

Митральный клапан

Митральный клапан

Аппарат митрального клапана является сложной комплексной структурой, **морфологическими элементами** которого являются:

- соединительнотканное атриовентрикулярное кольцо,
- створки,
- папиллярные мышцы
- сухожильные хорды.

В **функциональном** отношении в аппарат митрального клапана помимо указанных структур включают

- левое предсердие
- левый желудочек.

Митральный клапан

- Границы и размеры левого предсердно-желудочкового отверстия определяются фиброзным кольцом, которое у детей младшего возраста имеет округлую форму, а в старшем возрасте - овальную.

Митральный клапан

- Митральный клапан в 62% случаев представлен двумя створками-передней и задней, дополнительные створки определяются в 38 % случаев за счет расщепления задней створки.
- Передняя створка приблизительно в 3 раза длиннее задней

Митральный клапан

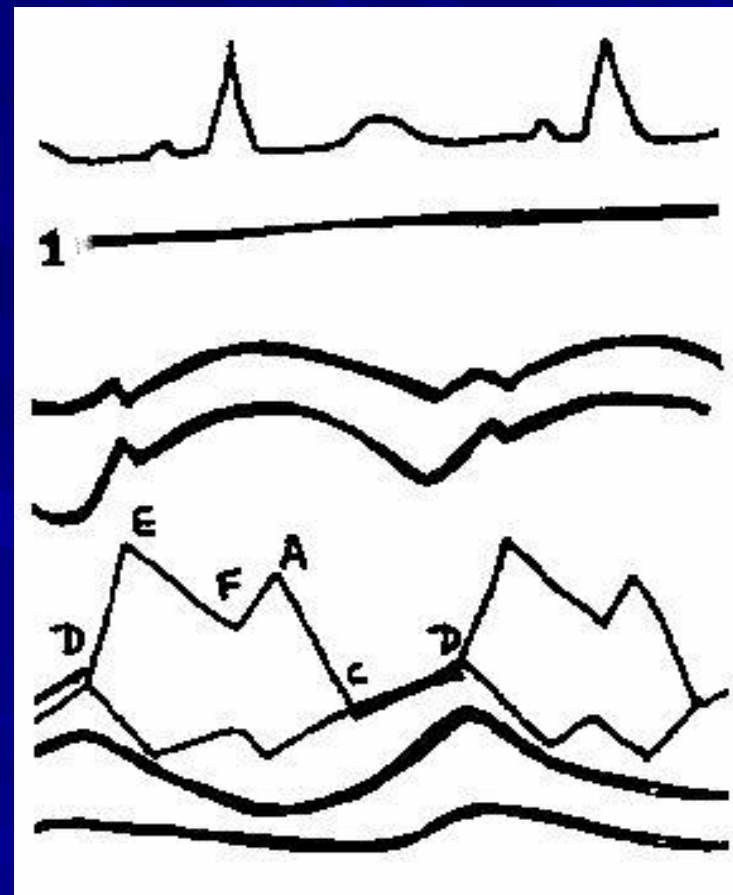
- Сухожильные хорды отходят от сосочковых мышц, в основном прикрепляются по свободному краю створок и в меньшей степени по всей их желудочковой поверхности вплоть до фиброзного кольца.
- Многие хорды перед прикреплением к створке разделяются на ряд нитей.
- Количество прикрепляющихся сухожильных хорд к створкам варьирует от 20 до 70.

Митральный клапан

- Папиллярные мышцы являются непосредственным продолжением миокарда, чаще всего встречается две сосочковых мышцы, отходящих от передней и задней стенки желудочка. Форма сосочковых мышц разнообразна, они могут иметь общее основание и несколько верхушек, одно основание и одну верхушку, одну верхушку и несколько оснований.

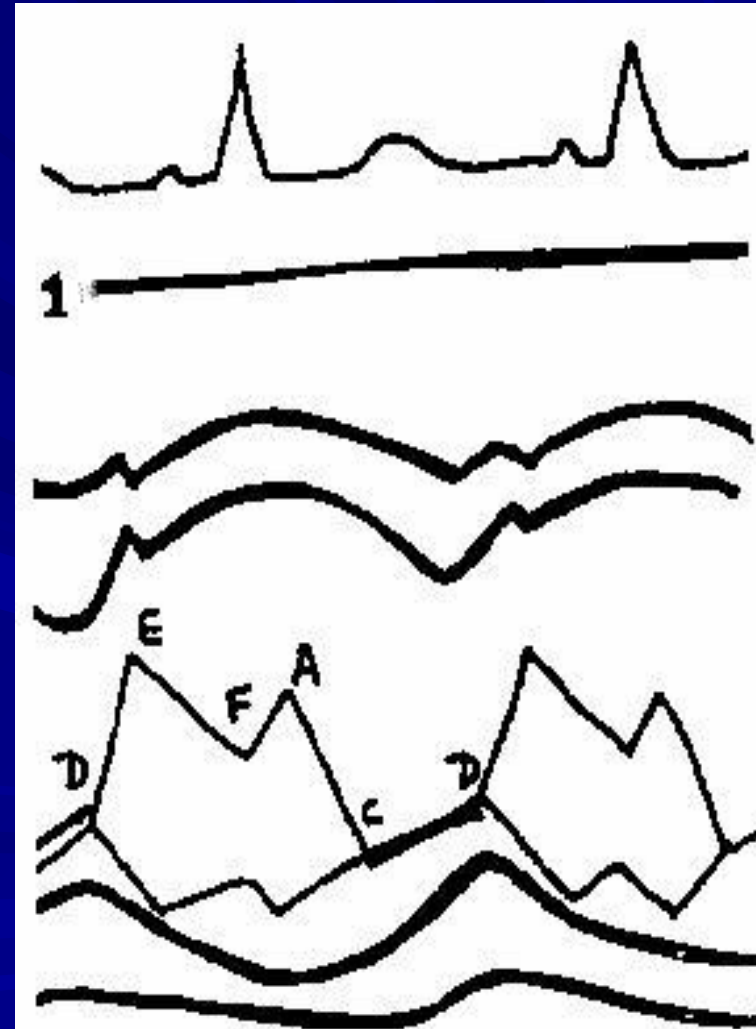
Митральный клапан

- Максимальное открытие створок в раннюю диастолу обозначают точкой E. Амплитуда движения передней митральной створки в диастолу в несколько раз превышает экскурсию задней створки.
- Затем на протяжении диастолы створки начинают частично закрываться (точка F), но при сокращении левого предсердия вновь открываются (точка A).
- С началом систолы створки смыкаются (точка C). В момент систолы створки сомкнуты, определяются в виде 2-3 параллельных линий, имеющих косовосходящий характер движения (отрезок C-Д).



