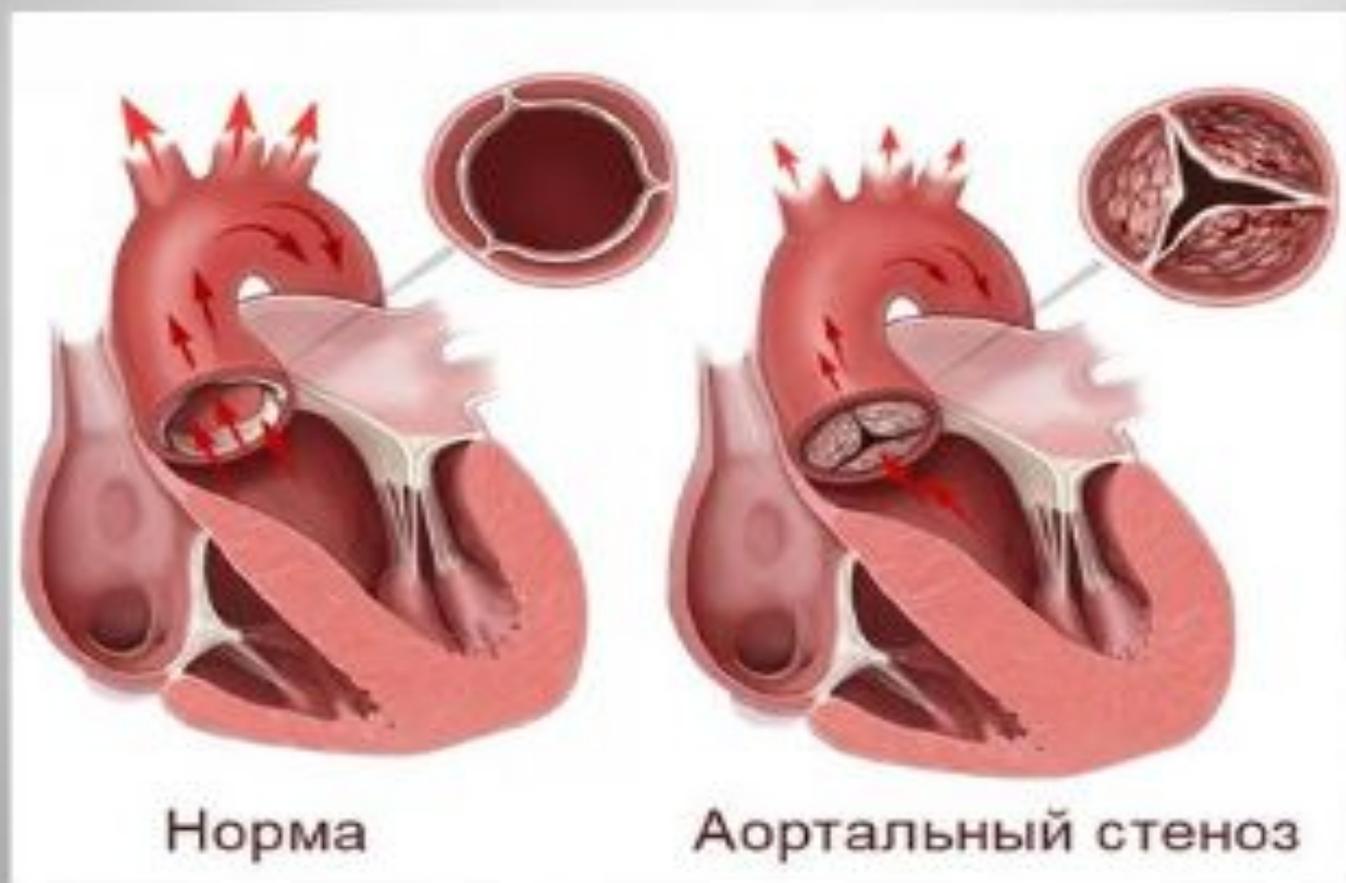


# Аортальный стеноз

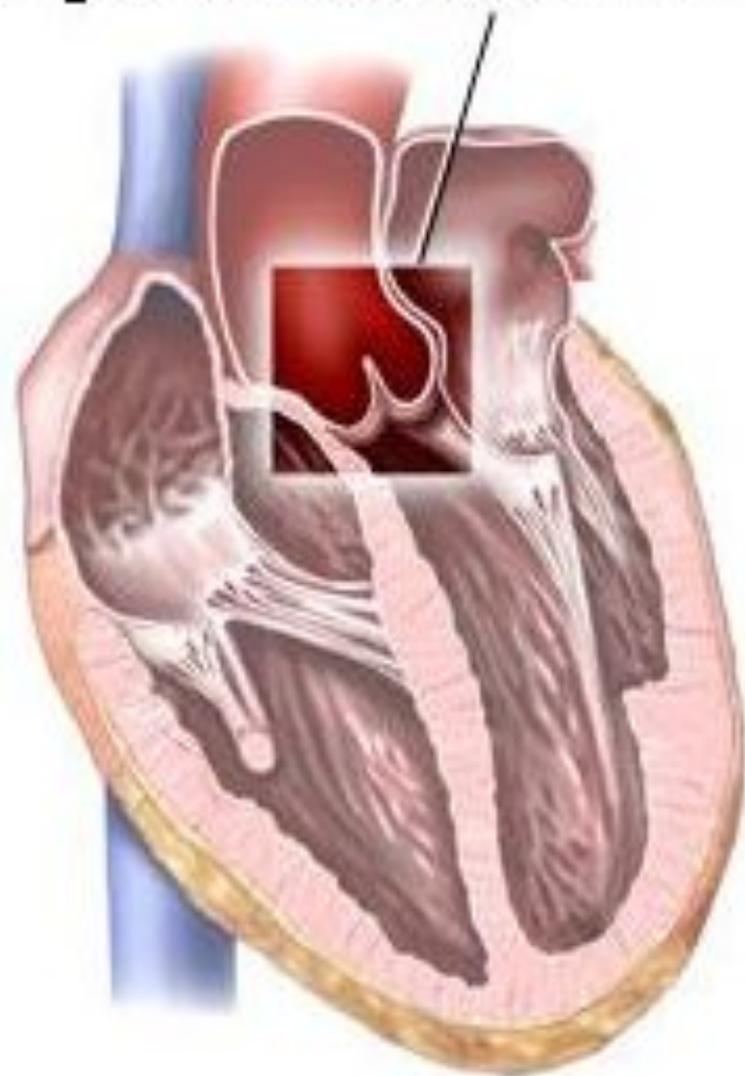
Аортальный стеноз



- ⊗ В норме площадь отверстия аортального клапана составляет 3–4 см<sup>2</sup>, при тяжелом аортальном стенозе она становится менее 1 см<sup>2</sup>.



