

**\*Регургитации на  
клапанах  
ЭхоКГ оценка**

# \* Регургитации

## \* По этиологии:

Физиологические

Патологические

## \* По длительности существования:

Острая

Хроническая

# \* Различия физиологической и патологической регургитации

Признак	Физиологическая регургитация	Патологическая регургитация
Клапаны	не изменены	изменены
Камеры сердца	не расширены	могут быть расширены
Фаза возникновения	ранняя диастола (систола)	пандиастолический (пансистолический)
Распространение	около клапана (около створок)	более выраженное
Направление	центральное	может быть эксцентричное

# \* Частота встречаемости регургитации на клапанах у здоровых людей

\* TR - 65%

\* MR - 48 %

\* LA - 33 %

\* Ao - никогда

# \* Регургитация

\* Градация по степени:

небольшая (mild)

умеренная (moderate)

выраженная (severe)

\* Количественная оценка:

- объем регургитации
- площадь отверстия регургитации
- фракция регургитирующего объема
- фракция площади регургитации

# \* Последовательность оценки регургитации

1. Начинают с В - режима

- состояние клапанов: вегетации, вальвулит, кальциноз
- изменение объема камер сердца

2. Цветовой доплер

3. Импульсно-волновой доплер (PW) - точная локализация места регургитации

4. Постоянно-волновой доплер (CW) - оценка градиента давления

# \* Митральная регургитация

\* МР - это обратный ток крови в систолу из левого желудочка в левое предсердие.

Типы МР:

Физиологическая

Патологическая

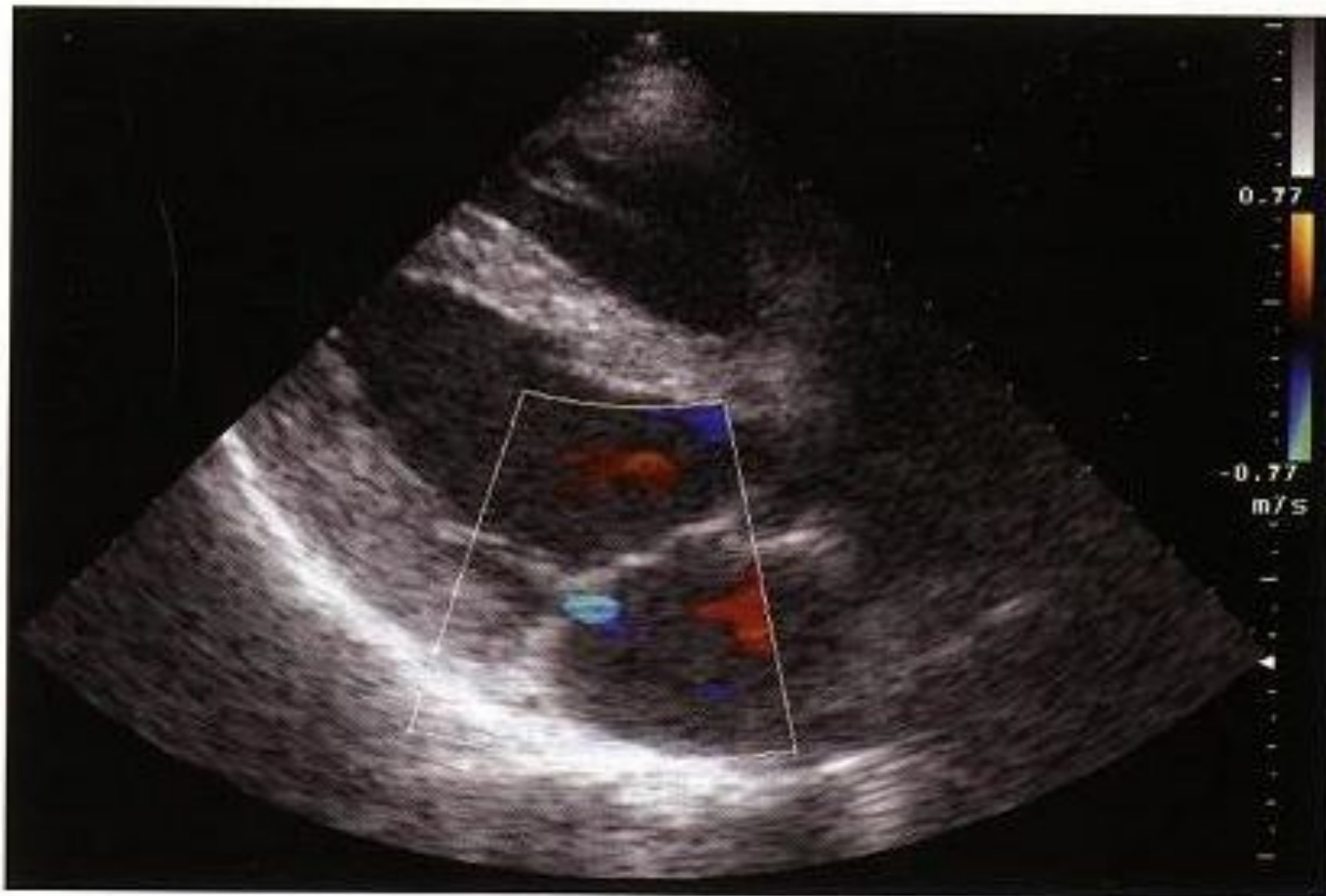
## \* Физиологическая митральная регургитация

В норме вследствие разницы давления между ЛЖ и ЛП в систолу существует физиологическая регургитация

Физиологическая регургитация соответствует первой степени и гемодинамически не является значимой.  
Физиологическая регургитация хорошо визуализируется при цветовом доплеровском картировании



- \* Физиологическая митральная регургитация в режиме цветового доплера. Парастернальная позиция



# \* Патологическая митральная регургитация

\* Ревматизм

\* Пороки сердца

\* Дегенеративные изменения МК

\* Дилатация митрального фиброзного кольца

\* Инфаркт миокарда

\* Системные заболевания соединительной ткани

\* Инфекционный эндокардит

\* ДКМП

## \* Факторы, влияющие на регургитацию

### 1. Гемодинамические:

- податливость стенок ЛЖ
- величина давления в ЛП (чем выше  $P$ , тем больше регургитация)
- системное АД

### 2. Анатомические:

- состояние створок клапанов (толщина створок, характер движения)
- состояние подклапанных структур (хорд, папиллярных мышц)
- направление регургитирующей струи (может быть боковой, упирающийся в стенку ЛП)

### 3. Технические: характеристика, настройка прибора

# \* Гемодинамика при митральной регургитации

- \* При патологической МР происходит постепенная компенсаторная дилатация ЛП и ЛЖ, при этом степень дилатации зависит от степени регургитации.
- \* Давление в левых отделах сердца увеличивается. Страдает систолическая функция ЛЖ. В том случае, если возникла высокая степень острой МР (отрыв створки вследствие ОИЭ, травмы и т.д.), напряжение в стенке ЛЖ возрастает, резко повышается давление в ЛП, развивается острая дисфункция ЛЖ. При значительной МР возрастает скорость диастолического трансмитрального потока из-за увеличения объема крови, проходящей через клапан. На этом основании у данной категории больных часто ошибочно диагностируют митральный стеноз.

# \* Технология проведения исследования. В и М - режимы

Косвенные ЭхоКГ признаки МР:

- 1) дилатация левых отделов сердца
- 2) дилатация левого фиброзного атриовентрикулярного кольца
- 3) кальциноз левого фиброзного атриовентрикулярного кольца и основания задней створки МК
- 4) нарушение целостности хордального аппарата
- 5) патологические изменения со стороны створок МК
- 6) нарушение систолической функции ЛЖ



Таблица 9

### Нормативные показатели и пороговые значения размеров/объемов предсердий

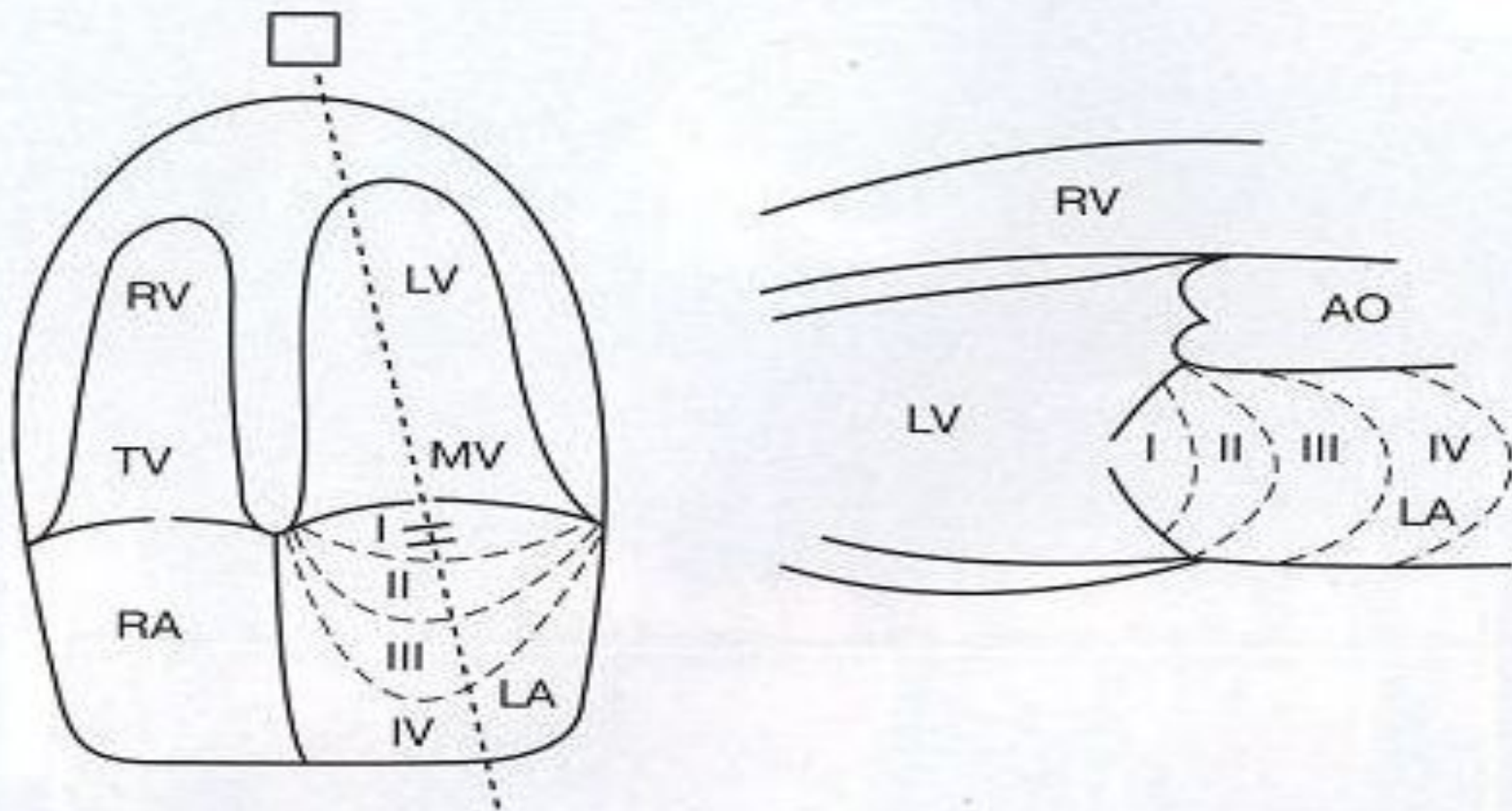
	Женщины				Мужчины			
	Норма	Незначительное нарушение	Умеренное нарушение	Выраженное нарушение	Норма	Незначительное нарушение	Умеренное нарушение	Выраженное нарушение
Линейные размеры предсердий								
Размер ЛП (см)	2,7–3,8	3,9–4,2	4,3–4,6	≥4,7	3,0–4,0	4,1–4,6	4,7–5,2	≥5,2
Размер ЛП/ППТ (см/м <sup>2</sup> )	1,5–2,3	2,4–2,6	2,7–2,9	≥3,0	1,5–2,3	2,4–2,6	2,7–2,9	≥3,0
Малый диаметр ПП (см)	2,9–4,5	4,6–4,9	5,0–5,4	≥5,5	2,9–4,5	4,6–4,9	5,0–5,4	≥5,5
Малый диаметр ПП/ППТ (см/м <sup>2</sup> )	1,7–2,5	2,6–2,8	2,9–3,1	≥3,2	1,7–2,5	2,6–2,8	2,9–3,1	≥3,2
Площадь предсердия								
Площадь ЛП (см <sup>2</sup> )	≤20	20–30	30–40	>40	≤20	20–30	30–40	>40
Объемы предсердия								
Объем ЛП (мл)	22–52	53–62	63–72	≥73	18–58	59–68	69–78	≥79
<b>Объем ЛП/ППТ (мл/м<sup>2</sup>)</b>	<b>22 ± 6</b>	<b>29–33</b>	<b>34–39</b>	<b>≥40</b>	<b>22 ± 6</b>	<b>29–33</b>	<b>34–39</b>	<b>≥40</b>

**Примечание:** показатели, выделенные **жирным шрифтом**, наиболее валидны и рекомендованы к применению.

## \* Импульсно-волновой доплер

Оптимальными позициями для диагностики МР являются апикальная четырех- и пятикамерная позиции и парастернальная позиция, длинная ось ЛЖ.

Контрольный объем установить в ЛП под створками МК. При этом регистрируется турбулентный систолический поток, начинающийся за щелчком - закрытием МК.



**Рис. 7.11.** Схема определения степени митральной регургитации в режиме импульсного доплера. RV – правый желудочек, LV – левый желудочек, RA – правое предсердие, LA – левое предсердие, TV – трикуспидальный клапан, MV – митральный клапан.