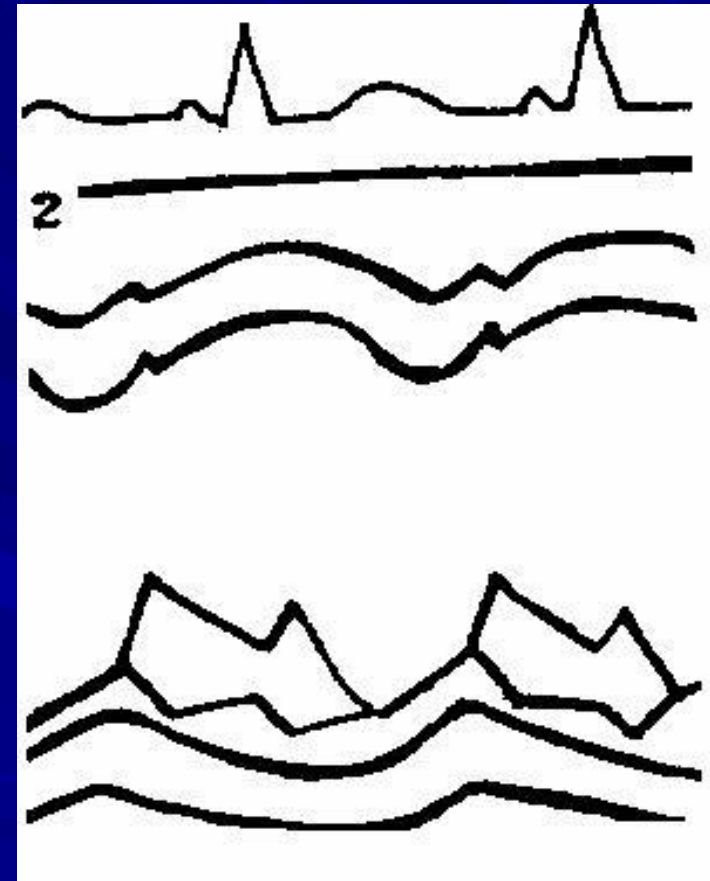
Митральный клапан

- Наклон DE отражает скорость открытия митрального клапана. Этот показатель зависит от величины давления в левом желудочке и в норме колеблется от 235-375 мм/с.
- Наклон EF отражает скорость раннего диастолического закрытия клапана. В норме данная величина варьирует от 50 до 150 мм/с.



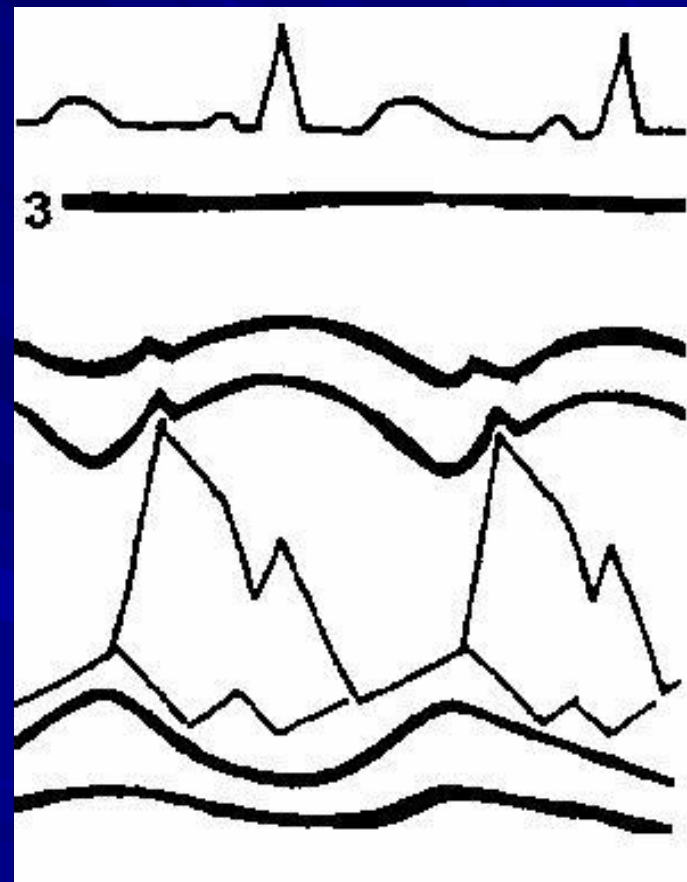
Уменьшение амплитуды открытия передней митральной створки (уменьшение амплитуды ДЕ менее 20 мм).

- Стеноз МК (в т. ч. врожденный, парашютообразный митральный клапан и др)
- Сердечная недостаточность (при кардитах, ДКМП и др.).
- Состояния, связанные с выраженной объемной перегрузкой правых отделов сердца (большой ДМПП, открытый АВ канал).
- ГКМП (субаортальный стеноз).
- Недостаточность АК
- Массивный перикардальный выпот.
- Миксома левого предсердия.