# Аортальный клапан



В норме



ОТКРЫТ

ЗАКРЫТ



При стенозе

# Причины аортального стеноза

## **Клапанный аортальный стеноз**

- Ревматический –ревматическая болезнь сердца
- Кальцинированный – возрастная дегенерация клапана
- Врожденный – двустворчатый аортальный клапан

## **Подклапанный аортальный стеноз**

- Субаортальный – дискретная (неполная) мембрана/кольцо
- Туннельного типа – диффузное мышечное сужение
- Идиопатический гипертрофический субаортальный стеноз/обструктивная форма ГКМП

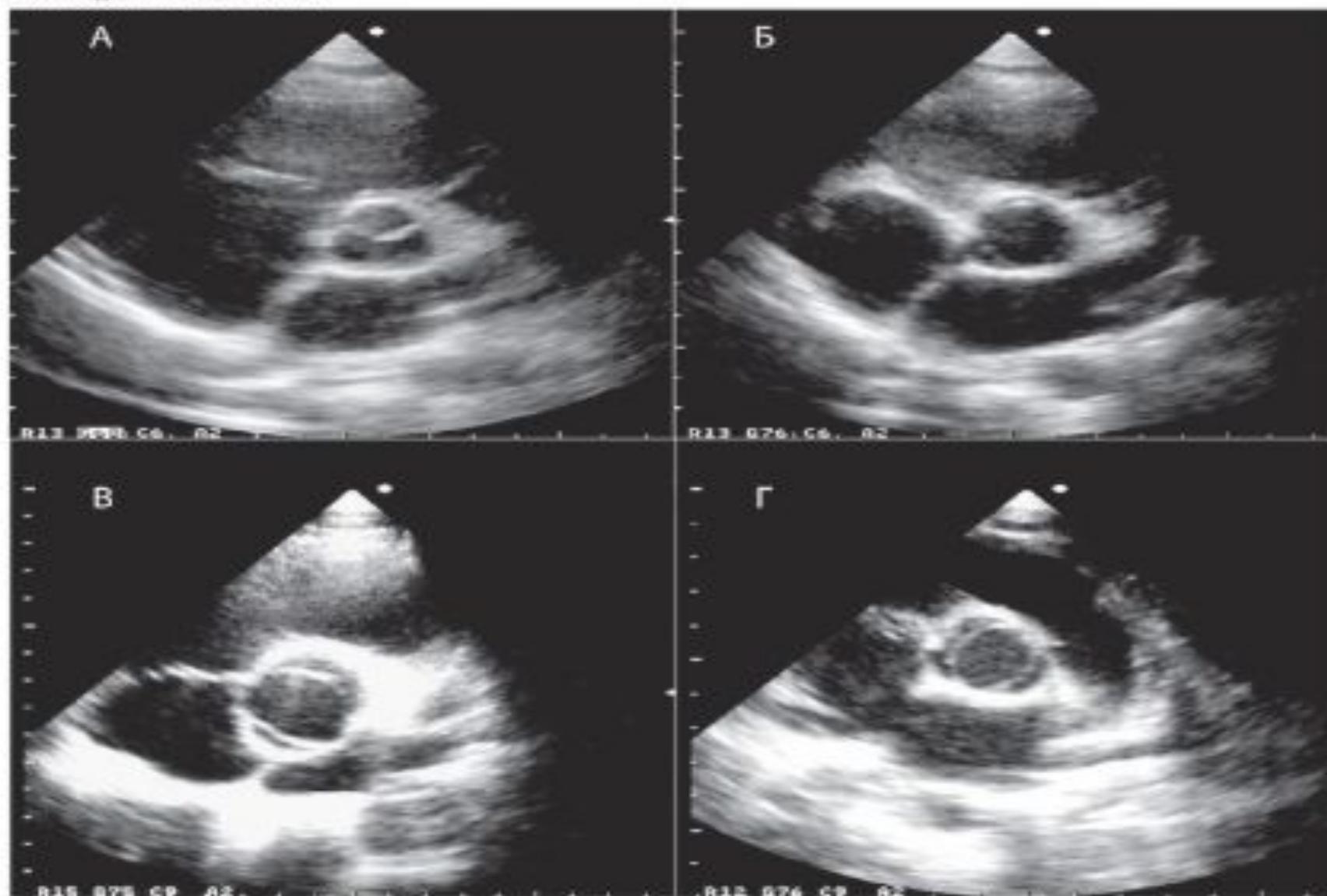
## **Надклапанный аортальный стеноз**

- Синдром Вильяма –дискретная (неполная) мембрана
- Аортальный стеноз в виде «песочных часов» - локальное сужение.

# Этиология аортального стеноза

- **Врожденный аортальный стеноз** (диагностируется сразу после рождения ребенка). Двухстворчатый АК может иметь несимметричное расположение створок или спайки в области комиссур. За счет этого может создаваться ограничение открытия створок в систолу, препятствующее поступлению крови в аорту. Истинный врожденный стеноз АК – это и трехстворчатый клапан с ограничением открытия створок, и мембрана с отверстием, и т.д.
- **Приобретенный аортальный стеноз.**
  1. **Ревматизм** (воспалительное поражение створок). Створки при этом уплотняются и деформируются по краям, спаиваются по комиссурам. Порок чаще комбинированный и сочетается с поражением МК и других клапанов

Рис. 1. Эхокардиограммы при трикуворчатом и разных вариантах ДАК: а – трехстворчатый клапан в диастолу; б – трехстворчатый клапан в систолу; в – двустворчатый клапан в систолу с комиссурами на 5 и 10 «часах»; г – двустворчатый клапан в систолу с комиссурами на 2 и 7 «часах».





Dept. of Cardiology  
Univ. of Vienna

8:30:42 am

3V2c 58Hz

13.5MHz 160mm

Cardiac 1

General

Pwr= 0dB MI=1.5

60dB T1/ 0/1/ 4

Gain= 1dB Δ=2

Store in progress

3:56:37

HR= 60bpm



**2. Дегенеративная кальцификация** створок АК встречается у больных с ХПН, с атеросклерозом. Встречается часто. Сочетается с кальцинозом левого фиброзного AV кольца, кальцинозом стенок аорты. Изолированный АС, как правило, свидетельствует о неревматической этиологии порока. Створки АК кальцинированы, спайки по комиссурам отсутствуют. Для данного вида порока характерен возраст старше 65 лет, быстрое прогрессирование процесса.

