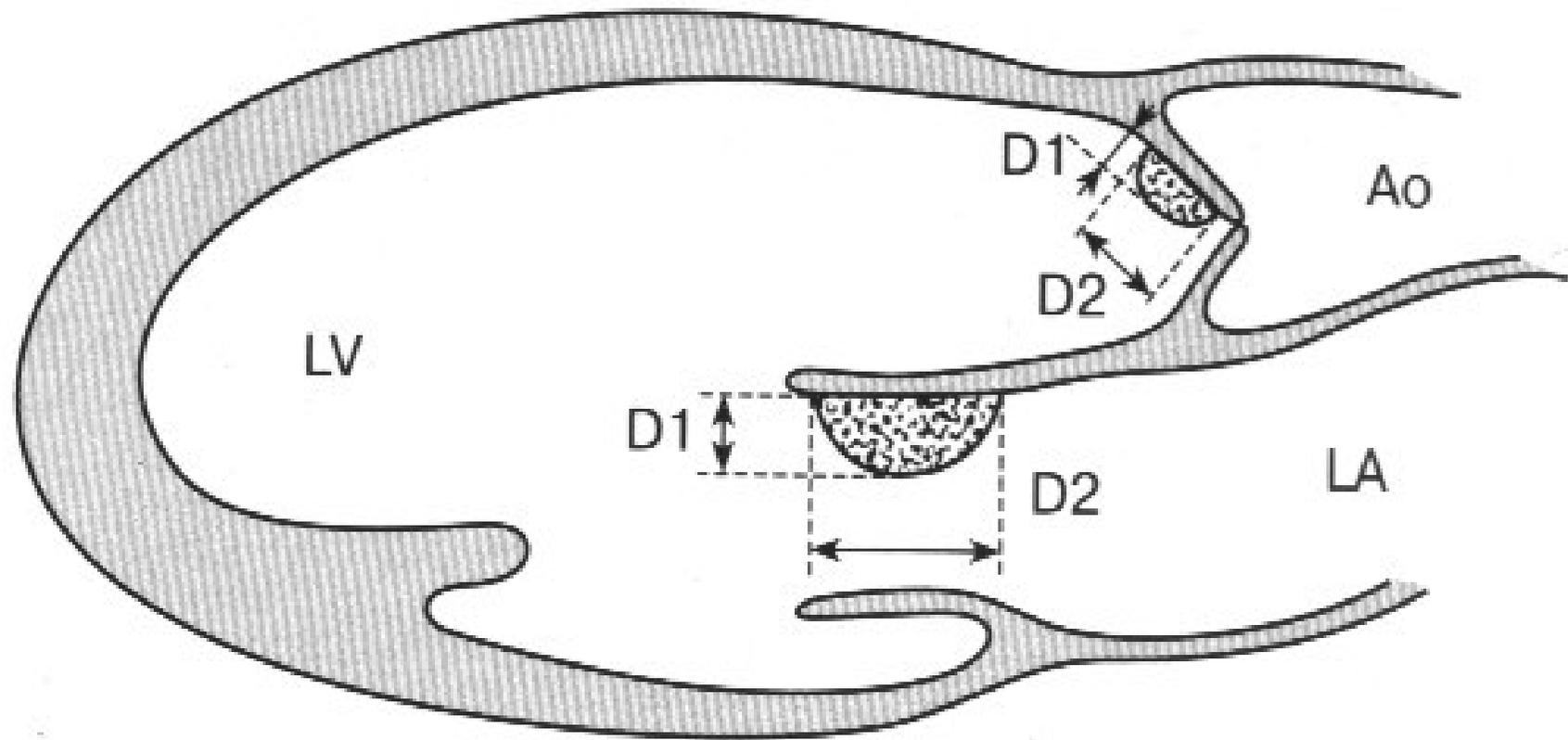
Чреспищеводная эхокардиограмма пациента с вегетацией (VEG) на свином протезе митрального клапана (PV). LA – левое предсердие.