Увеличение амплитуды открытия передней митральной створки (амплитуда ДЕ превышает 2/3 размера полости левого желудочка в диастолу)

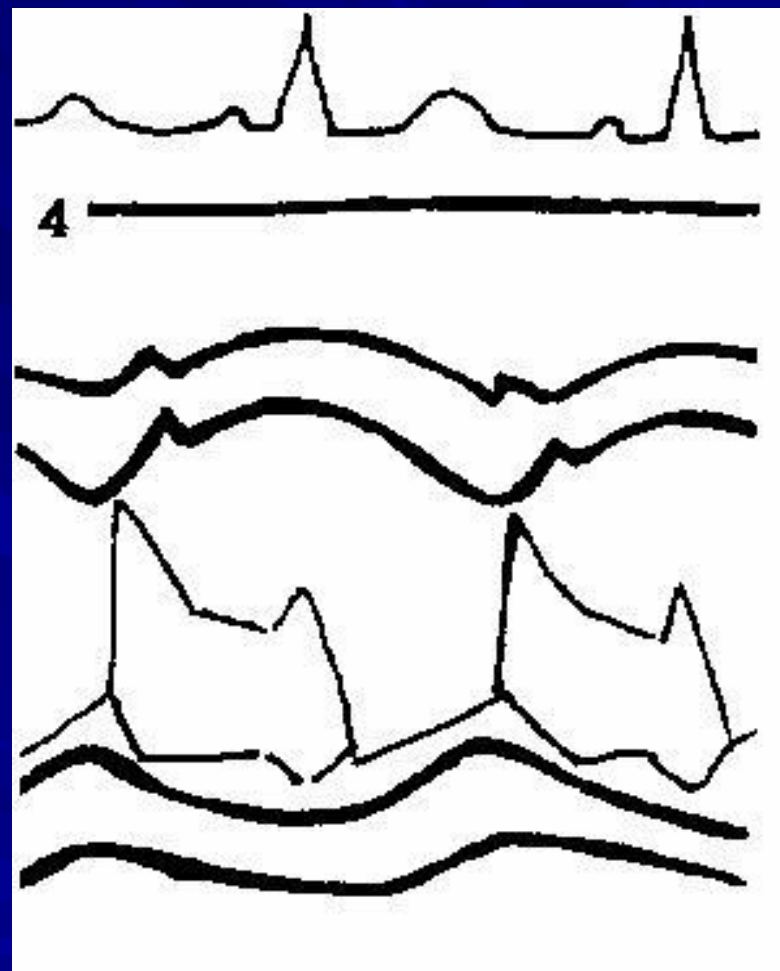
- Пролапс митрального клапана.
- Недостаточность МК любой этиологии.
- Атрезия ТК клапана.
- Единственный желудочек с одним атриовентрикулярным клапаном.
- Гиперкинетический синдром.
- Начальная стадия артериальной гипертензии.



Увеличение скорости открытия

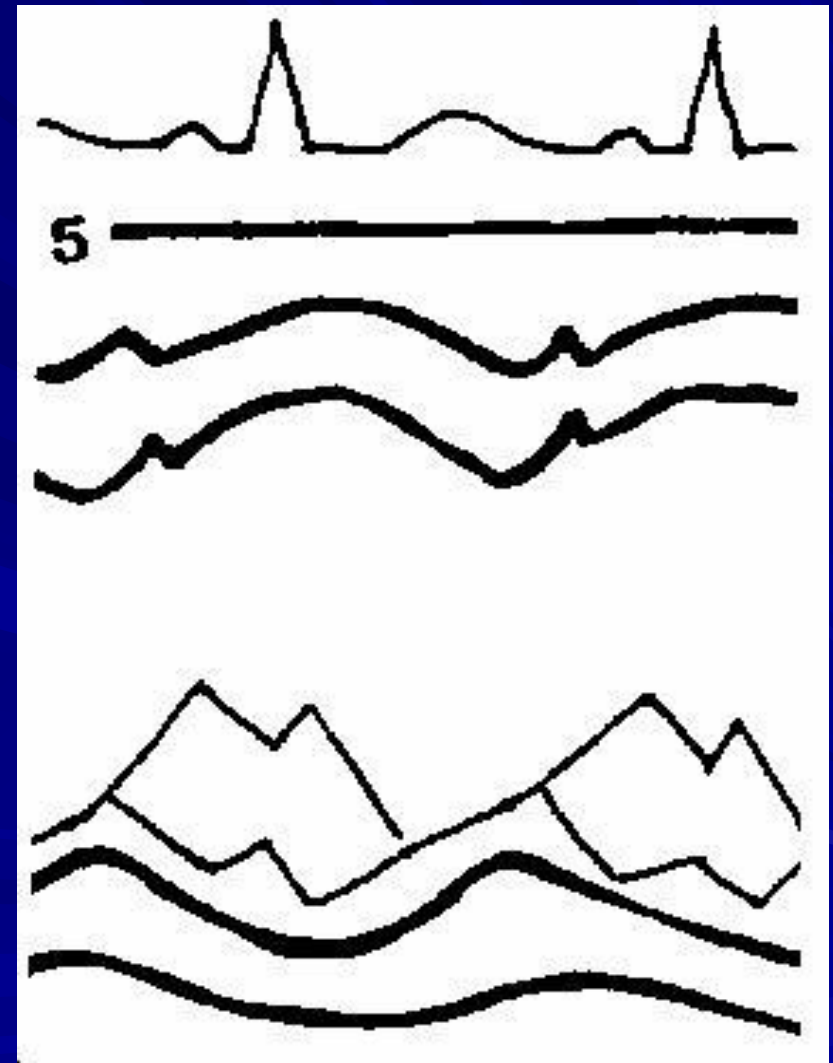
митрального клапана (наклон ДЕ более 375 мм/с)

- Гиперкинетический синдром.
- Пролапс митрального клапана.
- Недостаточность митрального клапана.
- Объемная перегрузка левого желудочка, связанная с увеличенным митральным потоком (ДМЖП, ОАП и др.).