**3. Инфекционный эндокардит** с поражением АК может явиться причиной формирования АС. В этом случае можно увидеть кальцинаты на концах створок и спаечный процесс вследствие воспаления.

+ Length 4,01 cm

Размер  
левого  
предсердия  
4,0 см.

Ⓞ  
P Δ R  
1,6 3,2

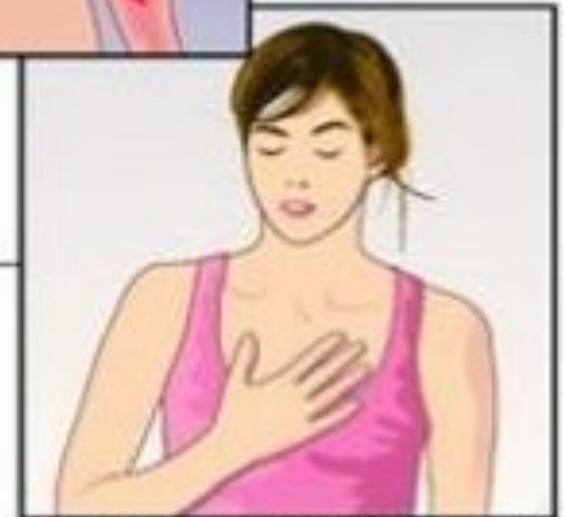
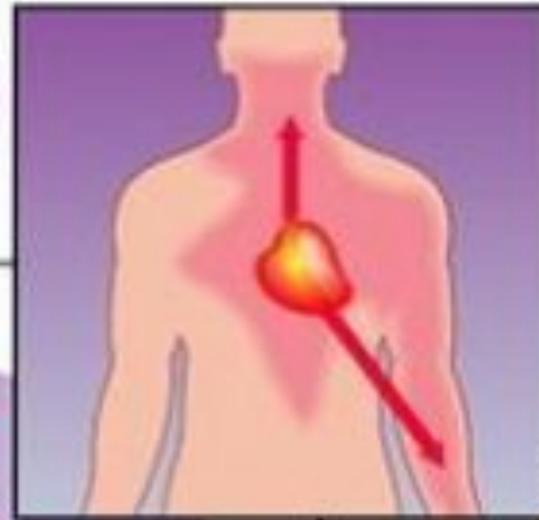


# Симптомы аортального стеноза

кардиалгия, шумы в сердце



синкопе  
(обмороки)



кислородное голодание  
(затруднение дыхания)

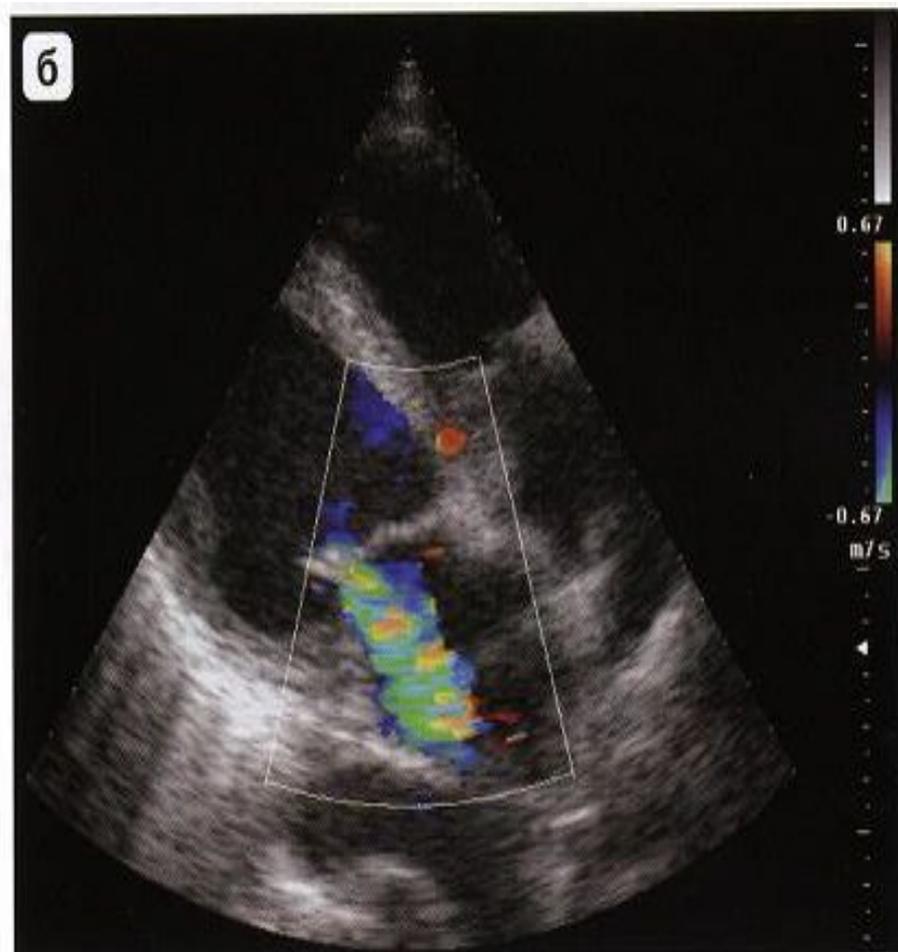
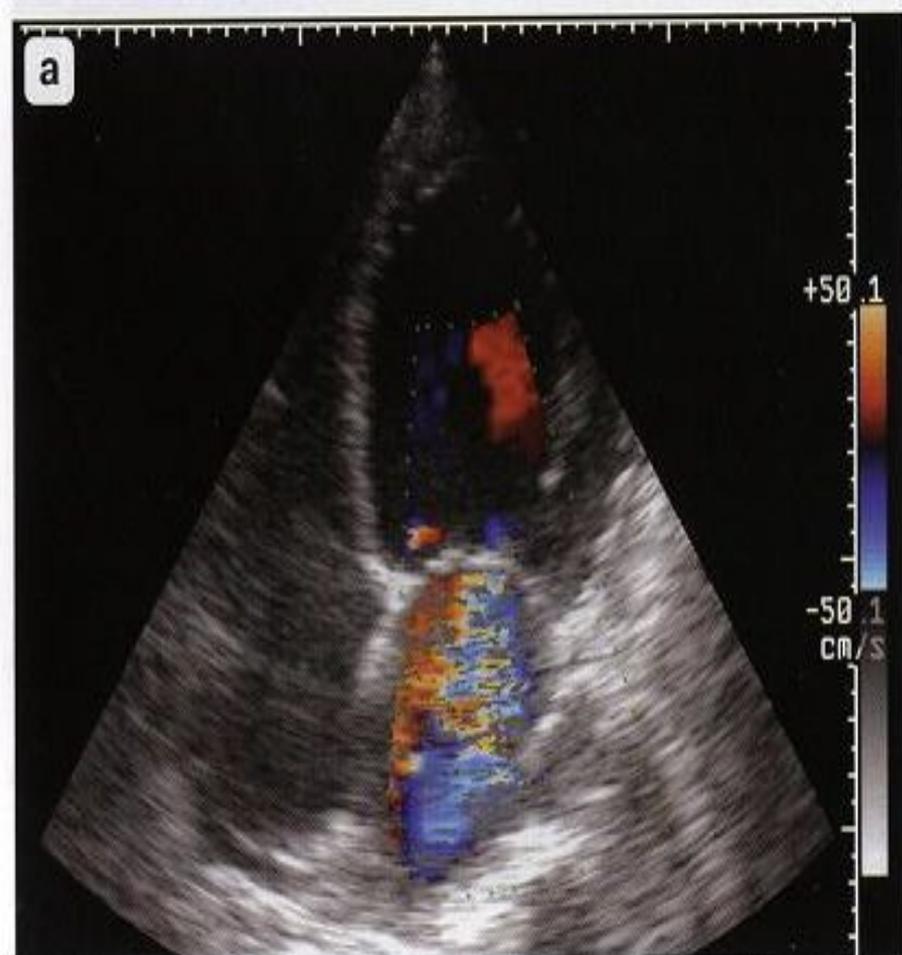