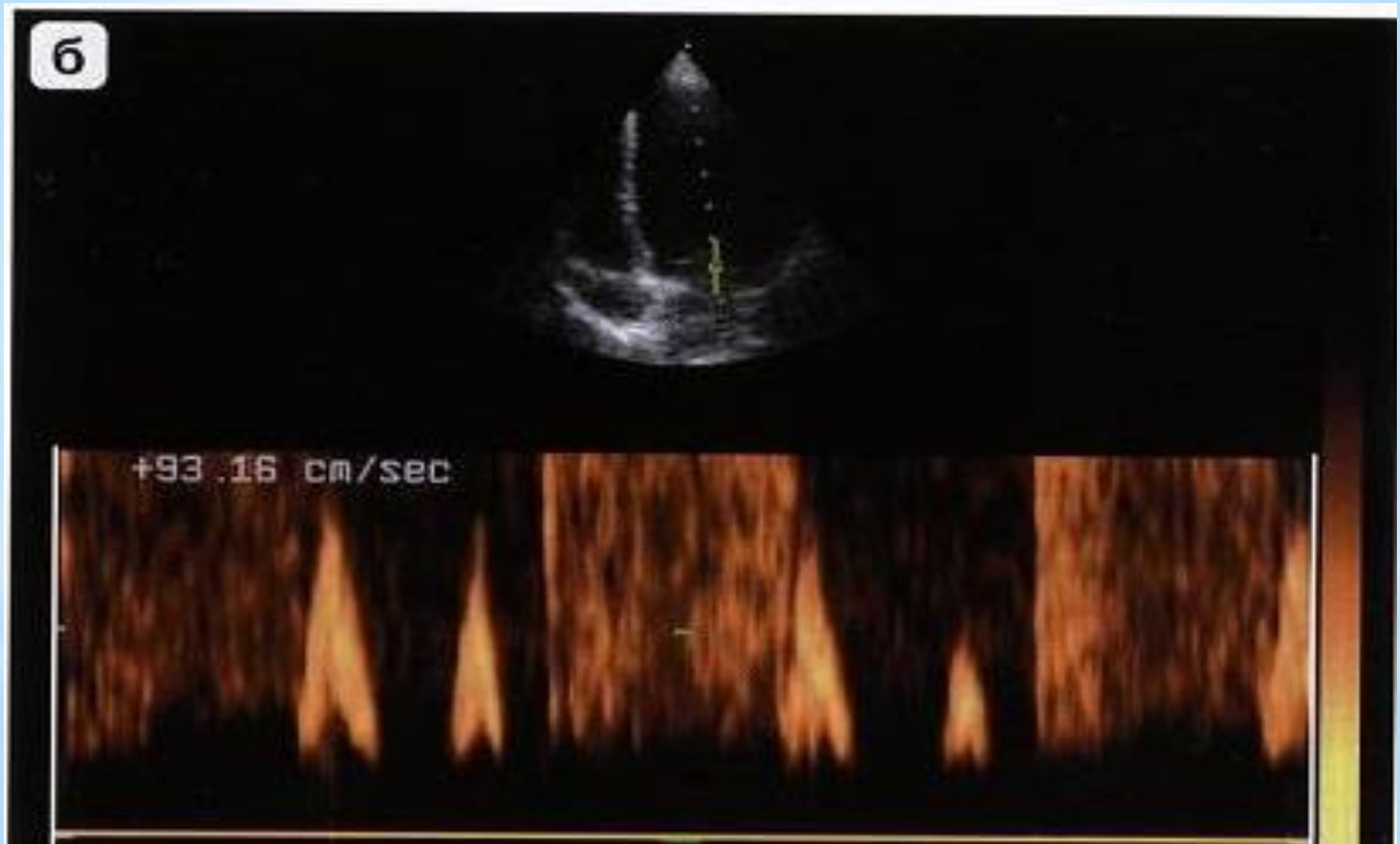


Чем больше скорость потока, тем больше интенсивность спектра. Если МР незначительная или умеренная, то турбулентный поток в импульсном режиме регистрируется ниже базовой линии и может занимать первую половину систолы или всю систолу.

При высокой скорости потока МР происходит искажение спектра, и поток может регистрироваться выше и ниже базовой линии.

В ряде случаев не удастся зарегистрировать струю регургитации, несмотря на косвенные ее признаки (дилатация ЛП). В данном случае желательно «картировать» предсердие, перемещая контрольный объем вдоль МПП и боковой стенки ЛЖ, так как струя может быть направлена эксцентрично.

\* Поток МР в режиме импульсного доплера



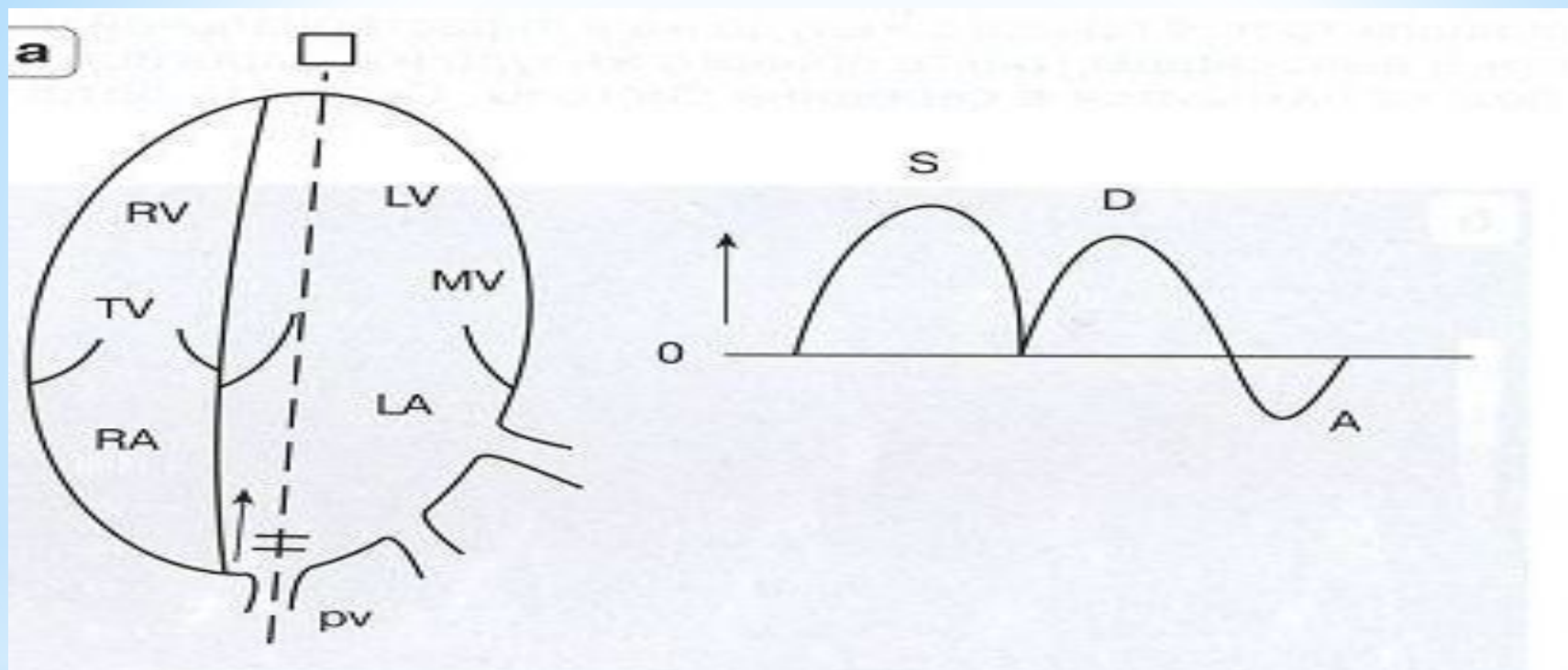
## \* Оценка тяжести МР с помощью импульсной доплерографии

Тяжесть митральной регургитации	Глубина потока в левое предсердие
незначительная	< 2 см в ЛП
умеренная	до середины ЛП
значительная	до конца ЛП

# \*PW - доплер

- \* Оценка изменения сигнала потока в легочных венах:  
систолическая скорость меньше диастолической скорости  
или даже выявление реверсного систолического потока

\* **Нормальный поток из легочной вены, зарегистрированной в режиме импульсного доплера**



а- схема установки контрольного объема при трансторакальной регистрации потока в легочной вене в апикальной позиции.

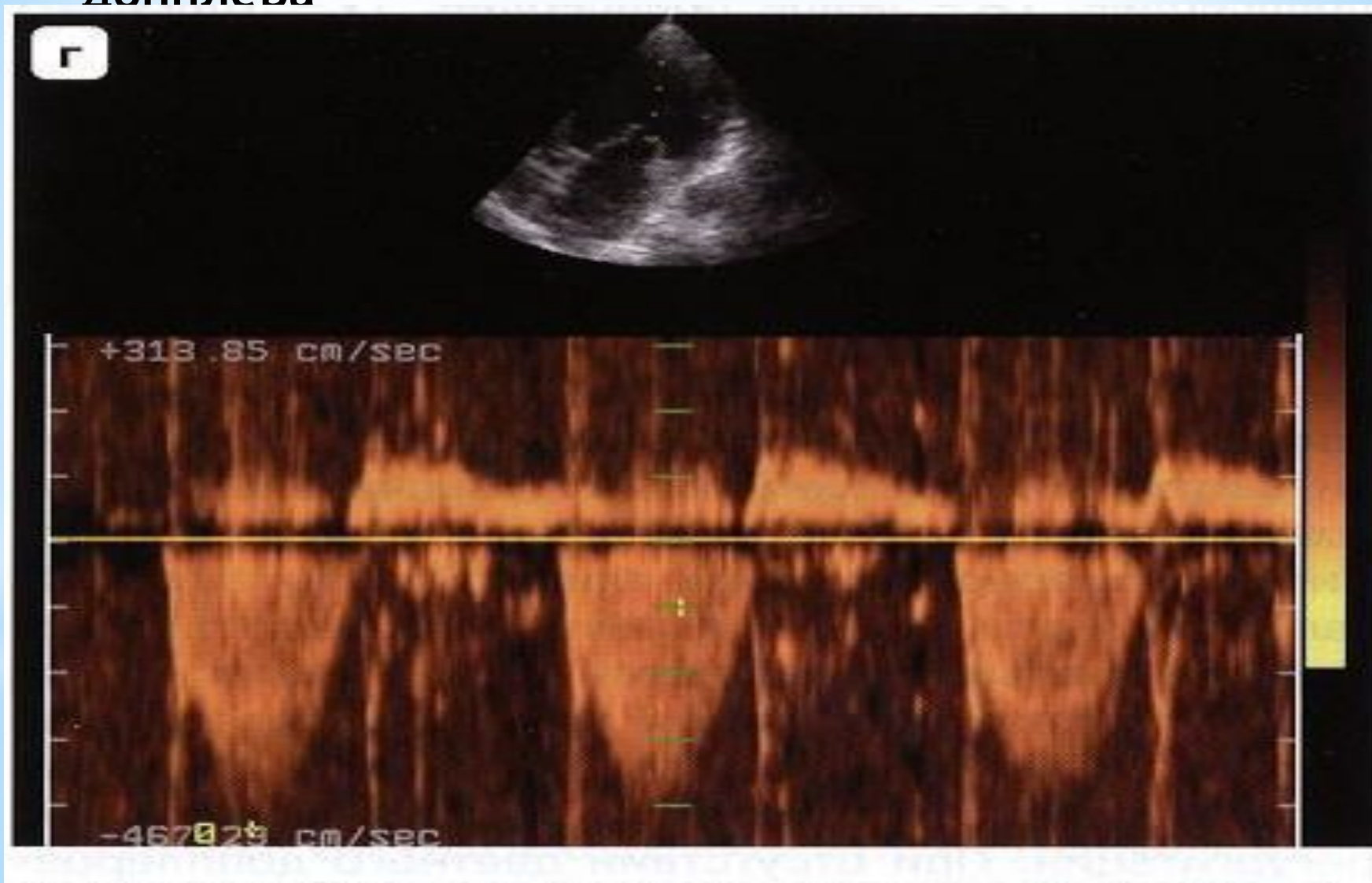
Регистрируется систолическая, диастолическая и предсердная фазы потока

# \* Непрерывноволновой доплер

- \* Режим CW доплера позволяет четко зарегистрировать весь поток МР, измерить его скорость, с помощью уравнения Бернулли рассчитать разницу давления между камерами в систолу, определить характер регургитации (острая или хроническая) и по интенсивности спектра судить о ее значимости.
- \* Курсор непрерывноволнового доплера проводят в апикальной четырех- или пятикамерной позиции через створки МК и поток регургитации. На графике поток МР будет располагаться ниже базовой линии и занимает всю систолу. Поток острой МР имеет форму буквы V. Пик скорости смещен в первую половину систолы. Для хронической МР характерна равнобедренная форма потока



\* **Выраженная МР в режиме непрерывноволнового доплера**



# \* Цветовой доплер

Критерии оценки МР по процентному соотношению площади струи к площади ЛП

I степень < 20 % (незначительная)

II степень - 20-40 % (умеренная)

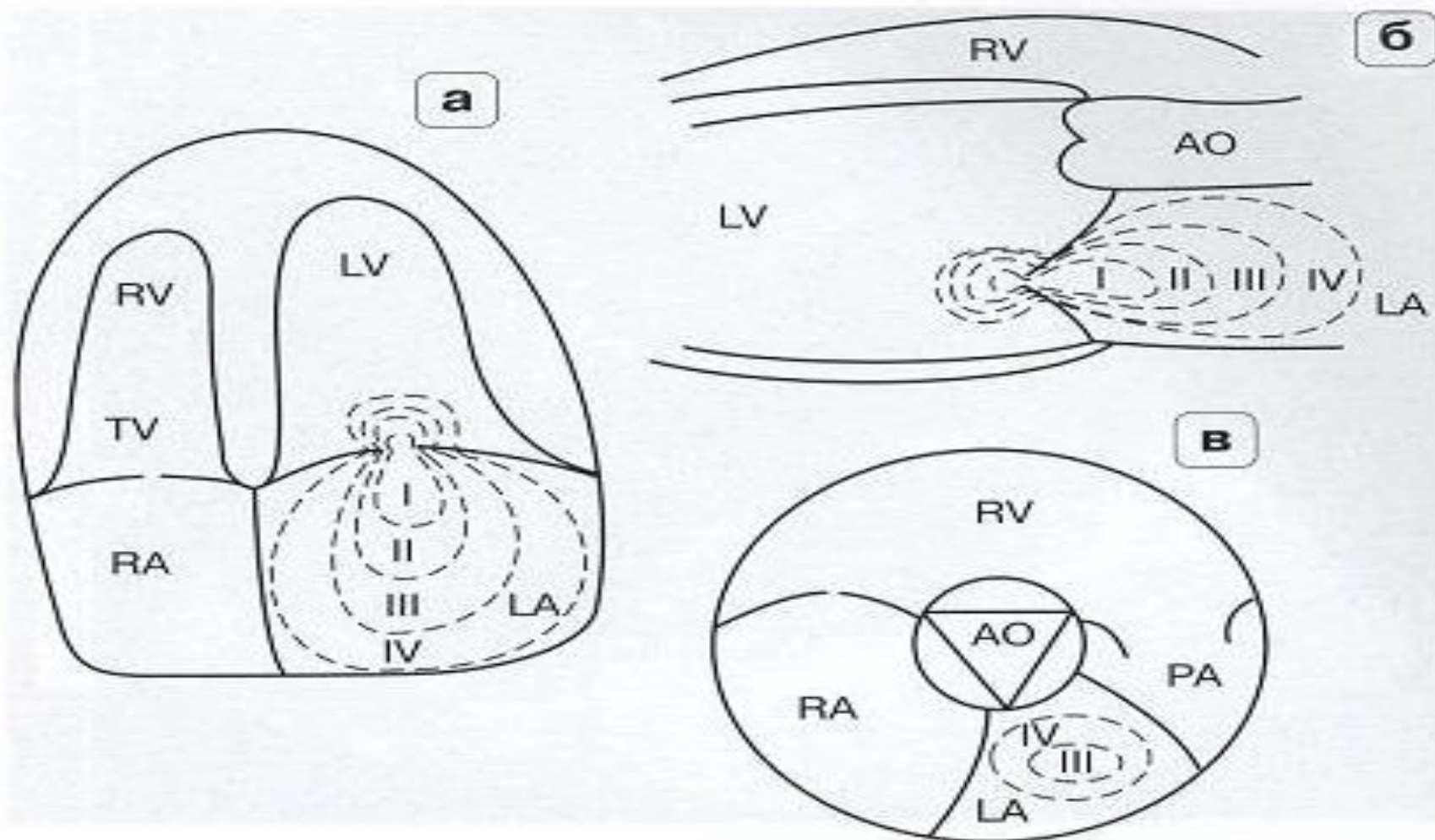
III степень - 40-80 % (значительная)