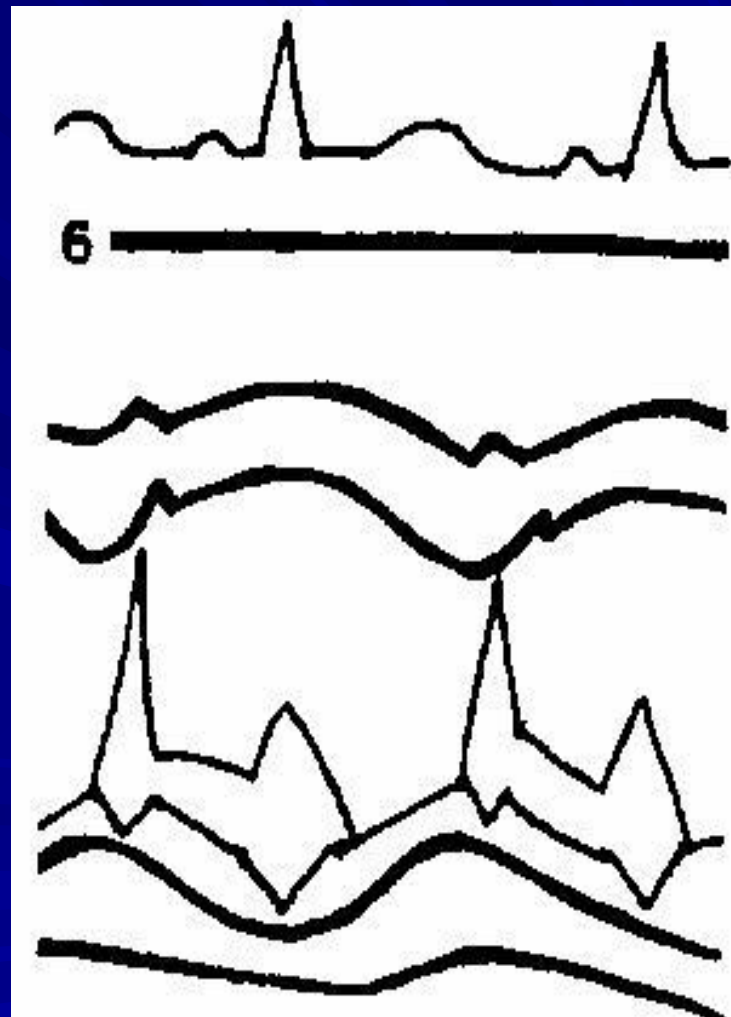
Уменьшение скорости открытия митрального клапана (наклон ДЕ менее 235 мм/с)

- Связано с повышением конечно-диастолического давления в ЛЖ.
- Застойная сердечная недостаточность.
- Артериальная гипертензия.
- Гипертрофическая кардиомиопатия.
- Рестриктивная кардиомиопатия.



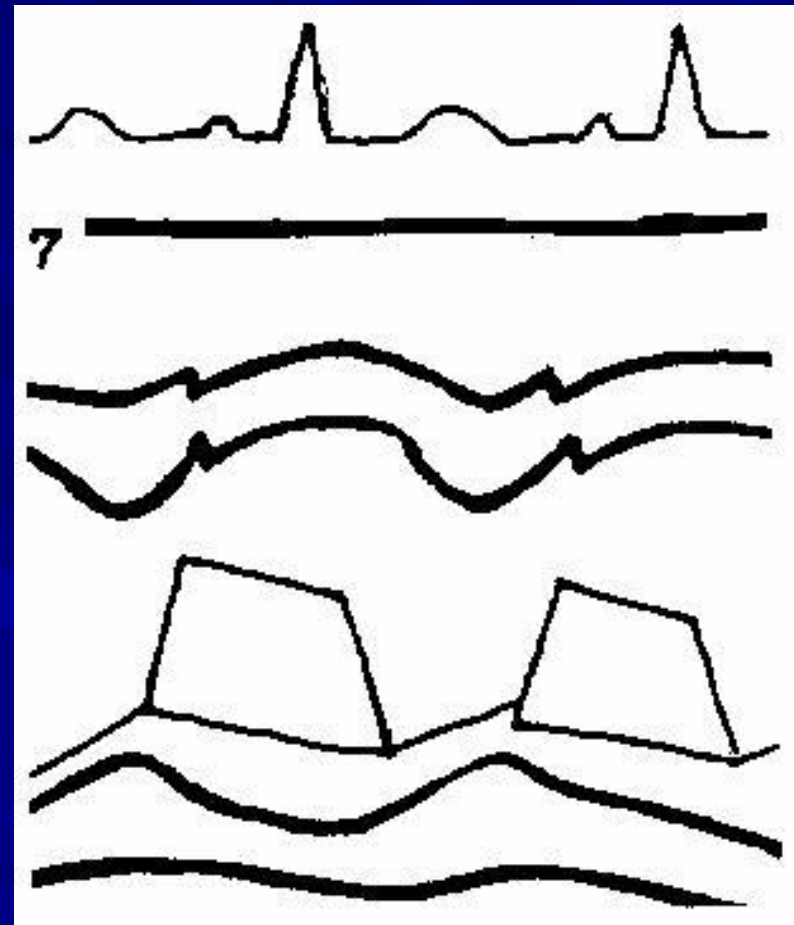
Увеличение наклона ЕФ передней митральной створки (наклон ЕФ ПС митральной более 150 мм/с).

- Недостаточность МК (врожденная, приобретенная, относительная).
- Недостаточность МК.
- Гиперкинетический синдром.
- Объемная перегрузка левых отделов сердца при большом лево-правом сбросе крови с повышенным кровотоком через митральный клапан (ДМЖП, ОАП).



Уменьшение наклона EF передней митральной створки (менее 50 мм/с)

- нарушением наполнения ЛЖ,
- снижением растяжимости ЛЖ,
- уменьшением кровотока через митральный клапан.