# ЭхоКГ признаки аортального стеноза

- **Уплотнение створок АК и уменьшение их открытия (<14 мм).** Степень кальциноза и характер движения створок АК можно проследить в В-режиме в парастернальной позиции по длинной и короткой оси, в апикальной пятикамерной и субкостальной позициях. В М режиме можно увидеть ограничение открытия створок. Необходимо помнить, что ориентироваться на данные только М-режима нельзя, так как курсор может пройти не через центр клапана, и результат измерения будет занижен. Проверить правильность измерений можно в парастернальной позиции по короткой оси, проведя курсор через центр корня аорты. Но снижение расхождения створок может быть и при ХСН, при низком сердечном выбросе.

- **Гипертрофия стенок ЛЖ.** Причиной гипертрофии стенок ЛЖ при АС является повышение давления в полости ЛЖ. Степень гипертрофии может быть различной и зависит от степени стеноза.
- **Дилатация ЛП** происходит в результате повышения давления в ЛЖ в систолу. Створки МК под давлением крови могут пролабировать в ЛП, и возникает патологическая МР. Скорость струи регургитации пропорциональна давлению в ЛЖ в систолу. При аортальном стенозе ЛП под действием струи МР дилатируется в длину. При эксцентрическом распространении струи может развиваться постстенотическая дилатация восходящего отдела аорты. Имеется риск отслойки интимы аорты



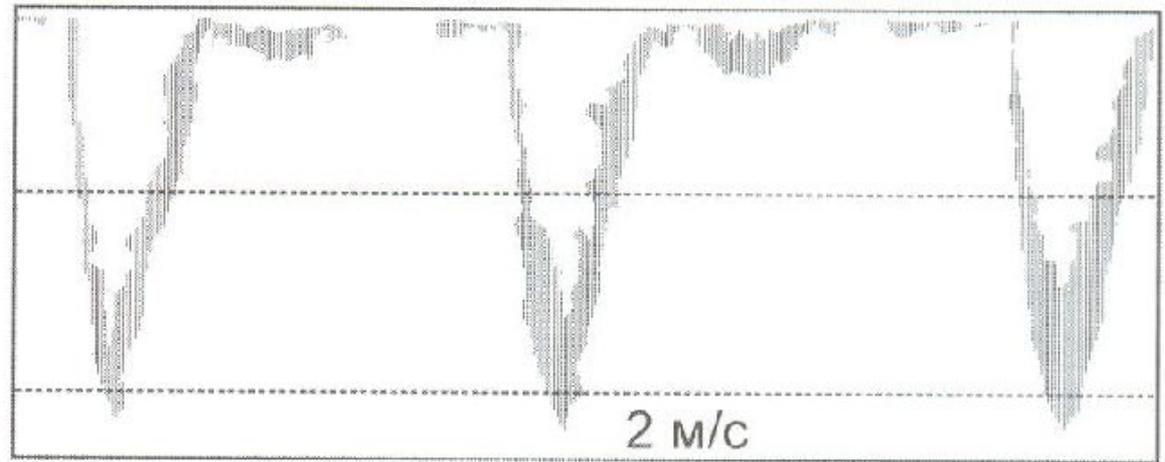
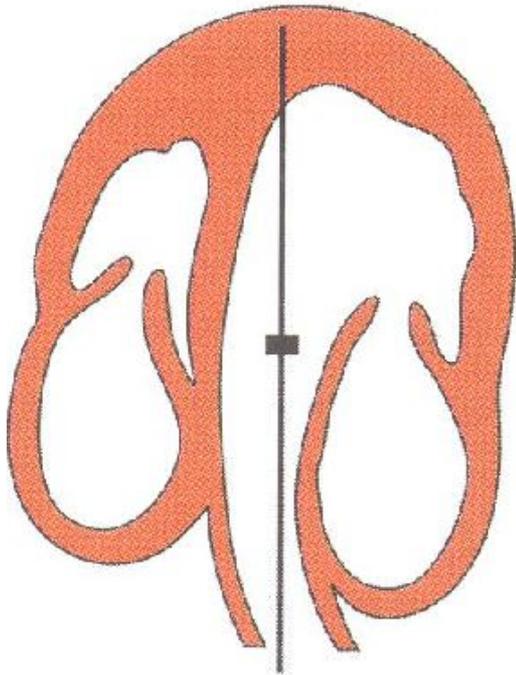


**Рис. 8.24.** Дилатация левого предсердия и струя митральной регургитации при критическом аортальном стенозе (цветовой доплер). а – апикальная позиция, б – парастеральная позиция, длинная ось левого желудочка.