IV степень - > 80 % (тяжелая)

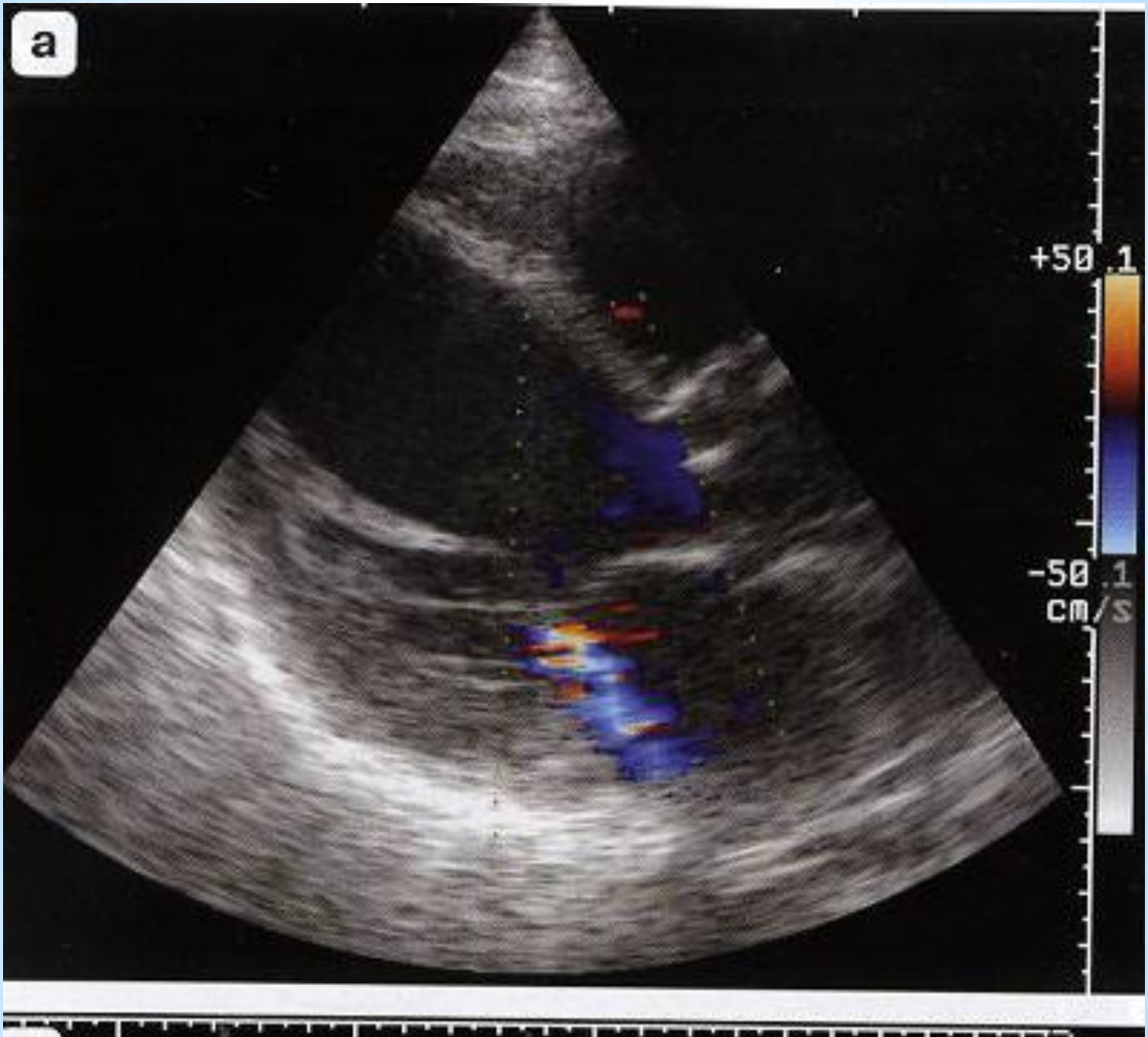


\* Оценка тяжести МР с помощью цветного доплеровского картирования (по степени заполнения полости ЛП потоком МР можно судить о тяжести МР)

Тяжесть МР	Площадь потока, см <sup>2</sup>	Объем потока в % от площади ЛП
Незначительная	< 4	< 25
Умеренная	4-8	25-50
Значительная	> 8	> 50

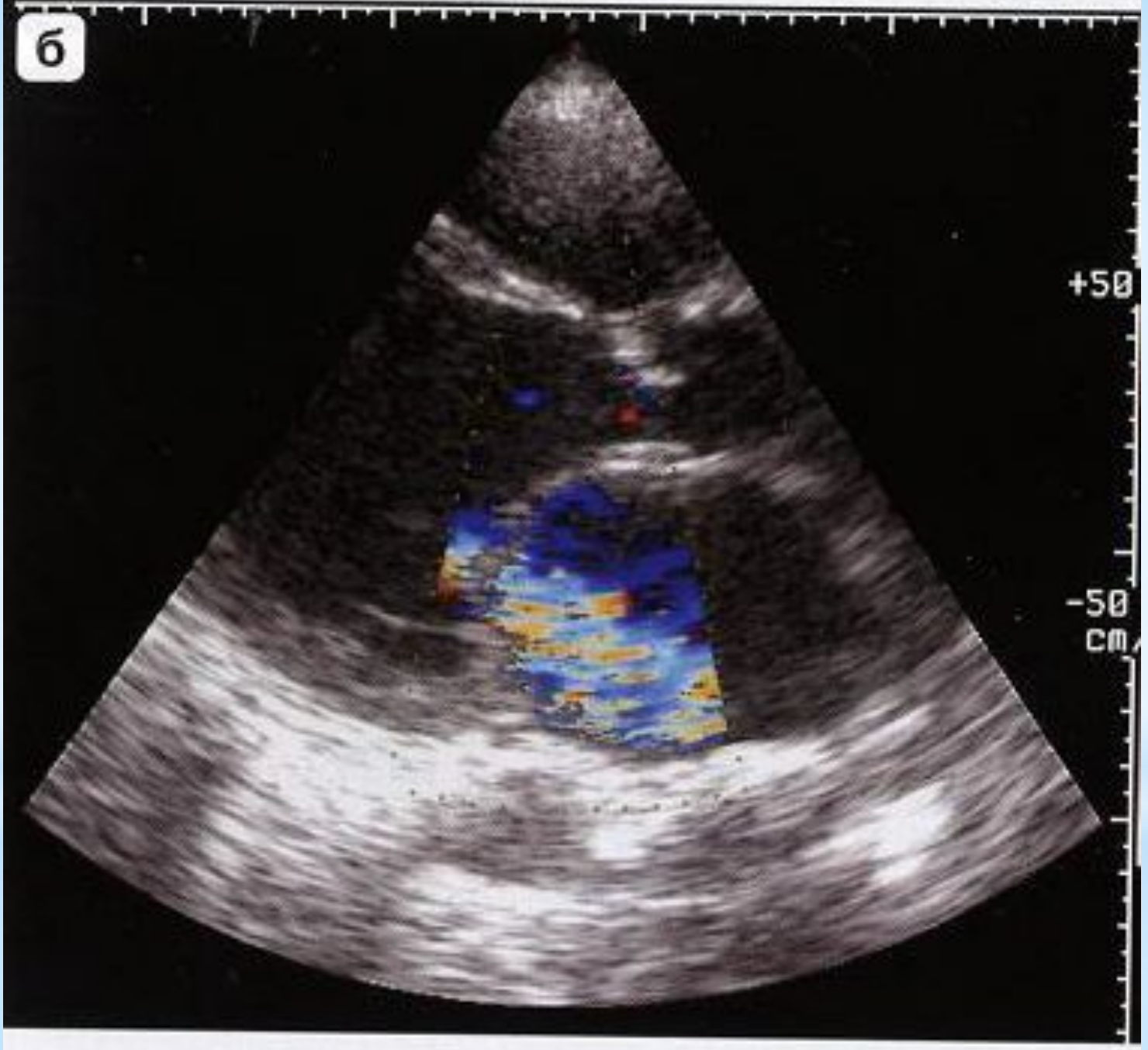


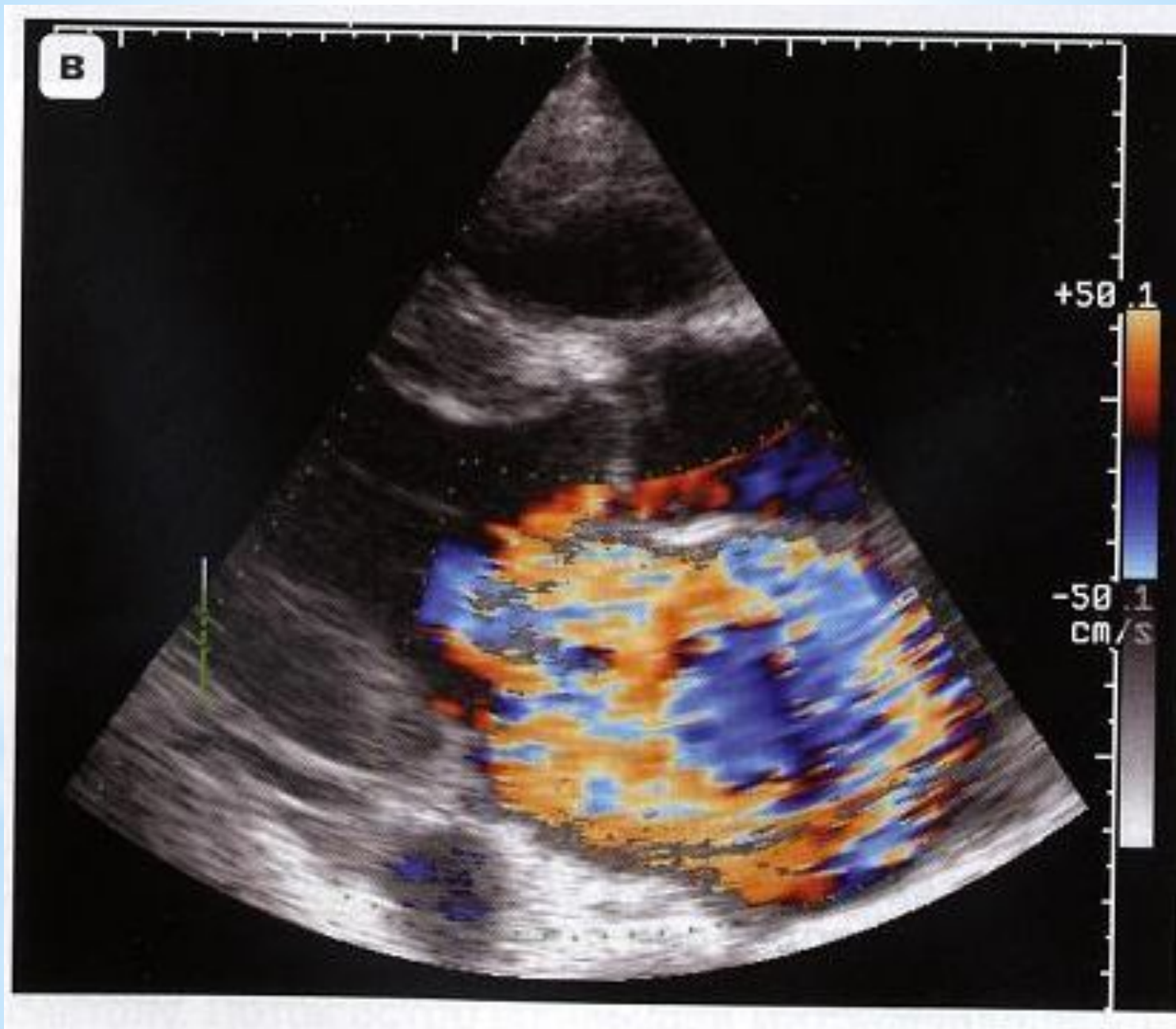
**Рис. 7.15.** Схема оценки степени митральной регургитации в режиме цветного доплера. а – апикальная четырехкамерная позиция, б – парастеральная позиция, длинная ось левого желудочка, в – парастеральная позиция, короткая ось аортального клапана.