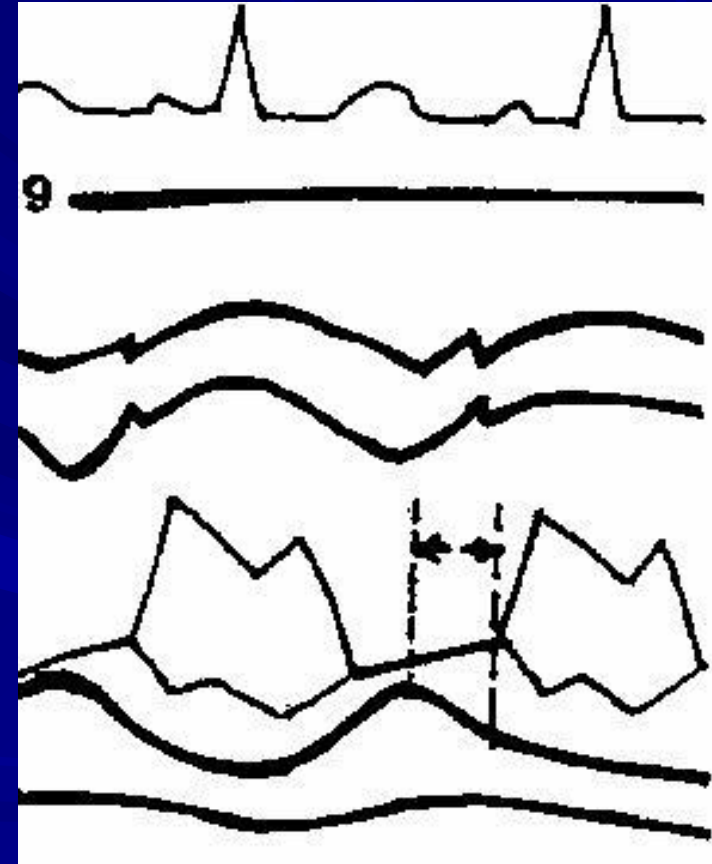
Уменьшение наклона EF передней митральной створки

1. Митральный стеноз.
2. Миксома левого предсердия.
3. Аортальный стеноз (наклон EF меньше 35 мм/с свидетельствует о критическом стенозе).
4. ГКМП.
5. ДКМП.
6. Объемная перегрузка правых отделов сердца (ДМПП, атриовентрикулярная коммуникация и др.).
7. Легочная гипертензия.
8. Перикардальные спайки.
9. Тампонада перикарда.
10. Констриктивный перикардит.
11. Рестриктивная кардиомиопатия.

Задержка открытия митрального клапана

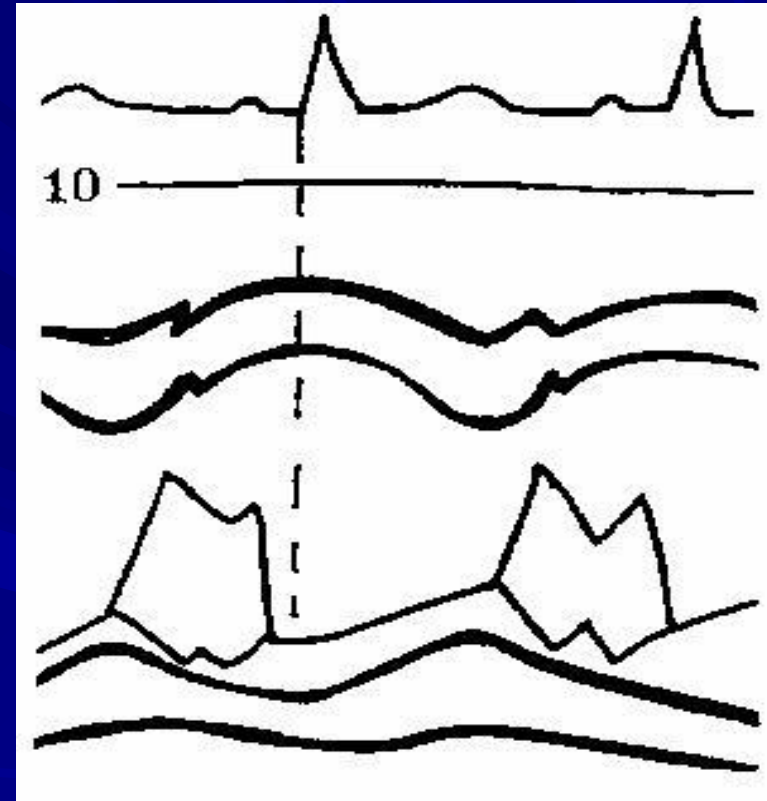
(интервал от пика систолического движения ЗСЛЖ до точки Д митрального клапана более 80 мс)

- Гипертрофическая кардиомиопатия.
- Дискретный субаортальный стеноз.
- Аортальная недостаточность.
- Рестриктивная кардиомиопатия.
- Гипертоническая болезнь.



Преждевременное закрытие митрального клапана

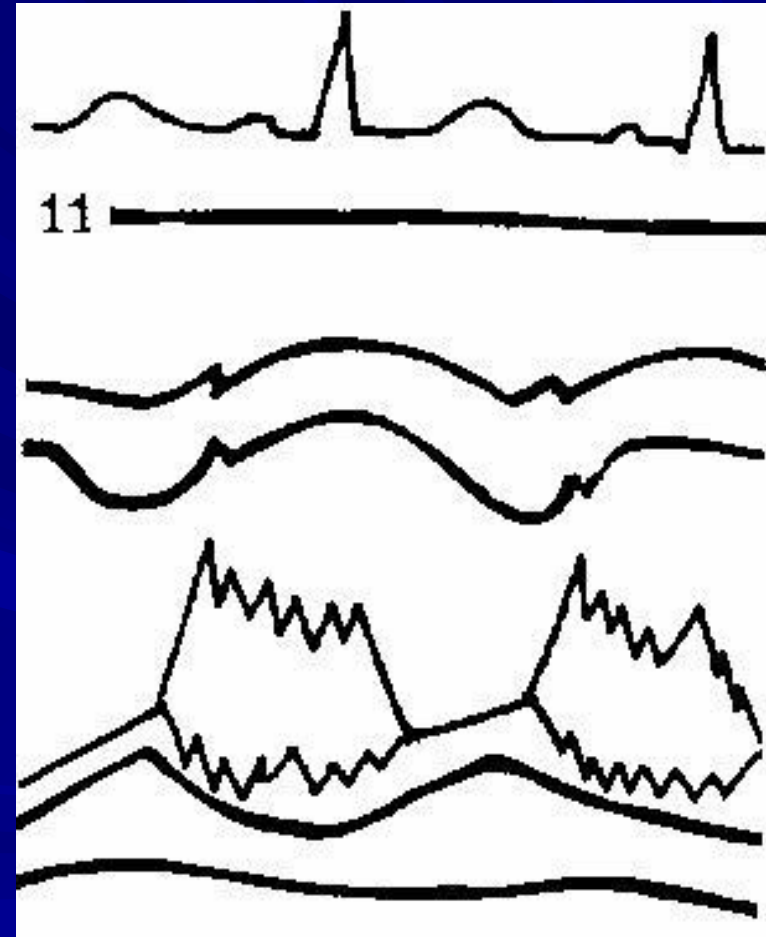
- Наблюдается при состояниях, связанных с быстрым повышением диастолического давления в левом желудочке.
- Аортальная недостаточность.
- Общий артериальный ствол
- Аорто-левожелудочковый туннель.