- **Увеличение скорости потока через АК в систолу.** В следствие уменьшения открытия створок АК в систолу, скорость кровотока через него возрастает

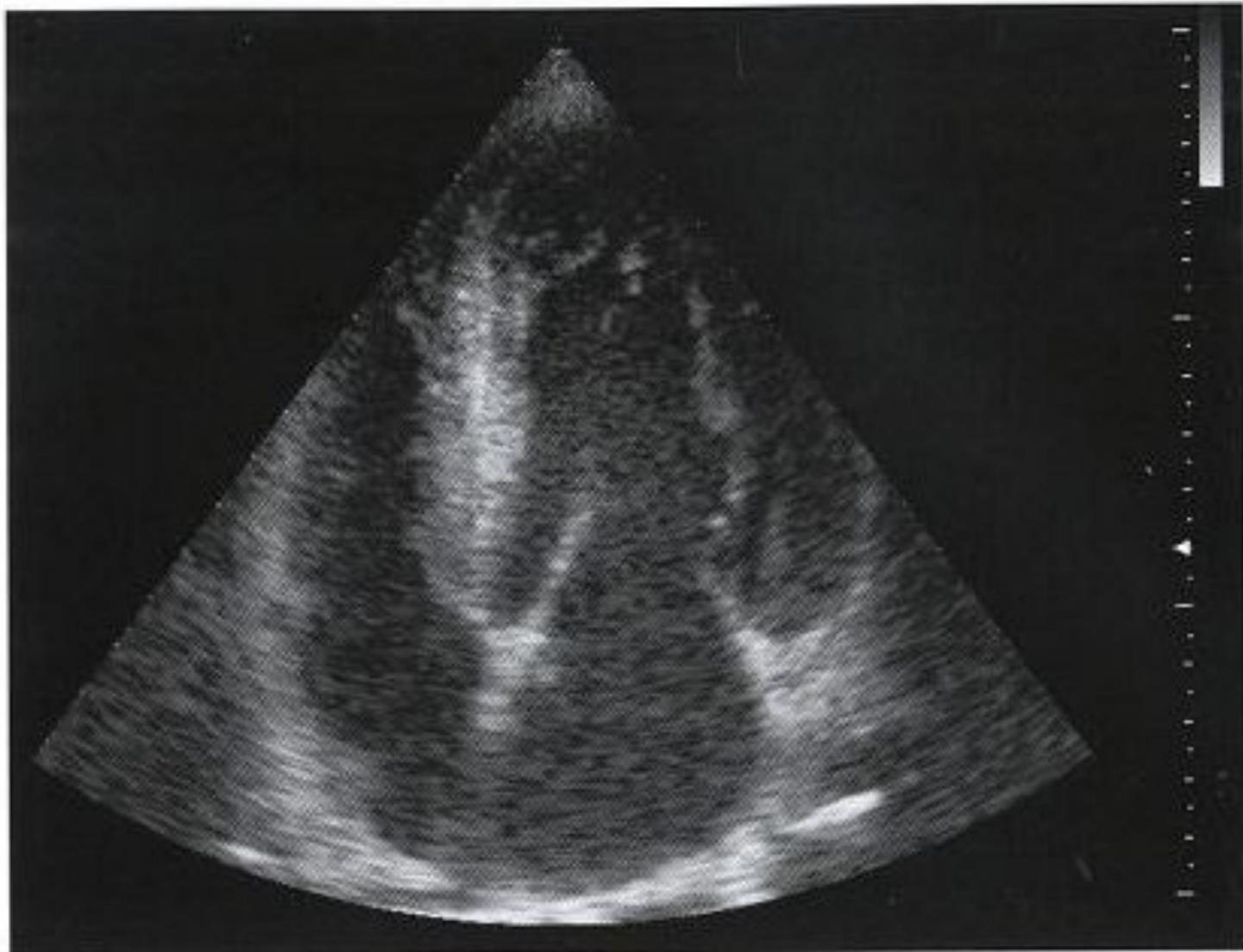
В норме максимальная систолическая скорость на АК составляет от 0,9 до 1,8 м/с, в среднем – 1,3 м/с. При АС скорость превышает 2 м/с. Ее можно измерить в апикальной, правой парастернальной или супрастернальной позиции.

Импульсное доплеровское исследование кровотока через АК в апикальной пятикамерной позиции, демонстрирующее повышенную систолическую скорость.



## **Гемодинамика при аортальном стенозе**

При наличии препятствия поступлению крови в систолу из левого желудочка в аорту давление в полости левого желудочка повышается. Это приводит к формированию гипертрофии стенки левого желудочка. Со временем может развиваться дилатация полости левого желудочка: левое предсердие дилатируется и давление в нем также возрастает в результате наличия патологической митральной регургитации. Скорость потока в систолу через аортальный клапан увеличивается. При эксцентричном распространении струи может развиваться постстенотическая дилатация восходящего отдела аорты. Имеется риск отслойки интимы аорты.



**Рис. 8.23.** Гипертрофия стенок левого желудочка при аортальном стенозе (В-режим).

# Классификация аортального стеноза

Клинически и гемодинамически АС можно разделить на незначительный, умеренный, тяжелый компенсированный и декомпенсированный.

**Незначительный АС** может протекать асимптоматически, без клинических проявлений. При этом площадь АО составляет около 2-1,2 см<sup>2</sup>. сократительная способность миокарда удовлетворительная, толщина стенок ЛЖ незначительная.

**Умеренный АС** характеризуется умеренной гипертрофией стенок ЛЖ, сократительная способность миокарда удовлетворительная или умеренно снижена, площадь АО составляет в этом случае 0,7-1,2 см<sup>2</sup>

**Тяжелый компенсированный АС.** Площадь АО составляет менее  $0,75 \text{ см}^2$ , сократительная способность миокарда снижена, гипертрофия стенок ЛЖ и степень дилатации ЛП значительная.

**Тяжелый декомпенсированный АС.** Резко нарушается систолическая функция ЛЖ, происходит дилатация его полости. Разница давления между ЛЖ и аортой в систолу уменьшается. Это может привести к недооценке степени стеноза и к ошибке диагностики

# **Расчет площади аортального отверстия и оценка степени аортального стеноза**

**Планиметрический расчет площади  
аортального отверстия в большинстве  
случаев невозможен из-за выраженности  
кальциноза створок. Оптимальной  
позицией является парастернальная или  
субкостальная короткая ось.**