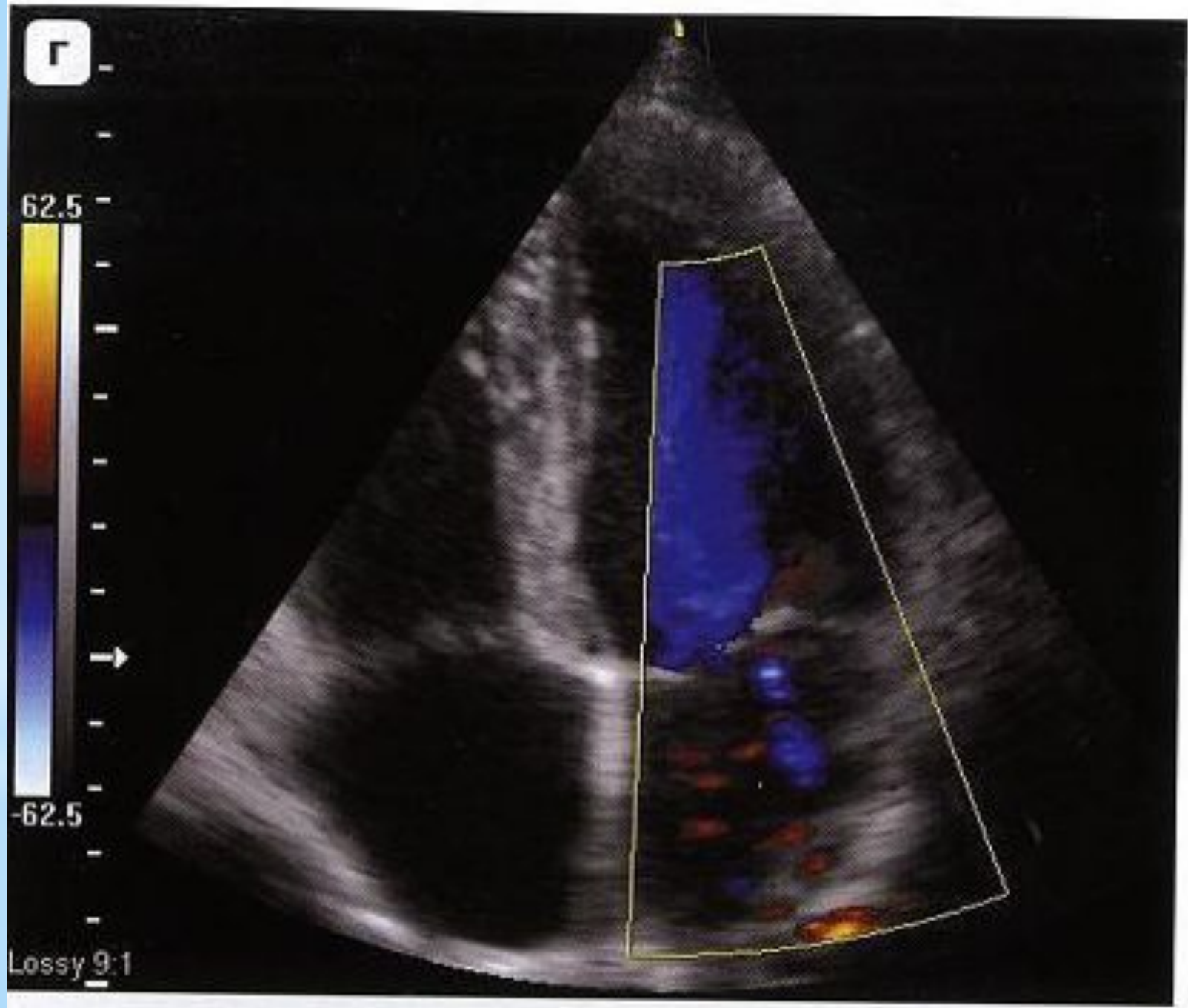




6

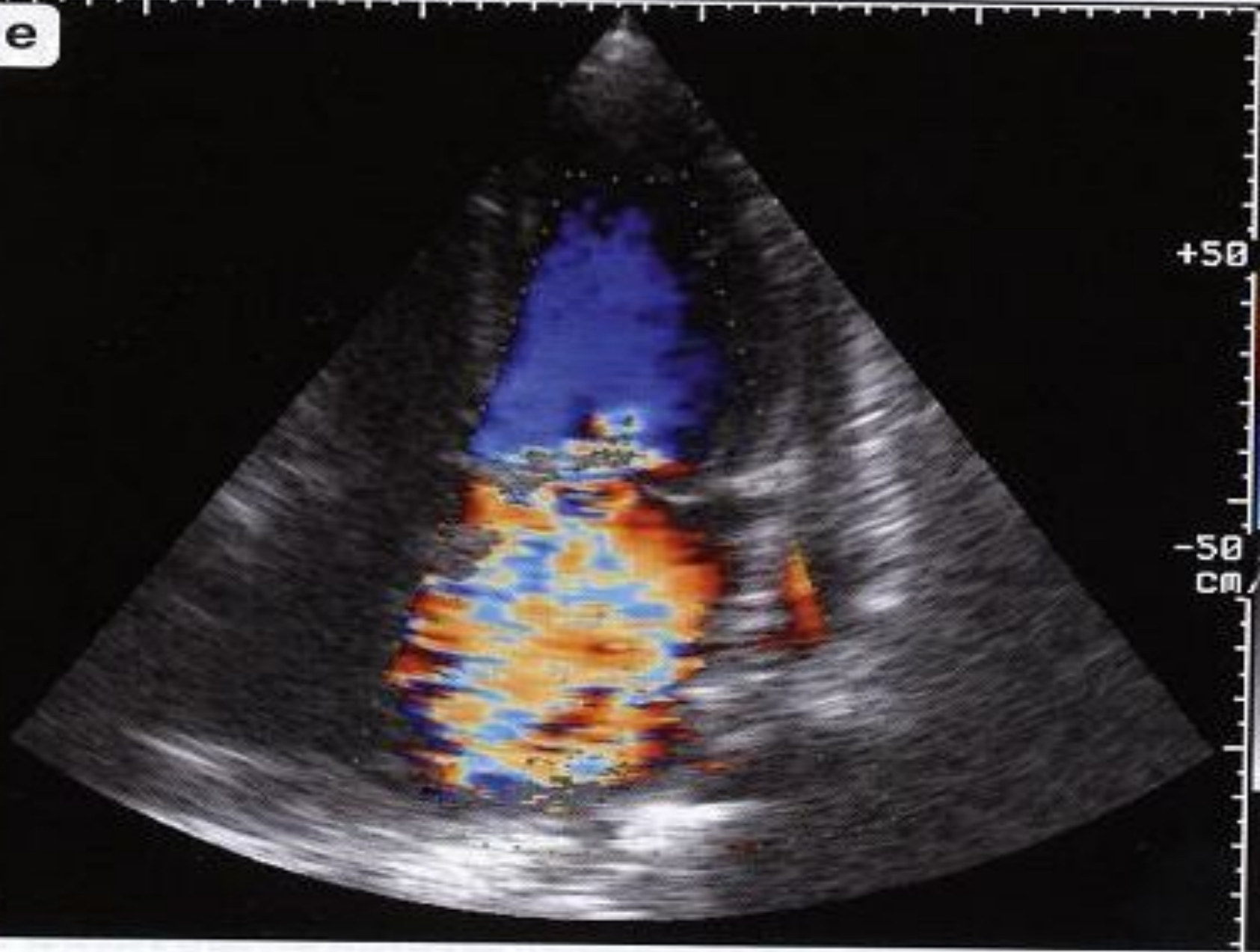








e



# \* Критерии оценки МР по площади струи регургитации

\* I степень - 1-4 см<sup>2</sup>

\* II степень - 4-7 см<sup>2</sup>

\* III степень - 7-10 см<sup>2</sup>

\* IV степень - > 10 см<sup>2</sup>



\* Критерии оценки степени МР по радиусу проксимальной части струи регургитации (proximal isovelocity surface area - PISA)

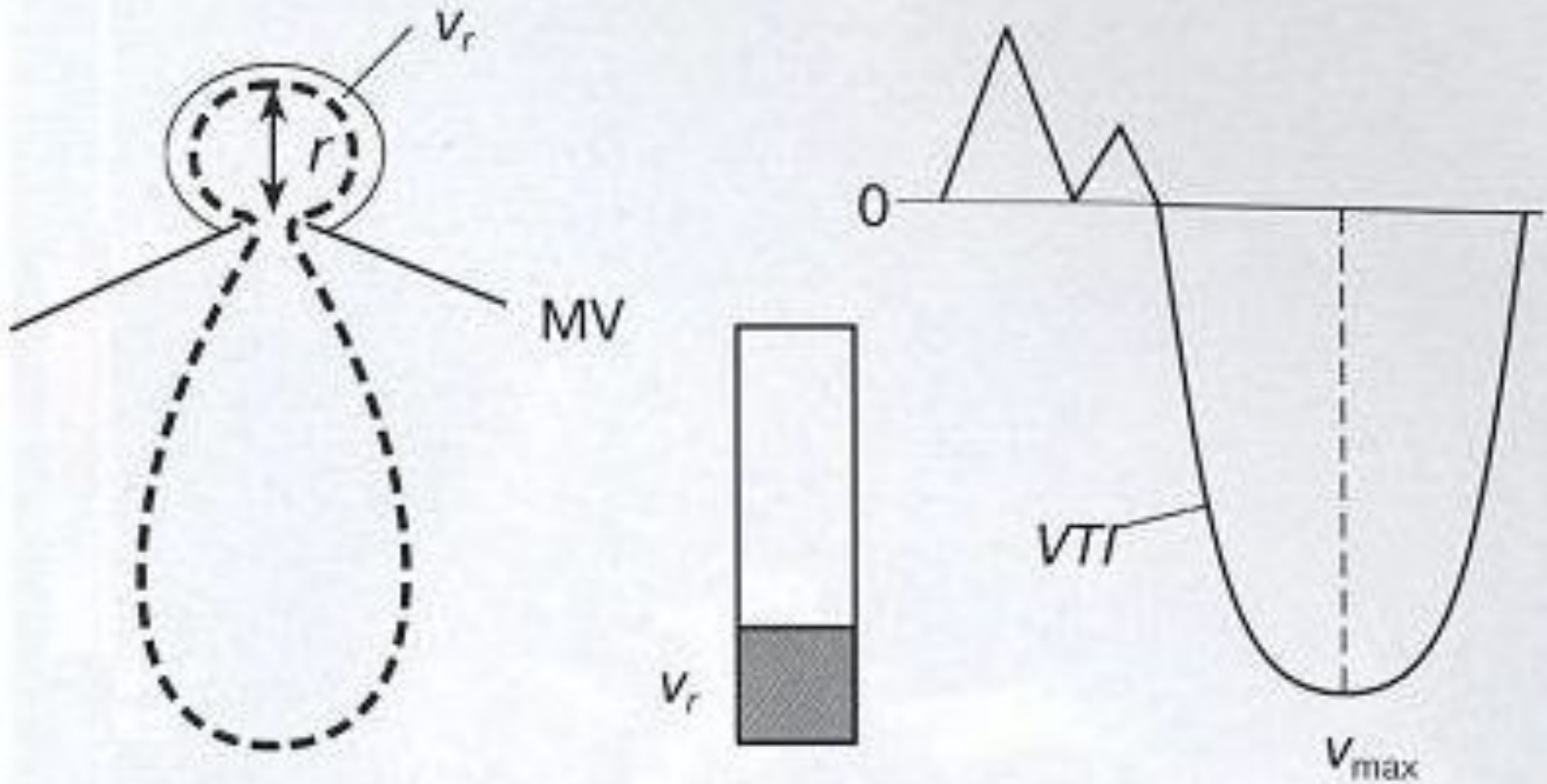
\* Площадь проксимальной струи регургитации (PISA) =  $2\pi r^2$ , где  $r$  - радиус проксимальной струи регургитации

\* Радиус проксимальной части струи МР позволяет косвенным образом судить о тяжести поражения клапана. Чем больше радиус проксимальной части струи регургитации, тем она более гемодинамически значимая.

1) PISA  $r < 5$  мм - незначительная МР

2) PISA  $r = 6-9$  мм - умеренная МР

3) PISA  $r > 9$  мм - значительная МР



\* Схема расчета регургитирующего объема с учетом объема проксимальной струи регургитации



**Рис. 7.21.** Расчет PISA (цветовой доплер). Увеличенное изображение (ZOOM-режим).

## \* Критерии оценки МР по ширине минимальной части сходящегося потока (vena contracta)

- \* Данное измерение проводят в том месте, где поток регургитации устремляется в полость ЛП под створками МК и имеет наименьшую ширину. В зависимости от полученного измерения судят о тяжести МР
- \*  $VC < 3$  мм - незначительная МР
- \*  $VC = 3 - 6$  мм - умеренная МР
- \*  $VC > 6$  мм - значительная МР





**Рис. 7.23.** Измерение минимальной части сходящегося потока (vena contracta) (стрелки).

- \* Расчетные методы оценки регургитации
- \* Эффективная площадь отверстия регургитации и ее объем
- \* Основанный на «уравнении непрерывного потока»

\* **Эффективная площадь отверстия регургитации и ее объем.**

\* Измерить радиус цветной полусферы

\* Рассчитать площадь проксимальной струи регургитации  $S_{Pisa} = 2\pi r^2$ , где  $r$  - радиус проксимальной струи регургитации

\* Измерить максимальную скорость потока регургитации и интеграл потока регургитации

\* Рассчитать объем МР:  $V_{MR} = S \times V_{TIMR}$

## \* **Количественная оценка МР по уравнению непрерывного потока**

- \* Величина объема регургитирующей крови может быть ориентировочно оценена по разности величин общего УО, поступающего через МК и УО, поступающего в аорту, исходя из уравнения непрерывности потока:  
 $УО_{МК} = УО_{АК}$
- \*  $УО = VTI \times S$ , где  $VTI$  - интеграл линейной скорости (соответственно, митрального и аортального потоков),  $S$  - площадь поперечного сечения отверстия (соответственно, МК и АК),
- \* Объем МР (мл) =  $УО_{МК} - УО_{АК}$
- \* Для оценки трансмитрального диастолического кровотока измерить диаметр митрального кольца и интеграл потока, записанного импульсным доплеровским режимом, с расположением контрольного объема строго на уровне измерения диаметра
- \* Для оценки трансаортального потока измерить диаметр выходного тракта ЛЖ возле клапана и интеграл потока, также записанного импульсным режимом с соответствующим расположением контрольного объема



## \* Фракция регургитации

$$\text{ФР (\%)} = \text{Объем МР} / \text{УОмк}$$

\* I степень - объем МР < 30 мл, ФР < 30 %

\* II степень - объем МР = 30-59 мл, ФР = 30-49%

\* III - IV степень - объем МР ≥ 60 мл, ФР ≥ 50%

## \* Алгоритм оценки МР (качественный анализ)

Незначительная МР	Выраженная МР
Нормальные размеры ЛЖ и ЛП	Дилатация ЛП и ЛЖ
Радиус проксимальной части струи МР (PISA) - менее 4 мм	Радиус проксимальной части струи МР (PISA) - более 9 мм
Площадь проксимальной струи регургитации $S$ = менее 4 см <sup>2</sup>	Площадь проксимальной струи регургитации $S$ = более 7 см <sup>2</sup>
Критерии оценки МР по ширине минимальной части сходящегося потока (vena contracta) VC менее 3 мм	Критерии оценки МР по ширине минимальной части сходящегося потока (vena contracta) VC более 6 мм
Критерии оценки МР по процентному соотношению площади струи к площади ЛП: менее 20 %	Критерии оценки МР по процентному соотношению площади струи к площади ЛП: более 40%
МК без изменений Пик А преобладает	Патологические изменения МК Пик Е преобладает

## \* Ошибки в диагностике МР

Пространственное расположение потока МР зависит от нескольких составляющих и, таким образом, не вполне точно отражает настоящий объем регургитации. Поток МР может быть недооценен или даже не выявлен, если он является эксцентричным. Этой ошибки можно избежать, если сканировать всё ЛП, располагая контрольный объем импульсного доплера в разных его точках.

При острой МР вследствие разрыва папиллярной мышцы при ОИМ ЛЖ и ЛП не успевают дилатироваться. Небольшой по объему высокоскоростной поток МР при нормальной структуре МК наблюдается при быстром росте конечно-диастолического давления в ЛЖ и отеке легких.