Диастолическое трепетание створок митрального клапана

Может быть связано с:

- Регургитирующим током крови,
- внутрисердечным сбросом крови,
- турбулентным током крови в левом желудочке.

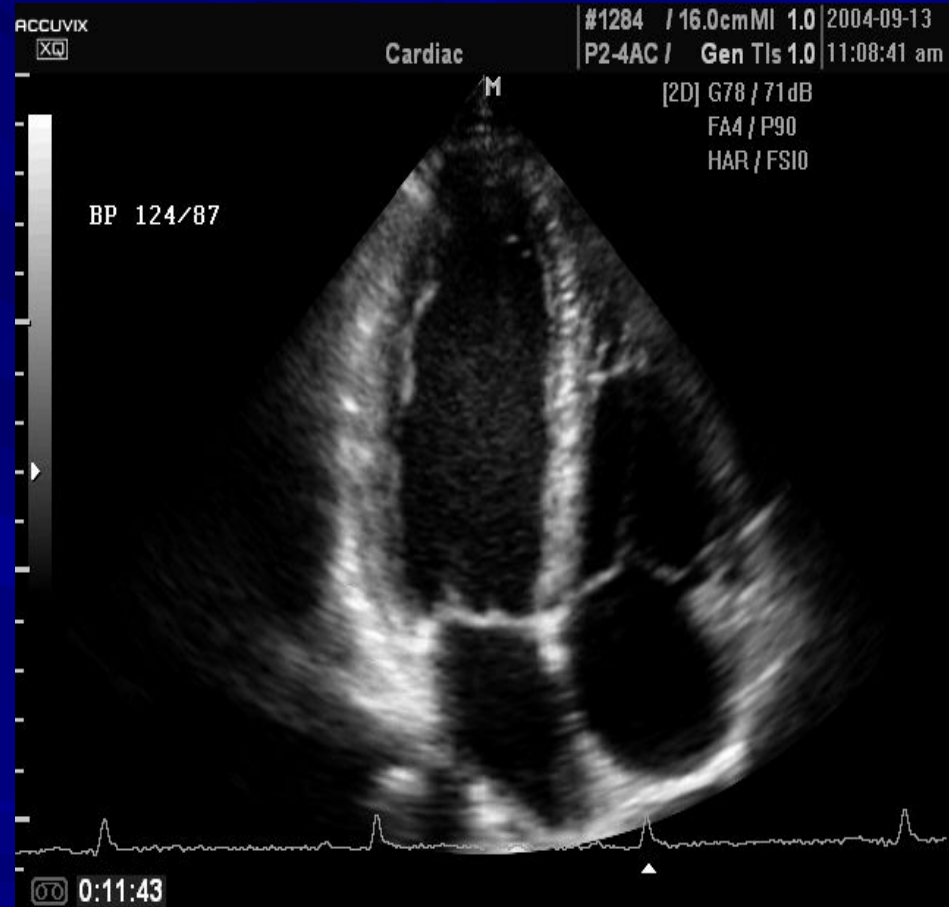


Диастолическое трепетание створок митрального клапана

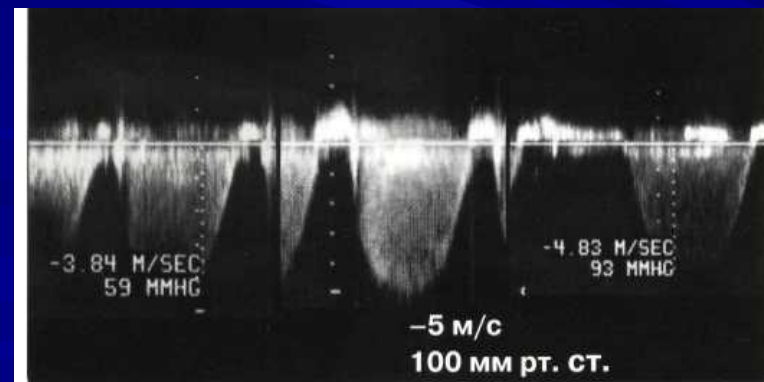
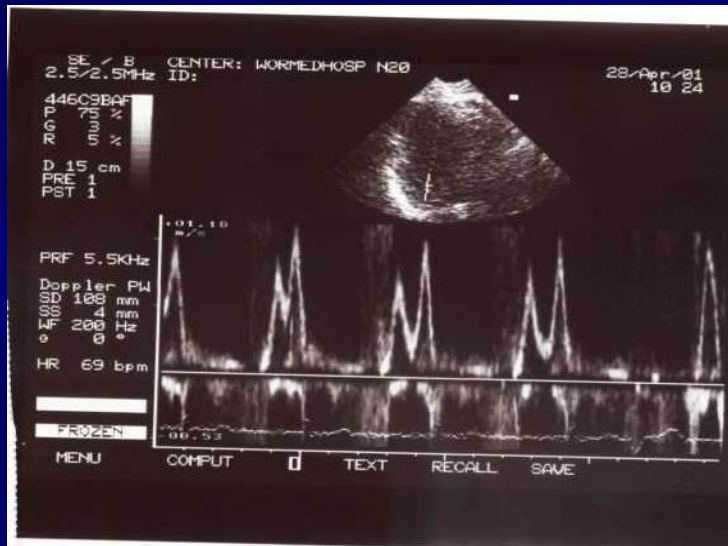
Различают крупно- и мелковолновое трепетание правильной и хаотической формы.

- Пролапс митрального клапана.
- Отрыв сухожильных хорд от створки МК.
- Аортальная недостаточность.
- Подклапанный (дискретный) стеноз аорты.
- Двухстворчатый аортальный клапан.
- Инфекционный эндокардит митрального клапана.
- Общий артериальный ствол.
- Тетрада Фалло (в 71% случаев).
- ДМЖП в сочетании с обструкцией выходного тракта правого желудочка (в 80%).
- Изолированный ДМЖП.
- Транспозиция магистральных сосудов.