# Расчет максимального и среднего систолического градиента давления на АК.

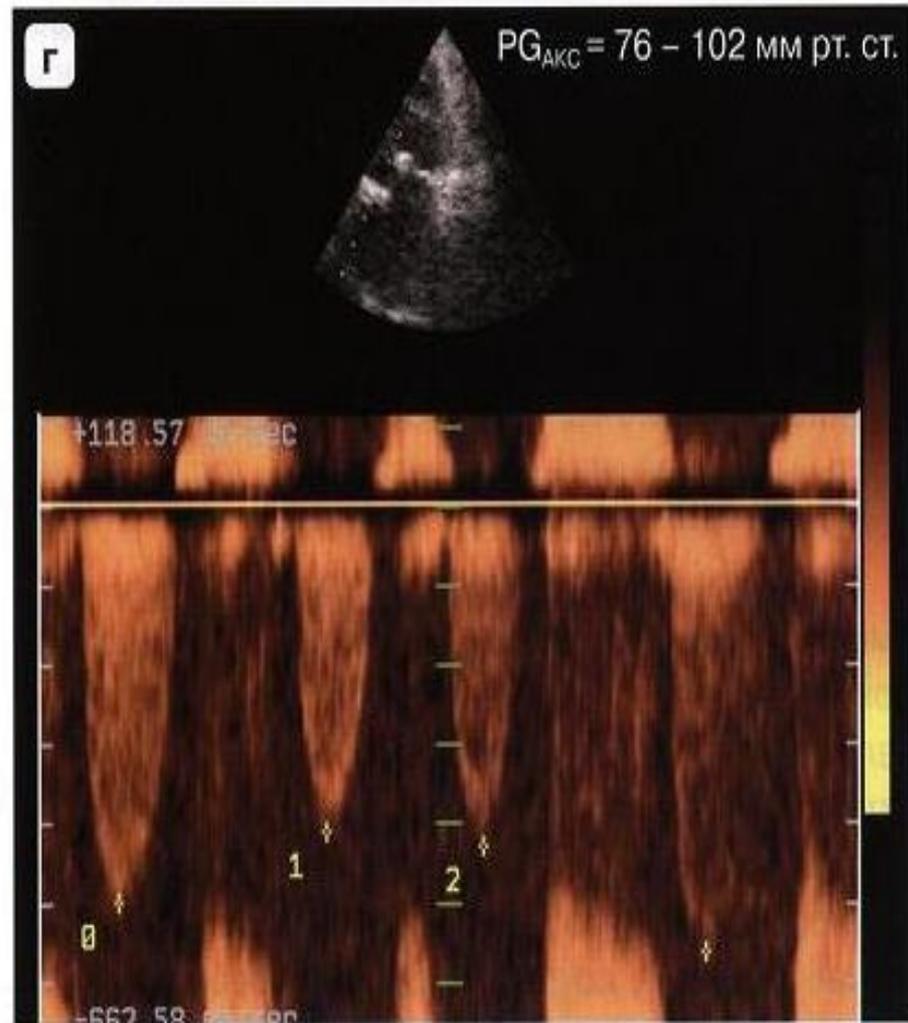
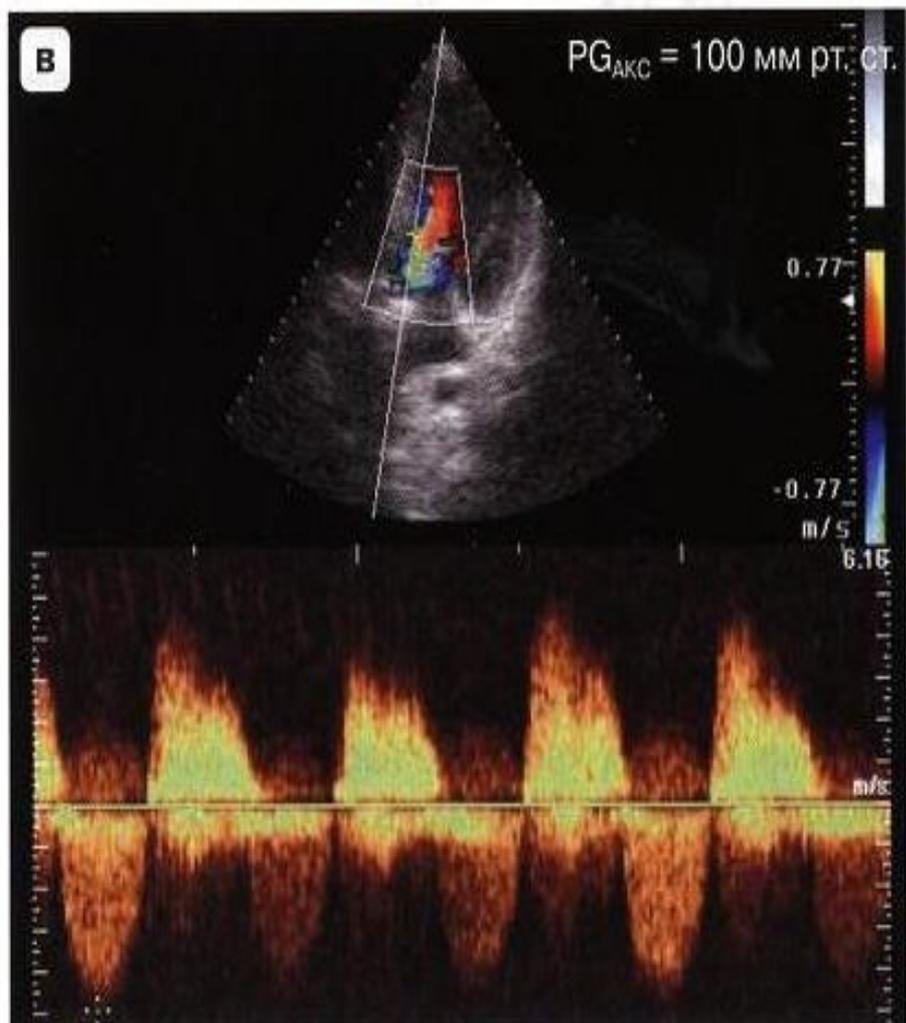
## Непрерывноволновой доплер (CW)

Позволяет рассчитать максимальный и средний градиент давления на АК в систолу (разницу давления между ЛЖ и аортой в систолу) и судить таким образом о степени АС.

В норме давление в систолу в ЛЖ составляет около 120 мм рт.ст., в аорте при этом давление немного ниже – 110-115 мм рт.ст. Кровь поступает из камеры с большим давлением в камеру с меньшим давлением – из ЛЖ в аорту. Разница давления в систолу между аортой и ЛЖ может составлять **до 10 мм рт.ст.**

**На фоне тахикардии** систолический градиент давления на АК увеличивается **до 15-20 мм рт.ст.**

При АС, измерив скорость систолического аортального потока и оттрассировав поток по контуру, по уравнению Бернулли можно рассчитать максимальный и средний градиент давления и по нему судить о степени тяжести стеноза



**Рис. 8.25.** Различные варианты спектра потока при аортальном стенозе (режим непрерывноволнового доплера) (а-г). Во всех случаях в диастолу определяется аортальная регургитация.