## \* Ошибки в диагностике МР

Сложно дифференцировать органическую МР при дисфункции ЛЖ от дилатационной КМП с функциональной МР. Признаками, подтверждающими наличие органической МР, являются:

- \* Продолжительный пансистолический шум
- \* Пролапс створок МК, «молотящая» створка или наличие их утолщения

При наличии МР фракция выброса остается нормальной, несмотря на снижение сократимости ЛЖ, так как ЛП оказывает значительно меньшее сопротивление сокращению, чем аорта. После пластики или протезирования МК возможно снижение фракции выброса ЛЖ.

- \* **Критерии значительной МР**
- \* Цветной поток заполняет 50% предсердия
- \* Ретроградный систолический кровоток в легочных венах
- \* Плотный сигнал потока при выполнении постоянно-волновой доплерографии
- \* Поток доходит до конца ЛП при выполнении импульсной доплерографии
- \* Перегрузка объемом ЛЖ
- \* Увеличение давления в легочной артерии.



# \* Острая митральная регургитация

- \* Может быть вызвана разрывом папиллярных мышц или сухожильных хорд, что приводит к возникновению «молотящей» створки МК.

## Причины острой МР:

- \* Острый инфаркт миокарда
- \* Инфекционный эндокардит
- \* Тупая травма грудной клетки

\* **Аортальная регургитация**

\* Створки АК на протяжении жизни человека постоянно претерпевают большие перепады давления. Так, в систолу давление в ЛЖ составляет около 120 мм рт.ст., в аорте - около 110-115 мм рт.ст. В диастолу давление в аорте снижается до 80 мм рт.ст., а в ЛЖ - составляет 12 мм рт.ст.. Это единственный клапан, на котором не будет регистрироваться струя физиологической регургитации.

# \* Причины аортальной регургитации

Ревматическая болезнь сердца

Инфекционный эндокардит

Аневризма восходящего отдела аорты

Сифилитическое поражение стенок и клапанов аорты

Миксоматозная дегенерация створок аортального клапана

Коарктация аорты

Дегенеративная кальцификация створок аортального клапана

Дилатация левых камер сердца

Травма сердца

Аневризма синуса Вальсальвы

Высокий дефект МЖП

Врожденные заболевания сердца:

Двухстворчатый аортальный клапан

Подклапанный стеноз

Системные заболевания соединительной ткани:

ревматоидный артрит

системная красная волчанка



**Рис. 7.26.** Двухстворчатый аортальный клапан: парастеральная позиция короткая ось аортального клапана.

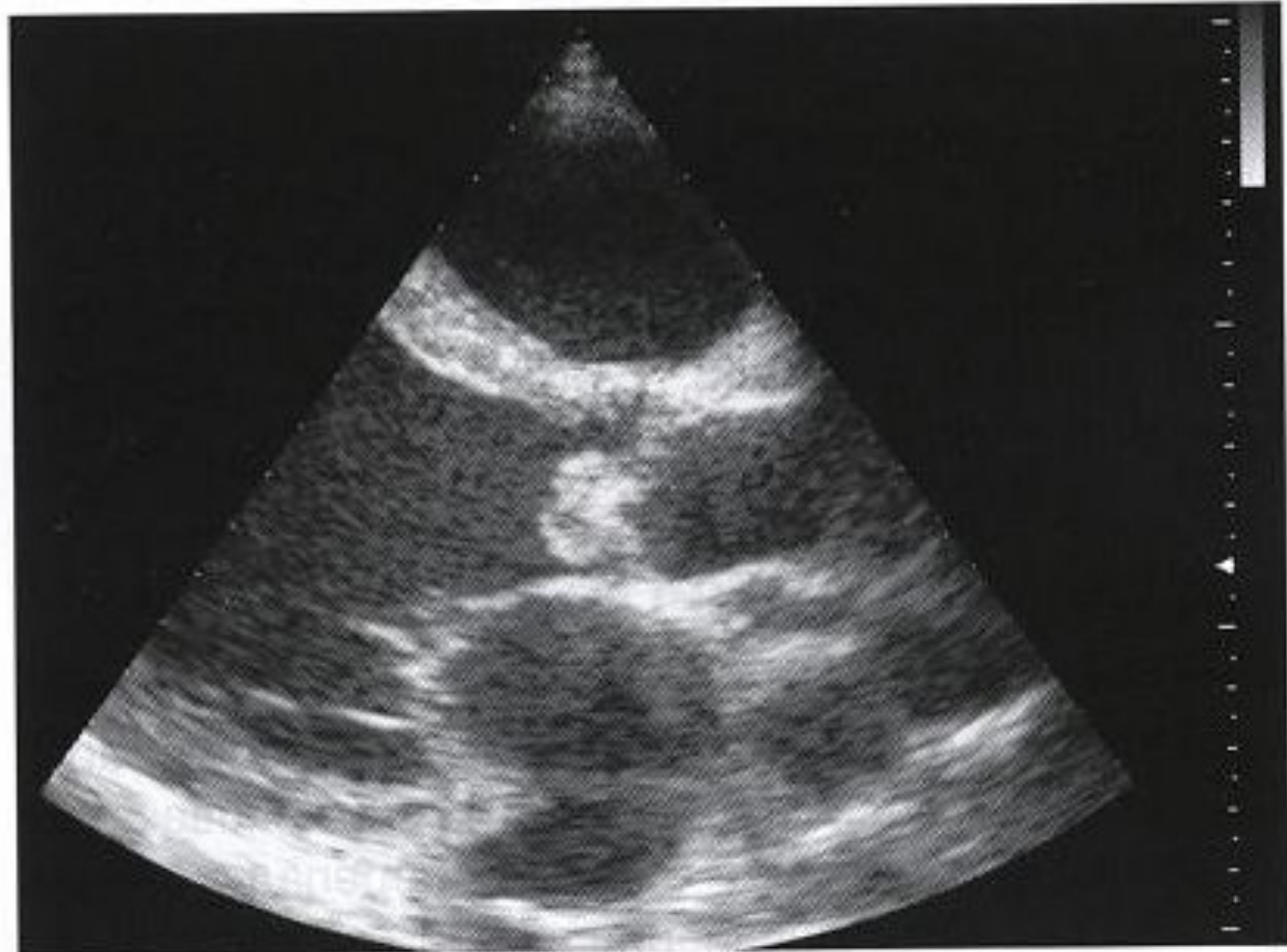




**Рис. 7.27.** Ревматическое поражение створок аортального клапана.



**Рис. 7.28.** Краевые изменения створок аортального клапана в результате вальвулита.



**Рис. 7.29.** Поражение двухстворчатого аортального клапана. Инфекционный эндокардит.





**Рис. 7.31.** Дегенеративная кальцификация створок аортального клапана.

# \* Остро возникшая АР

- \* Причины ОАР: инфекционный эндокардит с поражением АК, отслойка интимы аорты, острая аневризма восходящего отдела аорты. ОАР может быть от незначительной до тяжелой



**Рис. 7.30.** Аортальная регургитация на фоне аневризмы восходящего отдела аорты. Цветовой доплер.



# \* Хроническая аортальная регургитация

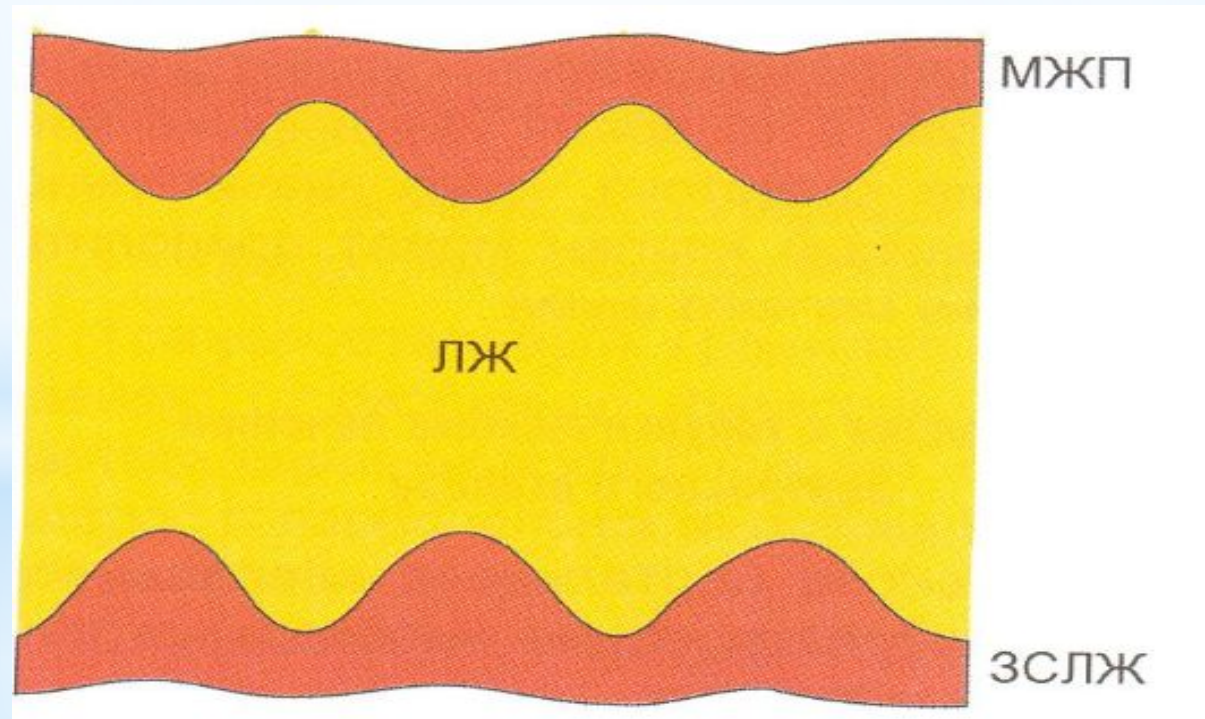
- \* Хроническая аортальная регургитация может быть: компенсированная и декомпенсированная
- \* Компенсированная: I степени (незначительная) или II степени (умеренная)
- \* Декомпенсированная: III или IV степени
- \* Хроническая аортальная регургитация, помимо дилатации левых отделов, постепенно приводит к гипертрофии ЛЖ, умеренно выраженной и формирующейся как следствие повышения давления в полости ЛЖ

# \* Гемодинамика при аортальной регургитации

- \* Происходит постепенная компенсаторная гипертрофия стенок ЛЖ на фоне перегрузки объемом и повышения давления в диастолу. Помимо этого, при гемодинамически значимой АР может развиваться дилатация ЛЖ.
- \* ЛЖ приобретает сферическую форму. Давление в левых отделах сердца увеличивается, страдает систолическая функция ЛЖ. При значительной АР возрастает скорость систолического потока в аорте из-за увеличения объема крови, проходящей через клапан. На этом основании часто ошибочно диагностируют аортальный стеноз у данной категории больных

## \* Эхокардиографические признаки М-режим, срез через левый желудочек

- \* Левый желудочек дилатирован и гиперкинетичен в связи с перегрузкой объемом. МЖП и задняя стенка ЛЖ гиперкинетичны. Аналогичная перегрузка ЛЖ наблюдается при МР.



## \* Двухмерная эхокардиография, парастернальная позиция по длинной оси

Корень аорты расширен (в норме его размер составляет 20-37 мм), причем его расширение более выражено, если причиной АР является заболевание корня аорты по сравнению с патологией АК. Наличие полоски интимы в проксимальном отделе аорты подтверждает наличие расслоения аорты как причины АР.

Структура АК зависит от причины, лежащей в основе АР. Этими причинами могут быть двустворчатый аортальный клапан или вегетации на створках при эндокардите.

Для ревматической АР характерно утолщение и фиброз створок, их несмыкание, а также сопутствующее поражение МК.

## \* М-режим эхокардиографии, уровень аортального клапана

Отмечается дилатация корня аорты. При двустворчатом АК диастолическая линия закрытия эксцентрична. АР ревматической этиологии часто связана с наличием стеноза АК различной степени. При наличии АС в просвете корня аорты могут определяться высокоэхогенные сигналы, затрудняющие четкую визуализацию створок.

Дрожание створок АК в диастолу наблюдается при их разрыве вследствие эндокардита. Могут быть визуализированы вегетации в виде высокоэхогенных сигналов на створках. ЛП может быть дилатировано вследствие наличия сочетанного поражения МК.