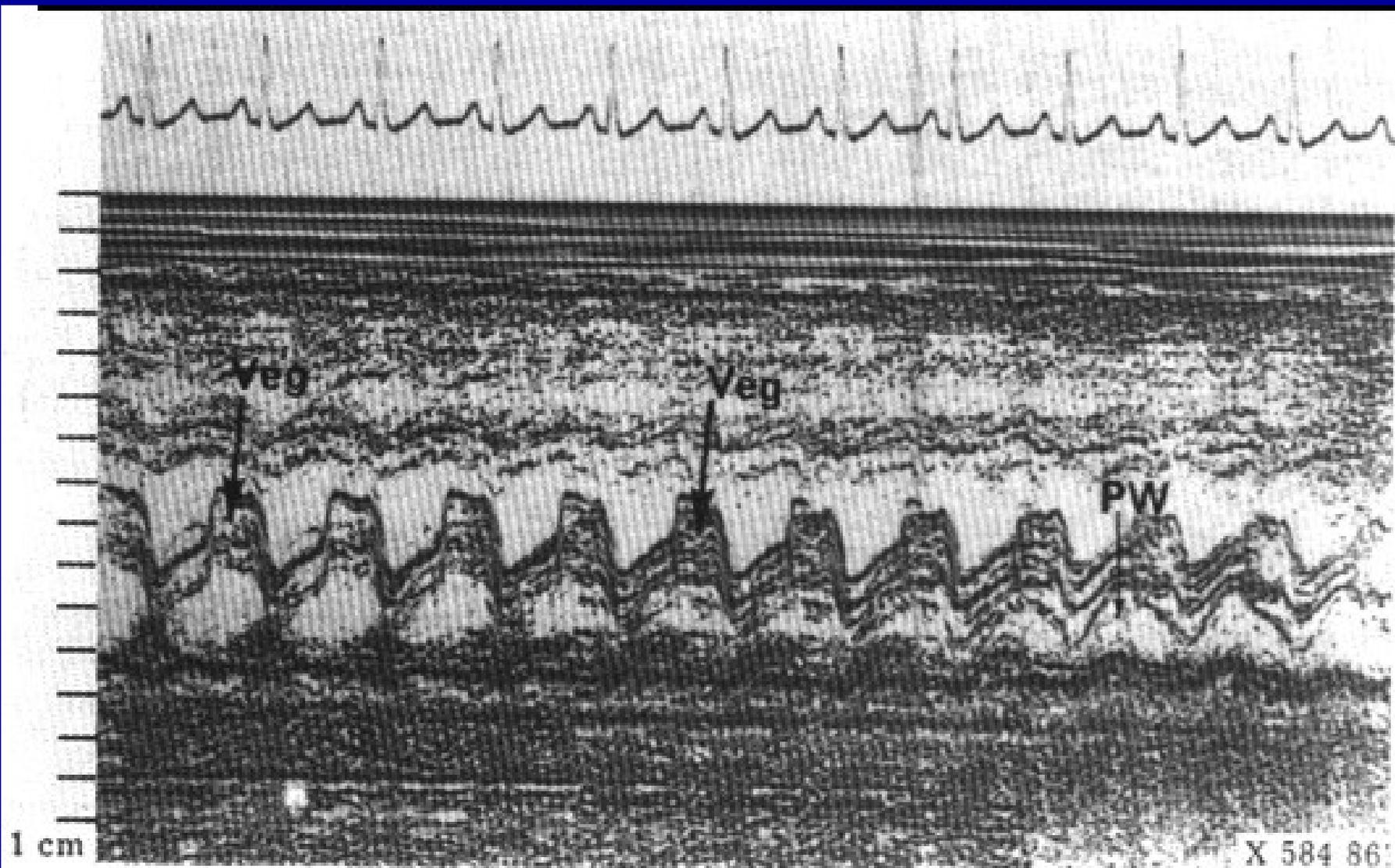
Большая вегетация (стрелка) на протезе митрального клапана (MV) со стороны левого предсердия, выявленная при чреспищеводной эхокардиографии. LA — левое предсердие; LV — левый желудочек.