# Степень аортального стеноза в зависимости от максимального и среднего градиента давления

| Показатель                                     | Аортальный стеноз |           |            |
|------------------------------------------------|-------------------|-----------|------------|
|                                                | незначительный    | умеренный | тяжелый    |
| Максимальный PG, мм рт.ст.                     | 10-35             | 35-65     | более 65   |
| Средний PG, мм рт.ст.                          | менее 20          | 20-50     | более 50   |
| Площадь аортального отверстия, см <sup>2</sup> | 2,0-1,2           | 1,2-0,75  | менее 0,75 |

## Расчет площади АО с помощью уравнения непрерывности потока

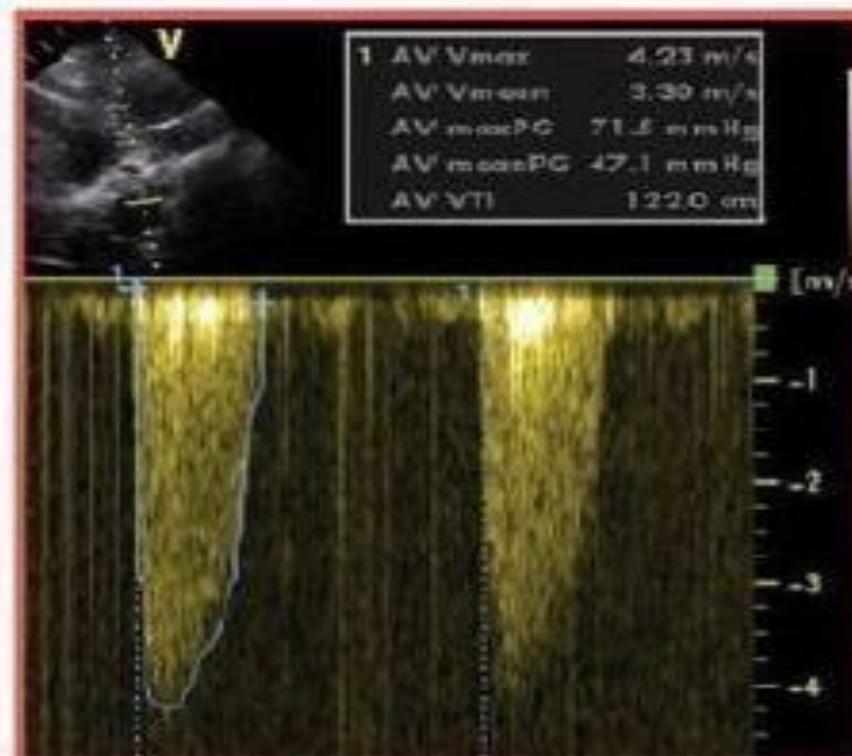
- Площадь АО= произведению площади выносящего тракта ЛЖ на интеграл линейной скорости потока в выносящем тракте  $VTI_{LVOT}$ , деленному на интеграл линейной скорости потока в аорте  $VTI_{AO}$

$$AVA = CSA_{LVOT} \times VTI_{LVOT} / VTI_{AO}$$

площадь поперечного сечения выносящего тракта ЛЖ, рассчитанная через его диаметр

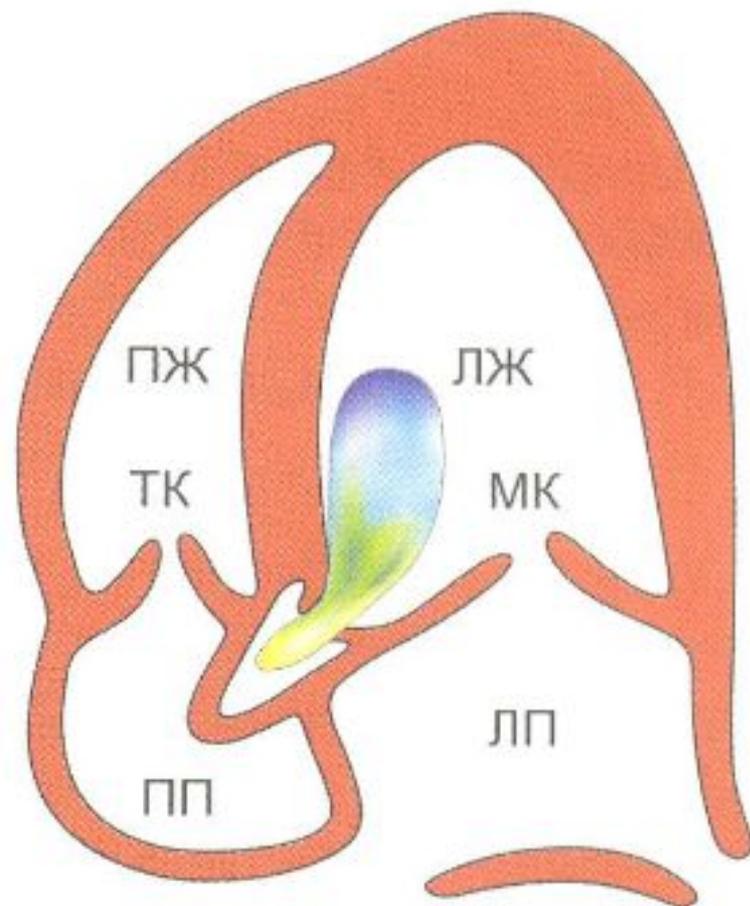
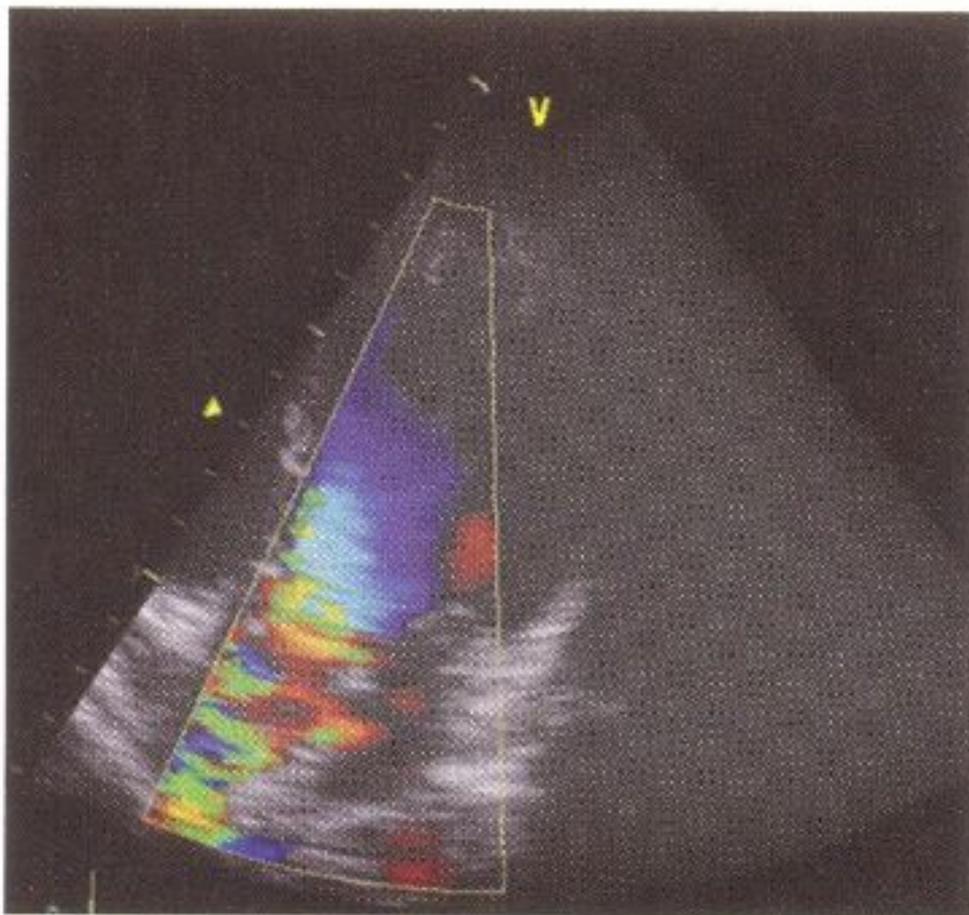
$$D, CSA_{LVOT} = \pi \times D^2/4;$$