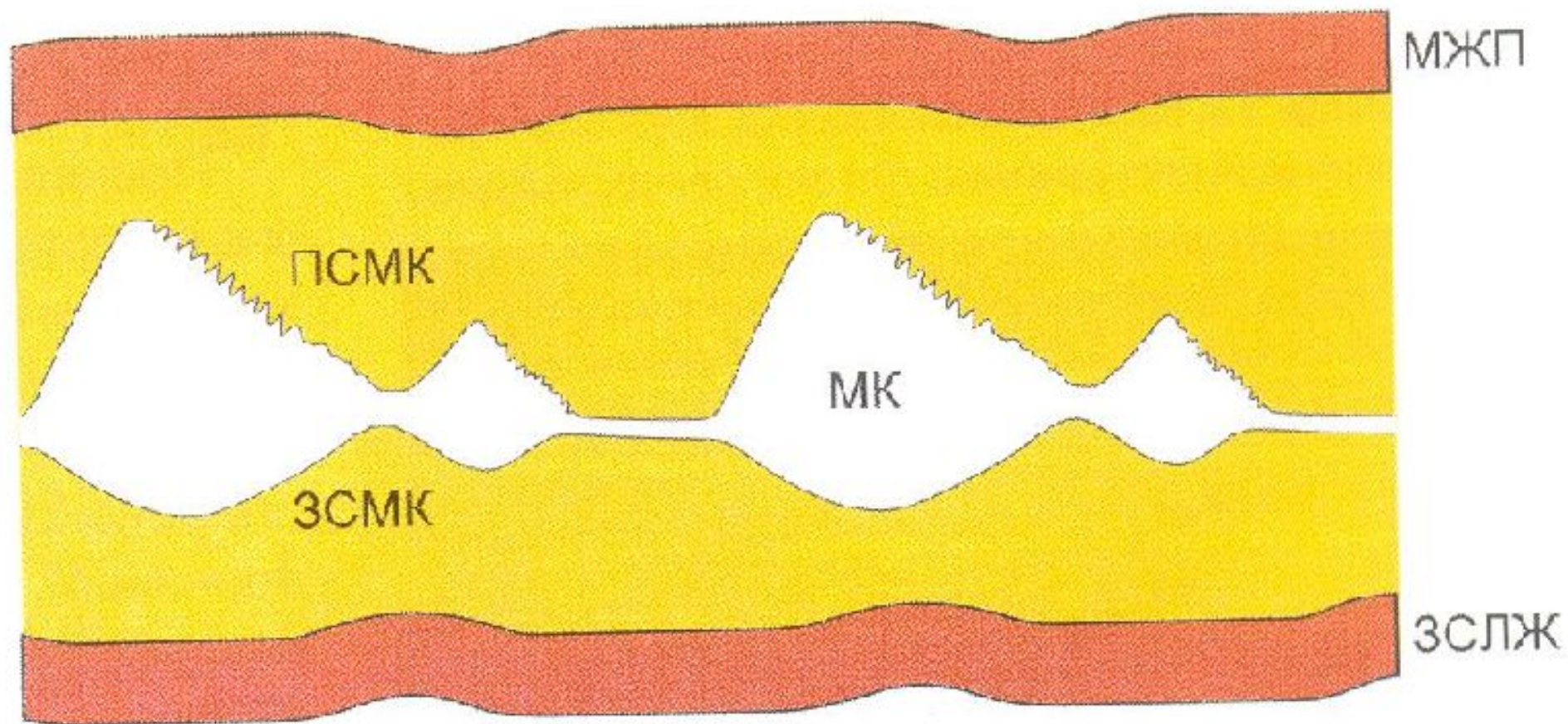


## \* М-режим эхокардиографии, уровень МК

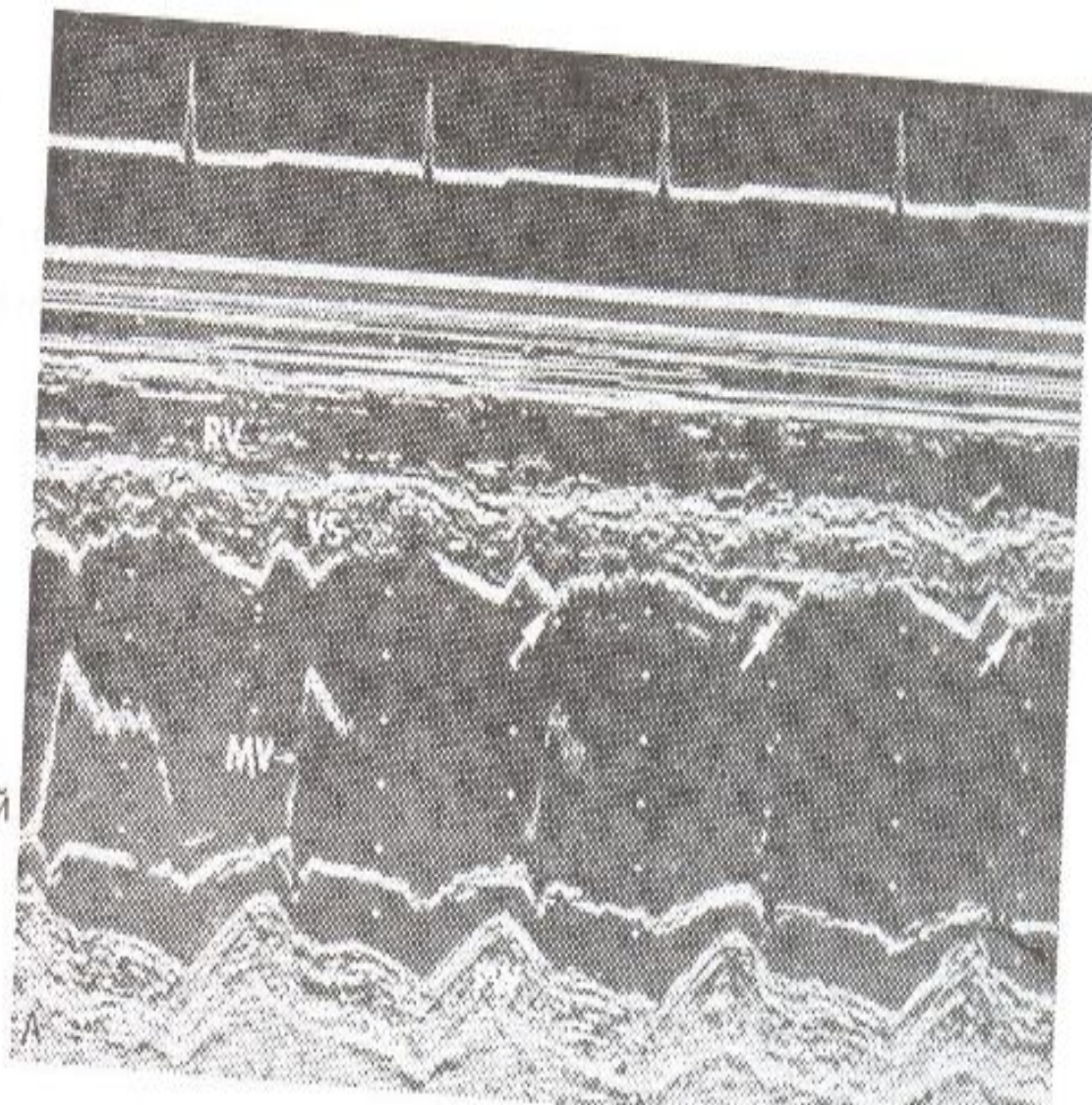
Отмечается дрожание ПСМК в диастолу, которая оказывается между потоком АР и потоком из опорожняющегося ЛП. Этот феномен лежит в основе шума Остина-Флинта, выявляемого при аускультации АР.

Возможно дрожание МЖП зависит от направления потока регургитации. Диастолическое дрожание ПСМК не наблюдается при наличии МС (вследствие утолщения ПСМК), а определяется при острой АР (раннее закрытие МК) или при тяжелой АР (укорочение диастолы). Преждевременное закрытие МК происходит из-за быстрого завершения диастолы, в особенности при острой или тяжелой АР. Это говорит о повышении конечно-диастолического давления ЛЖ.

- \* Сканирование в М-режиме митрального клапана, демонстрирующее диастолическое дрожание ПСМК







а

## \* М-режим эхокардиографии, размеры левого желудочка

\* Внутренние размеры ЛЖ в конце диастолы и в конце систолы увеличены. На ранних стадиях показатели систолической функции ЛЖ (фракция укорочения и фракция выброса) в норме. Позднее может появляться выраженная дилатация и систолическая дисфункция ЛЖ. Имеется эксцентрическая ГЛЖ, не соответствующая степени его дилатации. Симптоматическая и прогрессирующая дилатация ЛЖ с конечно-диастолическим размером ЛЖ, превышающим 55 мм, является индикатором необходимости хирургического вмешательства. В случае если поток регургитации направлен не к ПСМК, а к МЖП, может наблюдаться диастолическое дрожание МЖП.

## \* Импульсно-волновой доплер

- \* PW доплер позволяет оценить степень АР по глубине распространения струи в выносящем тракте ЛЖ. Контрольный объем PW доплера располагают под створками АК в ВТЛЖ и затем перемещают его к верхушке ЛЖ. Выносящий тракт условно делят на 4 зоны и в зависимости от того, как глубоко распространяется струя, судят о ее степени.

### Оценка степени АР с использованием импульсного доплера

- \* I степень - непосредственно под створками АК

- \* II степень - до конца передней створки МК

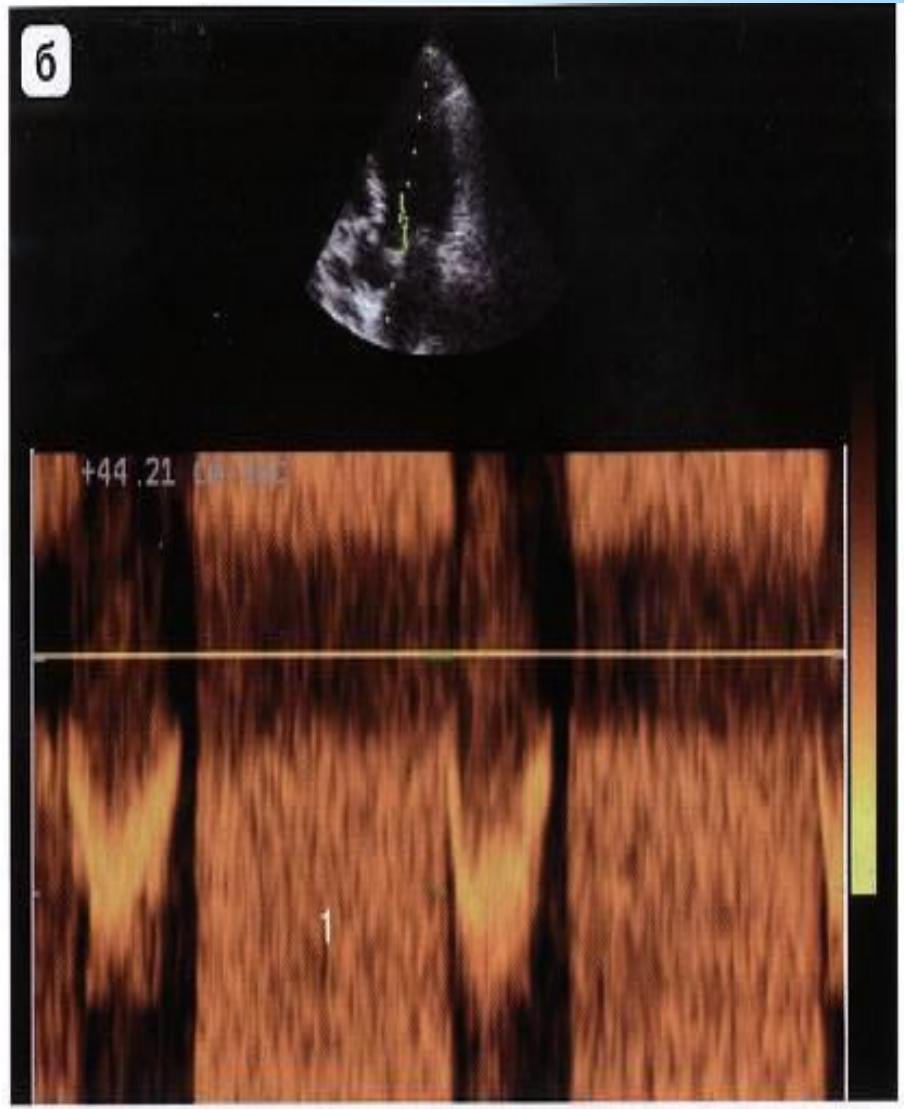
- \* III степень - до концов папиллярных мышц

- \* IV степень - до верхушки ЛЖ



\* Оценка тяжести аортальной регургитации по глубине проникновения потока регургитации

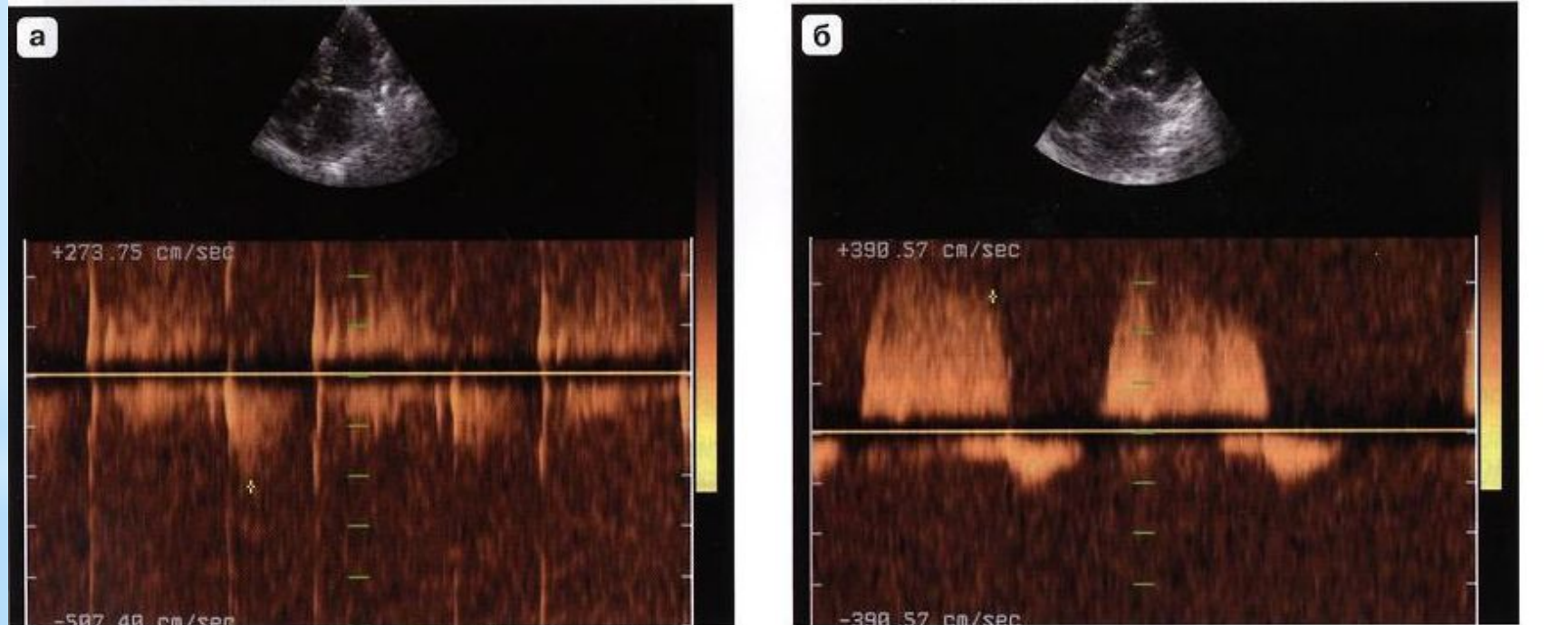
<b>Тяжесть аортальной регургитации</b>	<b>Глубина проникновения</b>
+1	Только в ВТЛЖ
+2	До кончика ПСМК
+3	До середины ЛЖ
+4	До верхушки ЛЖ



**Рис. 7.37.** Различные варианты потока аортальной регургитации (импульсно-волновой доплер). а – умеренная, б – значительная. Интенсивность спектров потока аортальной регургитации различная. Большой объем крови при значительной аортальной регургитации (1) характеризуется существенной интенсивностью спектра.

# Постоянно-волновой доплер

\* Апикальная пятикамерная позиция. CW доплер. На графике форма потока напоминает форму митрального стеноза. Поток АР занимает всю диастолу, начинается за щелчком - закрытием АК и заканчивается щелчком - открытием АК. Чем интенсивнее покрашен спектр потока АР, тем она более значимая.