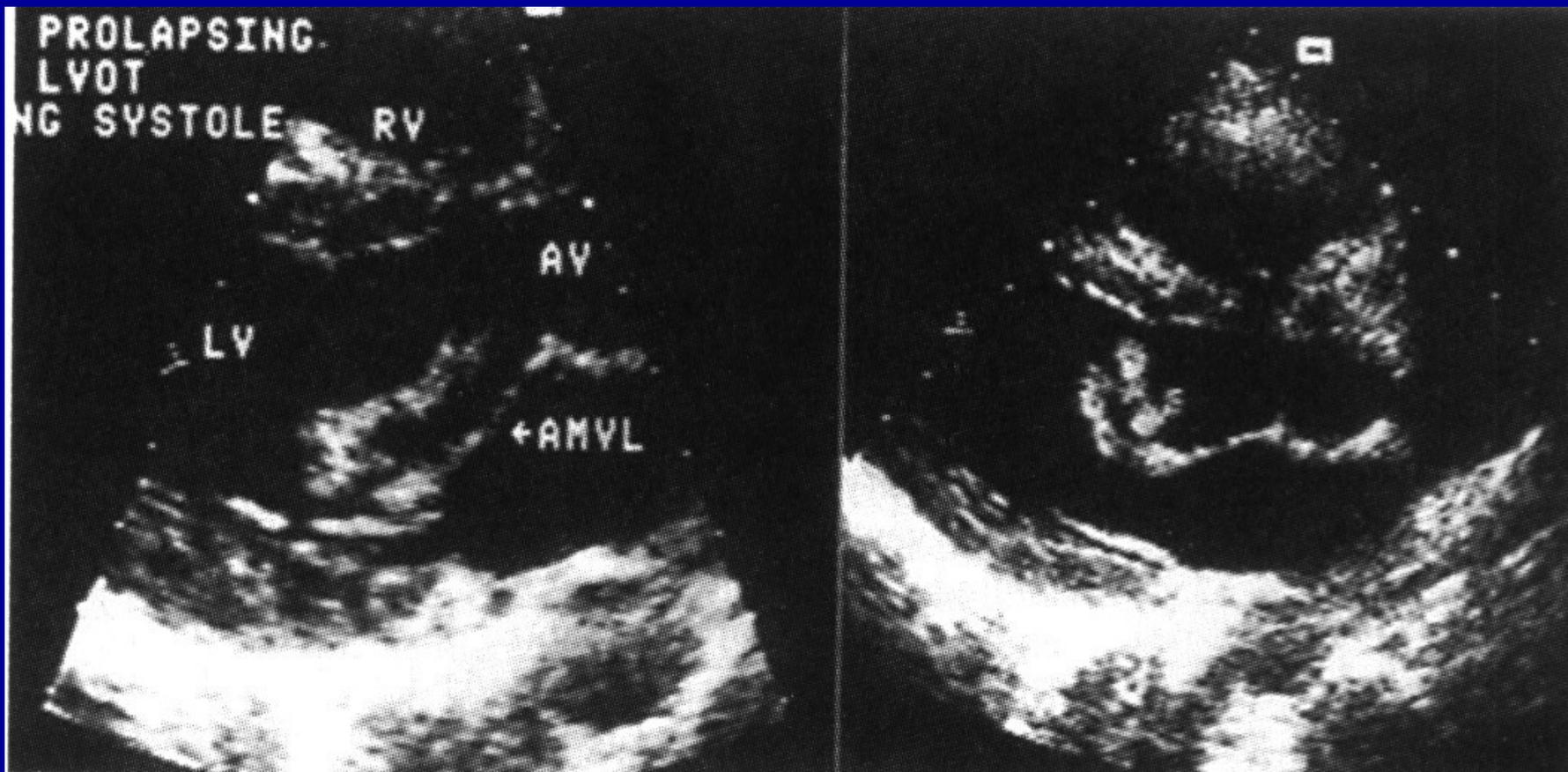
Чреспищеводная эхокардиограмма, показывающая вегетацию на протезе аортального клапана, выступающую в выносящий тракт левого желудочка (стрелка). Наблюдается также околоклапанный абсцесс (черная головка стрелки). А — протез аортального клапана; LA — левое предсердие; LV — левый желудочек.