Митральный клапан



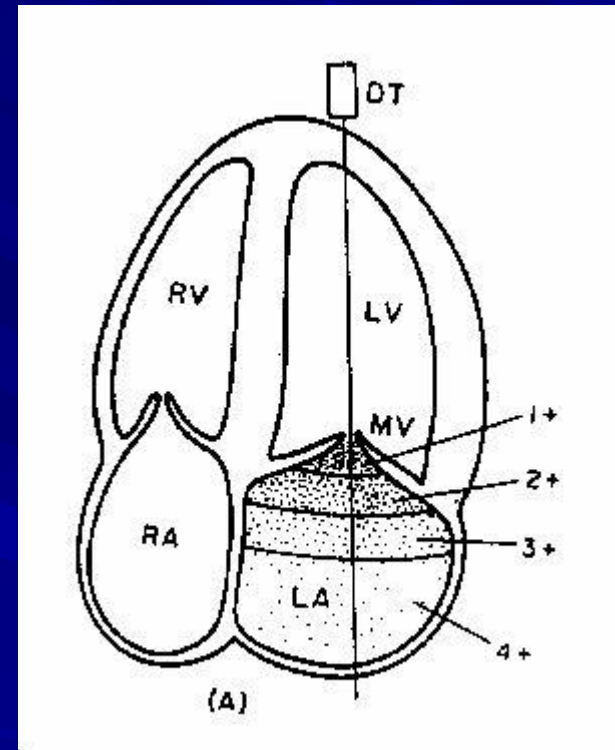
Митральная регургитация



Митральная регургитация

Градации величины регургитации :

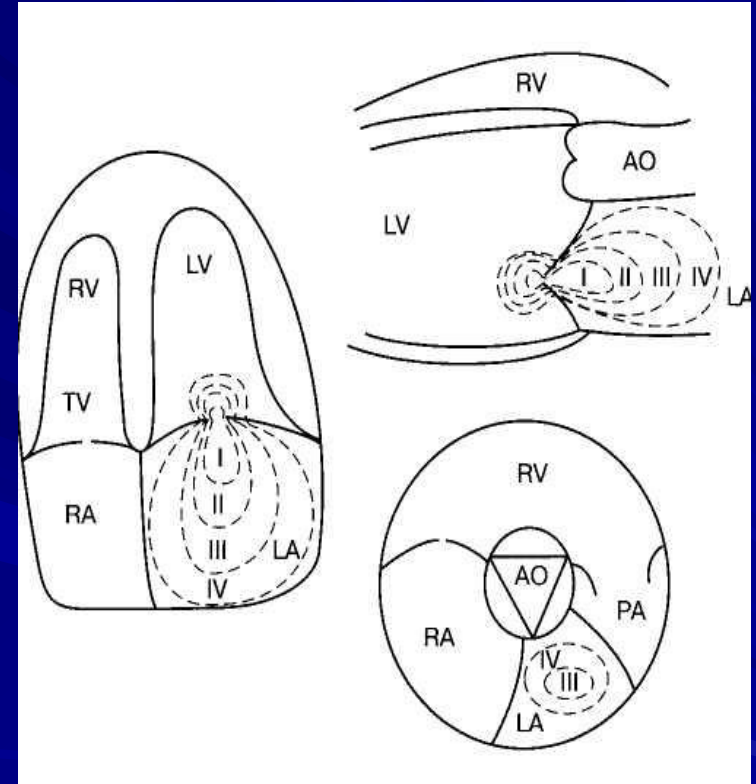
- **1 степень** - систолический регургитирующий поток распространяется на $1/4$ - $1/3$ полости левого предсердия;
- **2 степень** - систолический регургитирующий поток распространяется на $1/2$ полости левого предсердия;
- **3 степень** - систолический регургитирующий поток распространяется на $3/4$ полости левого предсердия;
- **4 степень** - систолический регургитирующий поток распространяется больше чем $3/4$ полости левого предсердия, до места впадения легочных вен.



Митральная регургитация

Критерии оценки степени митральной регургитации по процентному соотношению площади струи и площади ЛП:

- I ст <20% (незначительная)
- II ст 20-40% (умеренная)
- III ст 40-80% (значительная)
- IV ст >80% (тяжелая)



Степени митральной регургитации

1 степень



2 степень



2 степень



Митральная регургитация

- Критерии оценки степени митральной регургитации по величине *vena contracta*:

v.c. < 3 мм – незначительная

v.c. 3-7 мм – умеренная

v.c. > 7 мм – значительная

Митральная регургитация

Важным диагностическим критерием тяжести регургитации является диаметр проксимальной струи: чем он больше, тем больше значимость регургитации.

Yoshida и соавт. предложили следующую классификацию митральной регургитации по площади струи:

I степень	1-4 см ²
II степень	4-7 см ²
III степень	7-10 см ²
IV степень	более 10 см ²

Критерии оценки значимости митральной регургитации

- В настоящее время для оценки тяжести регургитации используется расчет фракции регургитирующего объема (RF), которая равна разности ударного объема трансмитрального диастолического потока и ударного объема систолического аортального потока, деленной на ударный объем трансмитрального диастолического потока :