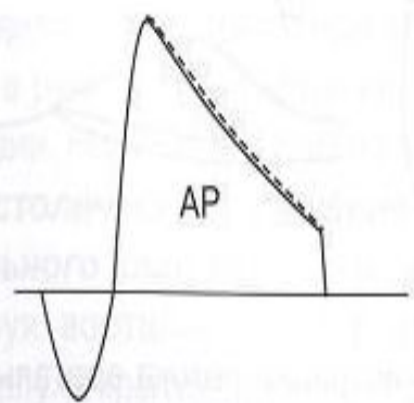
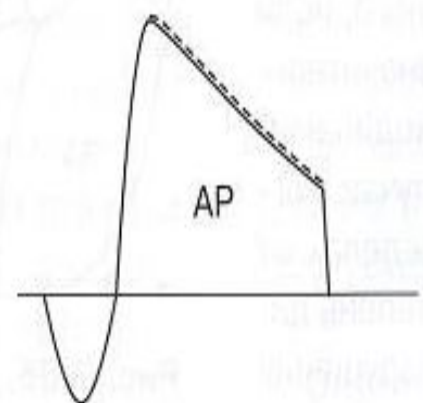
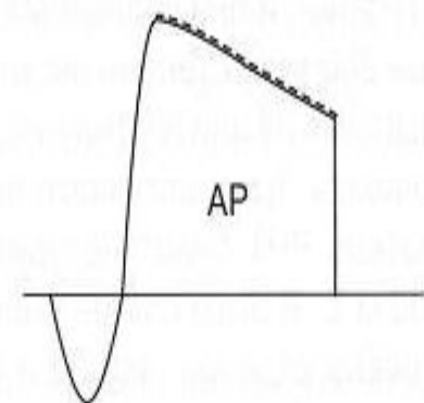
**Рис. 7.38.** Различные варианты потока аортальной регургитации (непрерывноволновой доплер). а – умеренная, б – значительная.

# Расчет времени полуспада градиента давления аортальной регургитации

Время полуспада градиента давления (PHT). Для этого трассируют по контуру склон EF потока AP.

- \* Если PHT превышает 400 м/с, степень регургитации незначительная или умеренная (I или II степень), и она незначима для пациента.
- \* Если PHT менее 200 м/с, степень регургитации значительная или высокая (III или IV степень), и она гемодинамически значима.
- \* Трудность составляют те случаи, когда показатель PHT от 300 до 400 м/с. В этом случае оценивают степень дилатации левых отделов сердца и степень нарушения систолической функции ЛЖ.

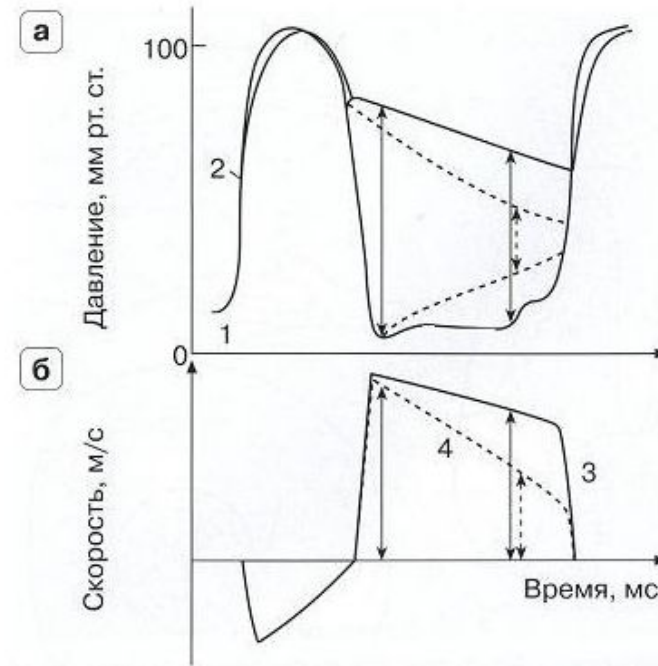


**а**PHT  $\leq$  200 мс**б**PHT  $>$  200 мс  
PHT  $<$  400 мс**в**PHT  $\geq$  400 мс

**Рис. 7.39.** Расчет времени полуспада градиента давления потока аортальной регургитации и оценка ее гемодинамической значимости. а – значительная аортальная регургитация, б – умеренная аортальная регургитация, в – незначительная аортальная регургитация.

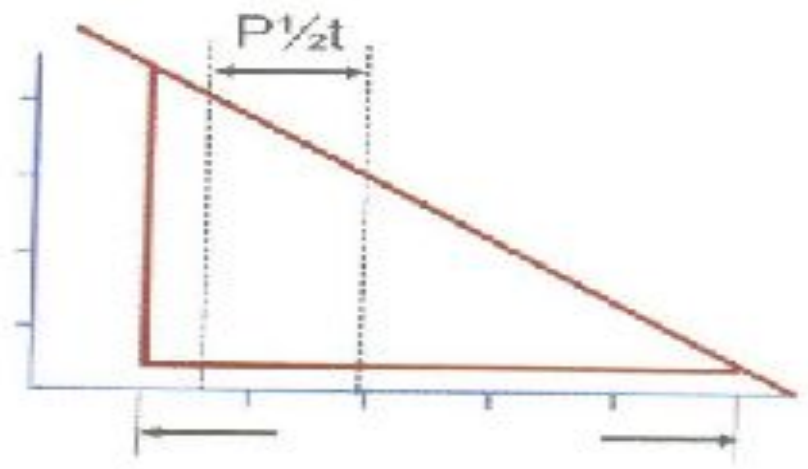
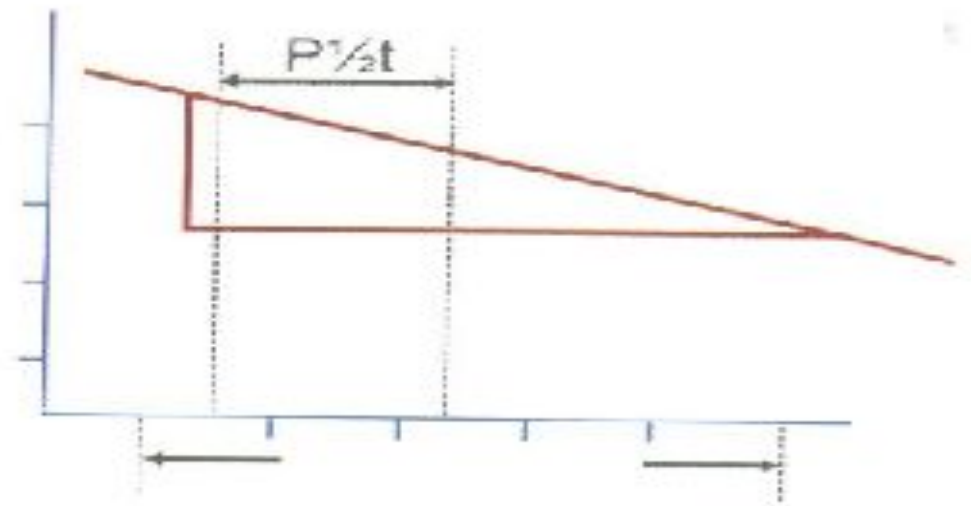
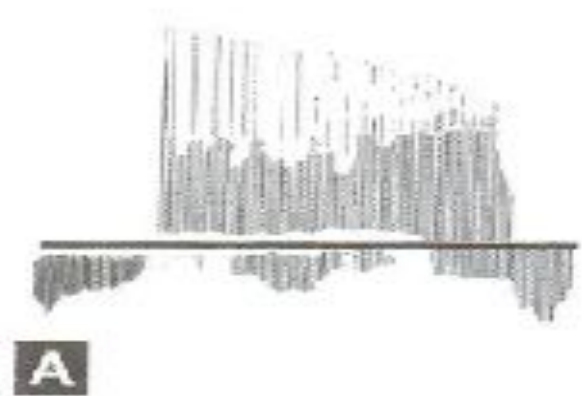


\* По форме потока можно судить о значимости и остроте АР. Если склон EF потока пологий - АР хроническая, давно существующая и давление в ЛЖ в диастолу снижается медленно. В том случае, когда АР возникла остро, склон EF остроконечный, давление в полости ЛЖ в диастолу резко возрастает в начале и быстро падает



**Рис. 7.40.** Острая и хроническая аортальной регургитации. а – схема нарушения гемодинамики при острой и хронической аортальной регургитации. 1 – давление в ЛЖ, 2 – давление в АО, б – схема острой и хронической аортальной регургитации (непрерывноволновой доплер), 3 – форма потока при хронической АР, 4 – форма потока при острой АР.

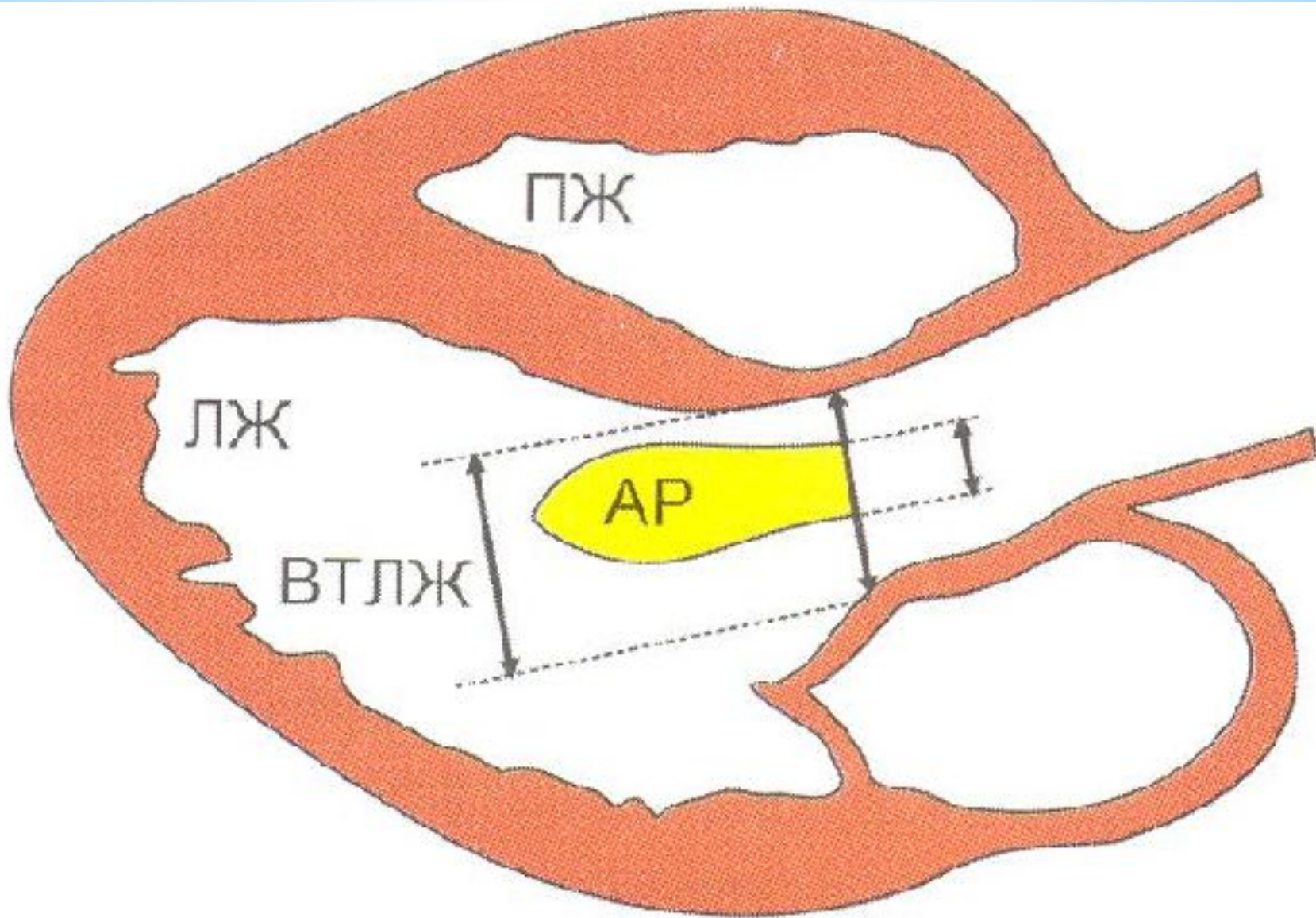
\* Быстрое замедление (крутой наклон) свидетельствует о быстром выравнивании разницы давлений между аортой и полостью ЛЖ и, таким образом, о тяжелой АР. Другими словами, чем круче наклон, тем тяжелее АР.



- \* **Цветовой доплер: Критерии оценки степени АР по процентному соотношению площади струи регургитации к площади ВТЛЖ.**

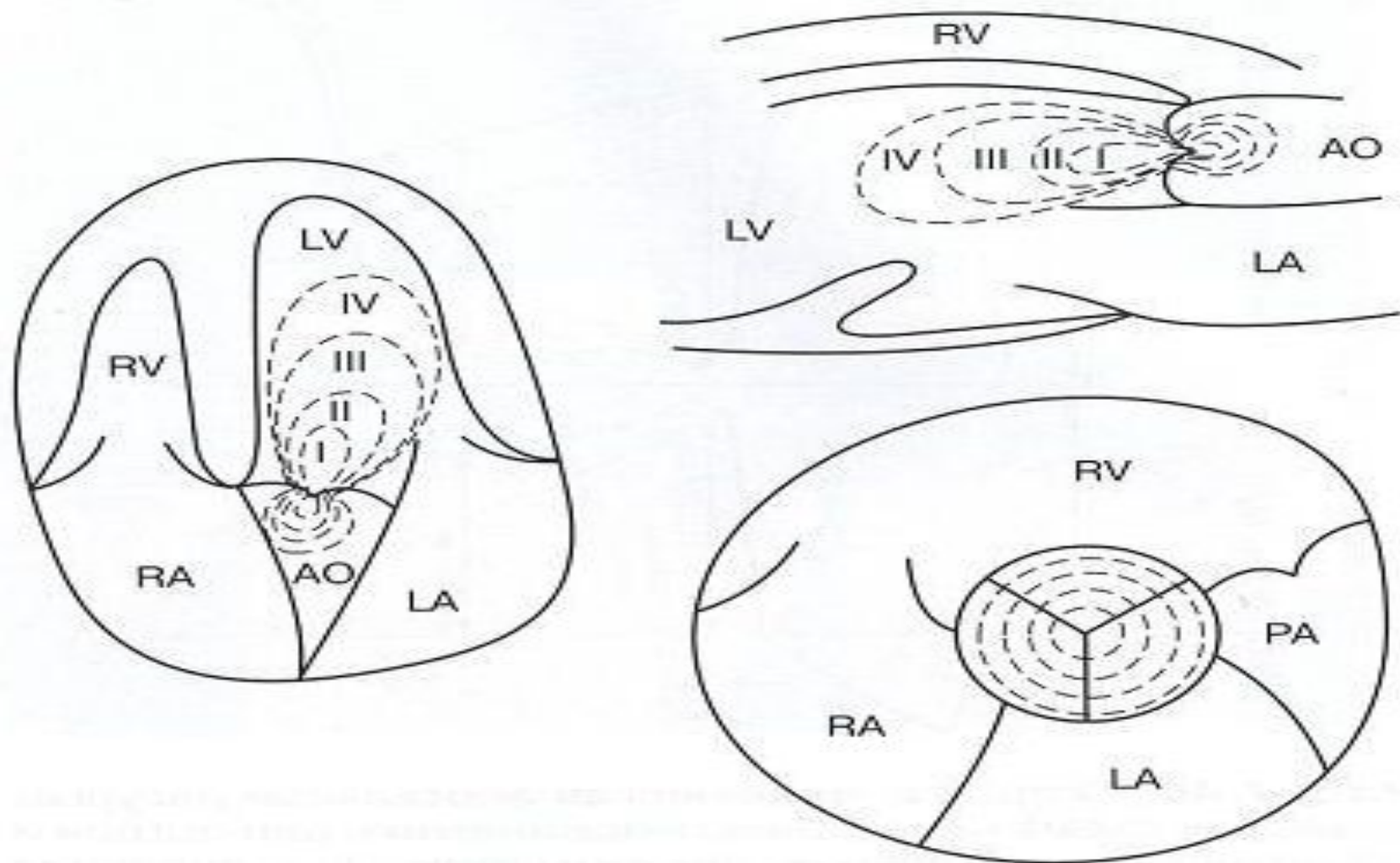
Площадь выносящего тракта измеряют по формуле:  $CSA = \pi d^2 / 4$   
Диаметр выносящего тракта можно измерить в парастернальной позиции по длинной оси, установив курсор в точку крепления МЖП к корню аорты и опустив его в точку крепления передней створки МК. Струю АР получают с помощью ЦД, замораживают изображение, трассируют по контуру и рассчитывают ее площадь.