Кровоток в выносящем тракте ЛЖ исследуют с помощью PW доплера. Кровоток в аорте - с помощью CW доплера.



## Цветное доплеровское картирование

В апикальной пятикамерной позиции выявляется «мозаичный» поток в проксимальной части аорты, начинающийся сразу за клапаном. Ширина потока соответствует размеру просвета АК. По локализации поток является проксимальным или дистальным к аортальному клапану при подклапанном или надклапанном АС соответственно.



Цветное доплеровское картирование стенозированного АК в апикальной пятикамерной позиции, демонстрирующее высокоскоростной кровоток в проксимальной части аорты

# Оценка тяжести аортального стеноза по степени снижения раскрытия АК

| Тяжесть аортального стеноза | Раскрытие аортального клапана |
|-----------------------------|-------------------------------|
| Незначительный              | 13-15 мм                      |
| Умеренный                   | 8-12 мм                       |
| Значительный                | < 8мм                         |

# Оценка тяжести АС по максимальной скорости и градиенту давления

| Тяжесть аортального стеноза | Максимальная скорость, м/с | Градиент давления, мм рт. ст. |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Незначительный              | 1-2                        | < 20                          |
| Умеренный                   | 2-4                        | 20-64                         |
| Значительный                | > 4                        | > 64                          |

# Оценка тяжести АС по площади раскрытия АК

| Тяжесть аортального стеноза | Площадь аортального клапана, см <sup>2</sup> |
|-----------------------------|----------------------------------------------|
| Незначительный              | 1,5-2,5                                      |
| Умеренный                   | 0,75-1,5                                     |
| Значительный                | < 0,75                                       |

# Расчет индекса площади АО

Индекс площади АО =  $S_{АО} / \text{ППТ}$

Значительный стеноз если ИСАО менее  $0,6 \text{ см}^2/\text{м}^2$

Необходимо помнить о том, что при высокой степени АР максимальный градиент давления на АК может возрасти до 25-27 мм рт.ст. при отсутствии АС за счет увеличения объема крови, возвращающегося из ЛЖ в аорту.

# Расчет систолического давления в левом желудочке при АС

- Систолическое давление в ЛЖ при АС равно систолическому градиенту давления на АК + систолическое АД

$$P_{\text{ЛЖ}} = P_{\text{Г}_{\text{АК}}} + \text{АД}_{\text{сист}}$$

В норме  $P_{\text{ЛЖ}} < 150$  мм рт.ст.

## Ошибки в диагностике аортального стеноза

В тех случаях, когда АК значительно кальцинирован, визуализировать створки отдельно сложно. В этой ситуации невозможно проводить дифференциальную диагностику между трехстворчатым и двухстворчатым АК, а также между ревматическим и «кальцинированным» (возрастным) аортальным стенозом. При состоянии, именуемом аортальным склерозом у пожилых, отмечается кальцификация АК без какого-либо нарушения раскрытия клапана или движения створок. У этих пациентов имеется систолический шум, часто сочетающийся с АГ и СД.

## Ошибки в диагностике аортального стеноза

Такая патология створок, как утолщение, неподвижность и кальцификация, не выявляется при надклапанном или подклапанном типах АС. Клинически при клапанном АС наблюдается лишь щелчок изгнания и систолическое дрожание. Развитие ГЛЖ при АС идентично другим состояниям, вызывающим перегрузку ЛЖ давлением. Этими состояниями являются АГ и коарктация аорты. Уменьшение степени раскрытия АК в виде «коробочки» является признаком умеренного или тяжелого АС. Однако оно также наблюдается при других заболеваниях, сопровождающихся низким сердечным выбросом.

Ошибки в диагностике аортального стеноза

Кроме двухстворчатого АК эксцентрическая диастолическая линия закрытия может также наблюдаться при трехстворчатом АК и субаортальном дефекте МЖП и пролапсом правой коронарной створки в ВТЛЖ.

При подклапанном или надклапанном АС с проведением цветного доплеровского картирования или постоянно-волнового доплеровского исследования высокоскоростной поток и повышенный градиент давления выявляются под или над уровнем АК соответственно.

## Ошибки в диагностике аортального стеноза

При наличии АС фракция выброса ЛЖ может быть низкой, несмотря на нормальную сократимость ЛЖ. Это связано с тем, что ЛЖ приходится преодолевать высокое трансортальное сопротивление во время сокращения. После протезирования АК фракция выброса ЛЖ чаще всего возрастает. Тяжесть АС не связана с интенсивностью систолического шума при аускультации. Турбулентный поток через незначительно стенозированный клапан может давать громкий шум, в то время как выраженное ограничение кровотока через значительно стенозированный клапан может приводить к появлению мягкого шума.

## Показания к хирургическому лечению аортального стеноза

- Тяжелый АС (градиент давления  $> 64$  мм рт. ст.; площадь АК  $< 0,75$  см<sup>2</sup>).
- Умеренный АС при наличии клинической симптоматики (стенокардия, обмороки)
- Умеренный АС без клинической симптоматики, но с высоким уровнем прогрессирования
- Умеренный АС при необходимости выполнения другой хирургической операции на сердце (например АКШ)
- Умеренный или тяжелый АС с систолической дисфункцией ЛЖ.