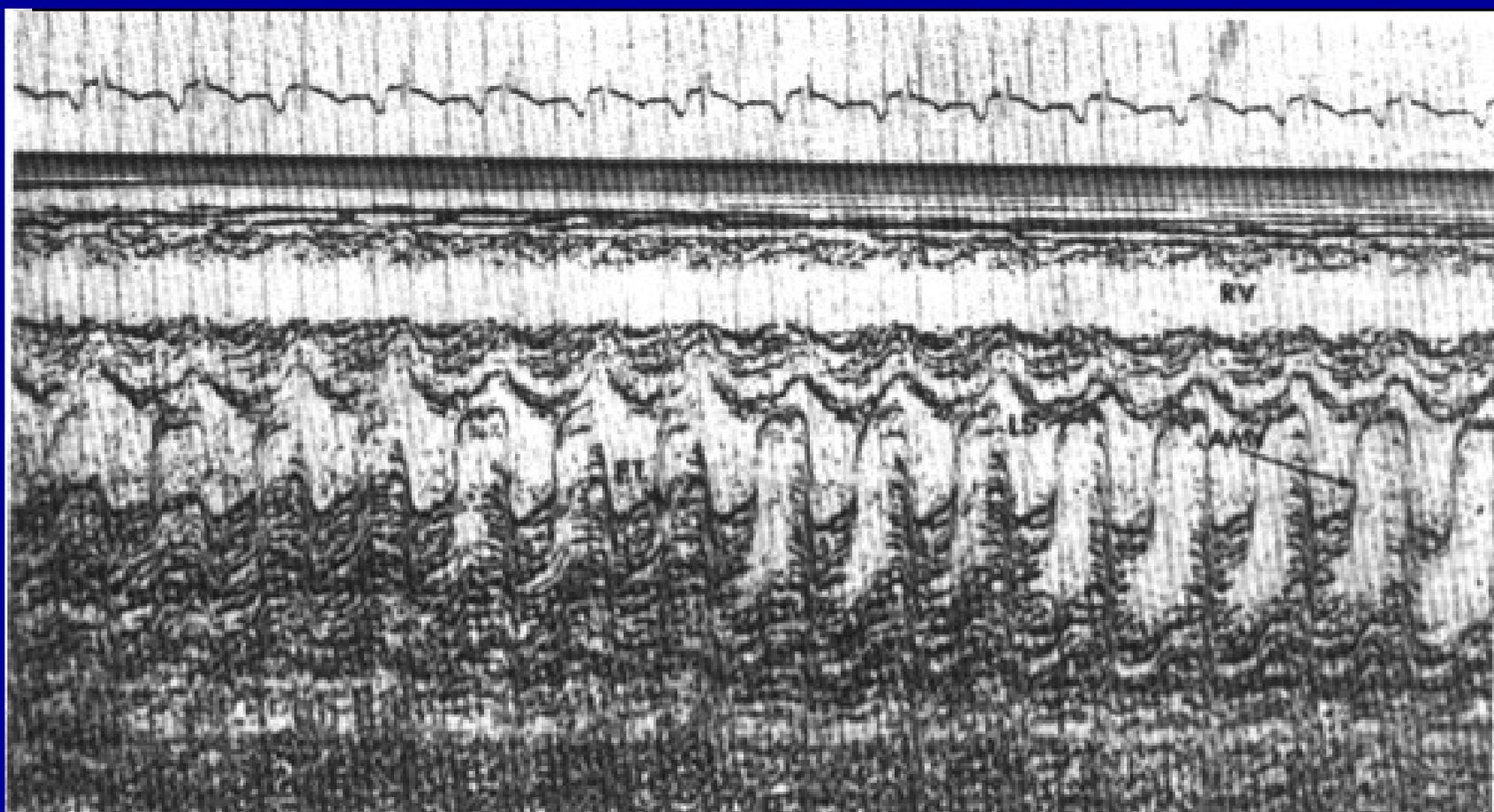
Схема, демонстрирующая, как можно измерять размер вегетаций, используя двухмерную эхокардиографию. D – диаметры; LV – левый желудочек; Ao – аорта; LA – левое предсердие.



M-эхокардиограмма митрального клапана пациента с небактериальной тромботической массой (Veg) на митральном клапане. PW — задняя стенка.



Двухмерные эхокардиограммы пациента с эндокардитом Либмана–Сакса, который проявляется большими подвижными эхогенными образованиями на митральном клапане. LV – левый желудочек; RV – правый желудочек; AV – аортальный клапан; AMVL – передняя створка митрального клапана. Prolapsing... – пролабирование в выносящий тракт левого желудочка во время систолы.



М-эхокардиограмма митрального клапана при эндокардите Лёффлера. Фибринозная тромботическая масса (FT) прикреплена к митральному клапану и обманчиво кажется эхосигналом от задней стенки левого желудочка. Полость левого желудочка уменьшена. Митральный кровоток затруднен. RV – правый желудочек; AMV – передняя створка митрального клапана; LS – левая перегородка.