<b>Тяжесть аортальной регургитации</b>	<b>Отношение поток/ВТЛЖ, %</b>
Минимальная	< 24
Незначительная	25-46
Умеренная	47-64
Значительная	> 64



\* Соотношение между шириной потока регургитации и диаметром выносящего тракта ЛЖ является показателем тяжести АР





**Рис. 7.42.** Схема оценки степени аортальной регургитации в режиме цветового доплера. RV – правый желудочек, LV – левый желудочек, RA – правое предсердие, LA – левое предсердие, PA – легочная артерия.



- \* Критерии оценки степени АР по соотношению площади проксимальной части струи регургитации и площади корня аорты
- \* Проксимальный отдел струи регургитации (PISA) измеряют в парастернальной позиции по короткой оси на уровне корня аорты. Чем больше диаметр, тем она более гемодинамически значимая и тем больше ее степень.

<b>Тяжесть аортальной регургитации</b>	<b>% соотношение основания струи регургитации к площади основания аорты</b>
Минимальная	Менее 5 %
Незначительная	6-20 %
Умеренная	21-60 %
Значительная	Более 60 %

Г



\* Расчет фракции регургитирующего объема с помощью уравнения непрерывности потока

\*  $FR(AR) = VO_{рег} / VO_{AK}$

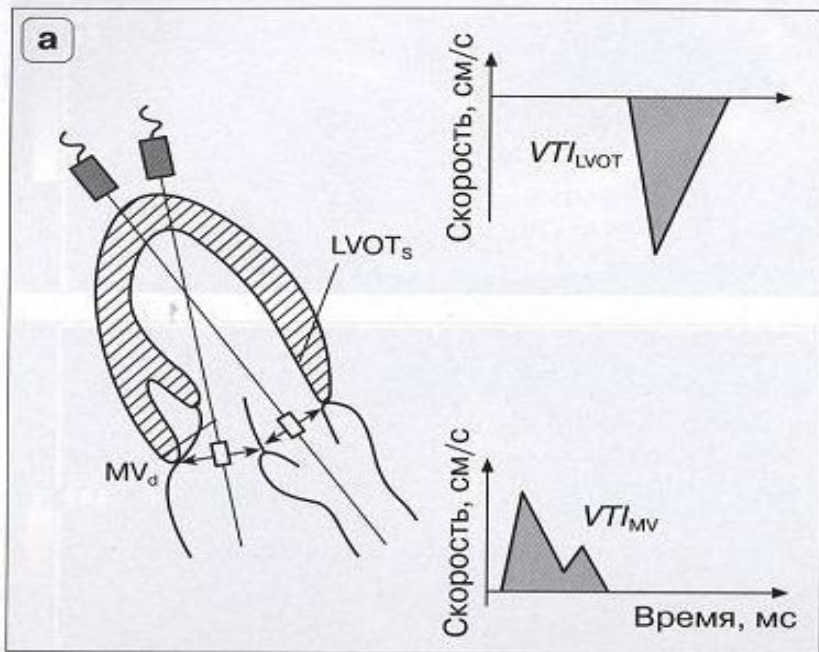
\*  $VO_{рег} = VO_{AK} - VO_{МК}$        $FR(AR) = VO_{AK} - VO_{МК} / VO_{AK}$

\*  $VO$  РАСЧИТЫВАЕТСЯ ПО СТАНДАРТНОЙ ФОРМУЛЕ:

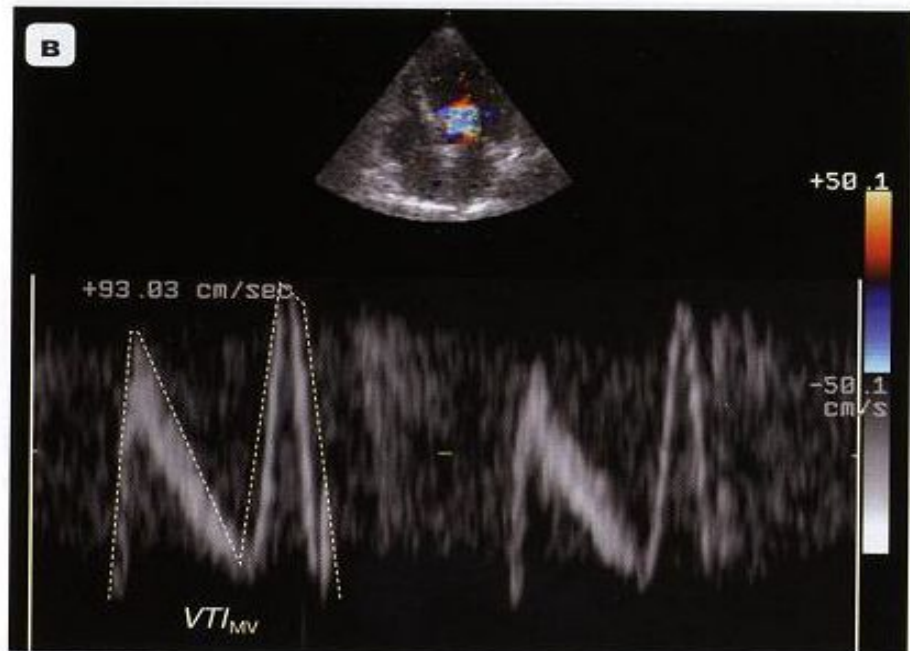
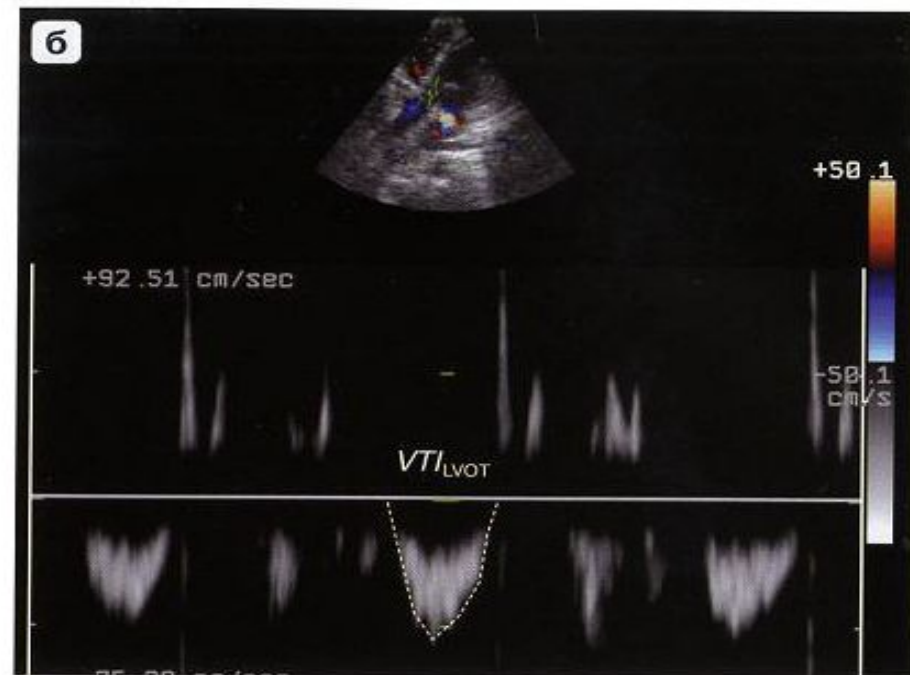
$VO = CSA \times VTI$        $CSA = \pi D^2 / 4$

\* Для оценки трансмитрального диастолического кровотока измерить диаметр митрального кольца и интеграл потока, записанного импульсным доплеровским режимом, с расположением контрольного объема строго на уровне измерения диаметра

\* Для оценки трансортального потока измерить диаметр выходного тракта ЛЖ возле клапана и интеграл потока, также записанного импульсным режимом с соответствующим расположением контрольного объема



**Рис. 7.44.** Схемы (а) расчета фракции регургитирующего объема аортальной регургитации с использованием уравнения непрерывности потока (пояснения в тексте). б, в – эхограммы.





## Степень тяжести АР по фракции регургитирующего объема

Степень тяжести АР	Фракция регургитирующего объема
Незначительная	Менее 30 %
Умеренная	30-49 %
Выраженная	Более 50 %



## \* Ошибки в диагностики аортальной регургитации

В М- и 2Д-режимах невозможно напрямую диагностировать наличие АР, однако можно выявить ее причину и влияние АР на корень аорты и ЛЖ. Эти режимы позволяют обнаружить дилатацию корня аорты, патологию АК и дилатацию ЛЖ.

Цветное доплеровское картирование и ДэхоКГ позволяют не только выявить АР, но и оценить ее тяжесть. Диагностика АР может быть простой, однако оценка ее тяжести сложна и требует нескольких эхокардиографических критериев.

# \* Ошибки в диагностики аортальной регургитации

- \* При этом отграничение незначительной АР от умеренной может быть особенно сложным, в то время как тяжелая АР диагностируется легко. Поток АР может быть недооценен или даже не диагностирован в случае, если она является эксцентричной. Этой ошибки можно избежать, если сканировать весь ВТЛЖ с помощью импульсного доплеровского исследования на различной его глубине.

## \* Ошибки в диагностике аортальной регургитации

Ширина и длина потока АР дает количественную информацию о тяжести АР. Этот метод далеко не элементарен, поскольку узкий поток незначительной АР может заходить далеко в ЛЖ, в то время как широкий поток тяжелой АР может заходить далеко, если он эксцентричен.

При острой АР, связанной с расслоением аорты, эндокардитом или травмой, дилатация ЛЖ не успевает развиться. Небольшая по объему высокоскоростная АР наблюдается при быстром возрастании конечно-диастолического давления в ЛЖ и отеке легких. Поток АР бывает сложно дифференцировать с потоком МС, особенно в апикальной пятикамерной позиции. Эта проблема также осложняется тем фактом, что АР и МС часто сочетаются при ревматической болезни сердца. При выполнении импульсного доплеровского исследования два потока можно дифференцировать, если исследовать ВТЛЖ и область МК отдельно. При АР имеется высокоскоростной сигнал ( $> 2$  м/с) в течение диастолы, в то время как при МС сигнал является низкоскоростным ( $< 2$  м/с) и наблюдается только в середине диастолы.

## \* Критерии тяжести аортальной регургитации

Ширина цветного потока/ширина ВТЛЖ > 50%

Диастолическая инверсия потока в дуге аорты.

Быстрый спад скорости ( $T_{1/2} < 300$  мс).

Сигнал высокой плотности при проведении постоянно-волнового доплеровского исследования. Поток достигает верхушки ЛЖ при проведении импульсного доплеровского исследования. Перегрузка ЛЖ объемом.



## \* Показания для хирургического вмешательства

При АР пластика/протезирование АК необходимы при следующих ситуациях:

- \* Умеренная или тяжелая АР с выраженной клинической симптоматикой (низкая толерантность к физической нагрузке)
- \* Асимптоматическая тяжелая АР с дисфункцией ЛЖ (фракция выброса ЛЖ < 50 %)
- \* Асимптоматическая тяжелая АР с дилатацией ЛЖ (конечно-диастолический размер > 55 мм)
- \* Острая АР с гемодинамической нестабильностью (расслоение аорты).

**Таблица 7.4.** Параметры для оценки степени тяжести аортальной регургитации

Параметры	Незначительная	Умеренная	Значительная
<i>Структурные параметры</i>			
Размер ЛЖ	Нормальный*	Нормальный или дилатирован	Обычно дилатирован†
Створки аортального клапана	Нормальные или измененные	Нормальные или измененные	Измененные/ митотическая створка или неполное смыкание створок
<i>Допплеровские параметры</i>			
Поток регургитации в LVOT – цветовой доплер‡	Небольшая центральная струя	Срединное распрсстранение	Большая центральная струя; вариабельность при эксцентричном потоке
Интенсивность спектра – CW	Неполный или слабый	Плотный	Плотный
Время полуспада – CW (PHT)§	Медленный >500	Средний 500–200	Быстрый <200
Диастолическая реверсия потока в грудной нисходящей АО – PW	Небольшая, ранняя реверсия	До середины диастолы	На всю диастолу
<i>Расчетные параметры¶</i>			
Ширина VC, см	<0,3	0,3–0,6	≥0,6
Площадь струи в режиме цветowego доплера / площадь LVOT ‡	<25	25–45	46–64 ≥65
AR <sub>CSA</sub> / LVOT <sub>CSA</sub> , % ‡	<5	5–20	21–59 ≥60
R Vol, мл/мин	<30	30–44	45–59 ≥60
RF, %	<20	20–30	30–50 ≥50

**Таблица 7.5.** Применение специфических и косвенных признаков и расчетных параметров для оценки тяжести аортальной регургитации

Признаки	Незначительная	Умеренная	Значительная
Специфические признаки для тяжести AP	Центральная струя <25% of LVOT* VC < 0,3 см*	Признаки AR > небольшая, но нет критериев тяжести AR	Центральный поток насыщенный, площадь ≥ 5% of LVOT* VC > 0,6 см*
Косвенные признаки	Нет или есть слабая ранняя диастолическая реверсия потока в нисходящей аорте PHT > 500 мс Нормальные размеры ЛЖ †	Промежуточные показатели	PHT < 200 см Реверсия потока в грудной нисходящей аорте на протяжении диастолы Умеренная или значительная дилатация ЛЖ ‡
Расчетные параметры§			
R Vol, мл/мин	<30	30-44	45-59 >60
RF, %	<30	30-39	40-49 >50
EROA, см²	<0,10	0,10-0,19	0,20-0,29 >0,30

Примечание. AP – аортальная регургитация; EROA – effective regurgitant orifice area или эффективная площадь отверстия регургитации; ЛЖ – левый желудочек; LVOT