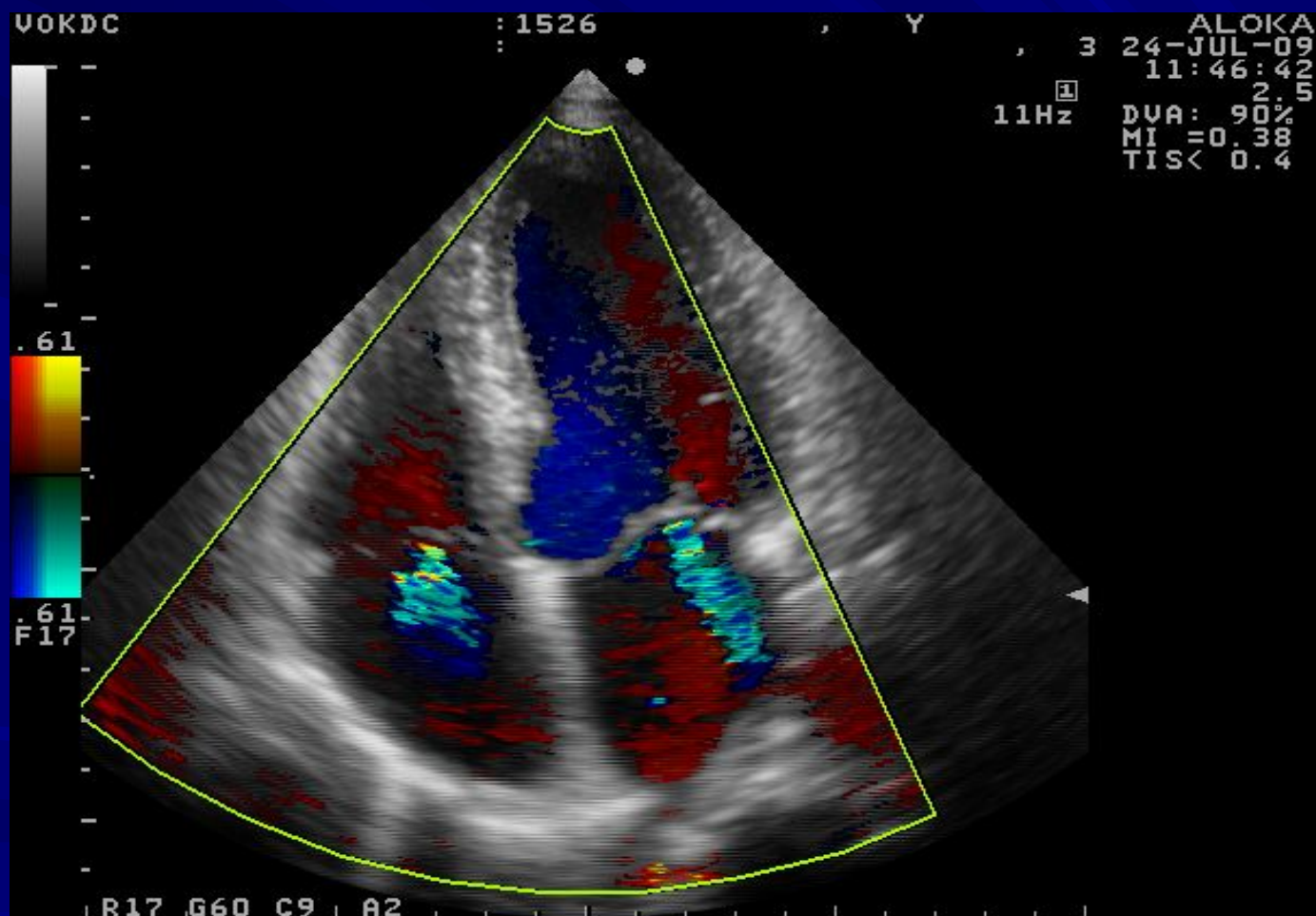
$$RF = (SV_{MKd} - SV_{AKs}) / SV_{MKd}$$

- Ударный объем SV равен произведению площади поперечного сечения CSA на интеграл линейной скорости потока VTI (принцип непрерывности потока):
 $SV = CSA \times VTI$.
- Площадь поперечного сечения равна произведению числа π (константы 3,14) на квадрат диаметра D , деленному на 4: $CSA = \pi D^2 / 4 = 3,14 D^2 / 4$.
- Интеграл линейной скорости потока VTI равен произведению средней скорости потока $v_{ср}$ на время выброса ET :
 $VTI = v_{ср} \times ET$.
- Таким образом, рассчитав ударный объем притока и оттока по формуле непрерывности потока, можно рассчитать фракцию регургитирующего объема на митральном клапане.

Основные эхоКГ критерии тяжелой митральной недостаточности

- размер ЛП превышает 5,5 см ,
- КДР ЛЖ превышает 7 см,
- высокая плотность ИВ доплеровского спектра МР и быстрое замедление систолического потока регургитации ,
- ассиметричная направленность потока регургитации вдоль стенок ЛП,
- ретроградный систолический кровоток в легочных венах,
- объем регургитирующей крови превышает 60 мл,
- фракция МР превышает 55 %,
- площадь регургитирующей струи при ЦДК превышает 8 см² и (или) она занимает 40 % и более площади ЛП.

Митральная регургитация



Пролапс митрального клапана

Синдром пролабирования митрального клапана встречается у 5-10% людей в популяции.

Пролабирование, или провисание, одной или обеих створок митрального клапана в систолу в полость левого предсердия считается истинным только в том случае, если регистрируется в двух эхокардиографических позициях:

апикальной четырехкамерной и парастернальной по длинной оси.

Пролапс митрального клапана

Необходимо различать истинный пролапс створок и их волнообразное провисание.

Незначительное провисание основания передней створки митрального клапана у детей и подростков до 5 мм является вариантом нормы, если оно не сопровождается патологической регургитацией.

Пролапс митрального клапана

Синдром пролабирования включает в себя клинические проявления в виде жалоб на атипичные боли в грудной клетке, нарушения ритма, инверсии на ЭКГ зубца Т в отведениях III и avf или в грудных отведениях, сопровождается наличием систолического шума при аускультации, митральной регургитацией, степень которой превышает физиологическую.

Этиология пролапса митрального клапана

- *Врожденный пролапс* часто встречается у молодых людей астенического телосложения, всегда имеет место при синдроме Марфана, расщеплении передней створки митрального клапана.
- *Приобретенный пролапс* наблюдается:
 - а) на фоне ревматического поражения створок;
 - б) в результате кальцификации основания ЗС МК,
 - в) вследствие инфекционного эндокардита;
 - г) в результате нарушения целостности хорд створок или нарушения функции папиллярной мышцы;
 - д) на фоне травмы сердца; е) вследствие миксоматозной дегенерации створок;
 - ж) на фоне аортального или субаортального стеноза (под воздействием высокого давления в левом желудочке в систолу).

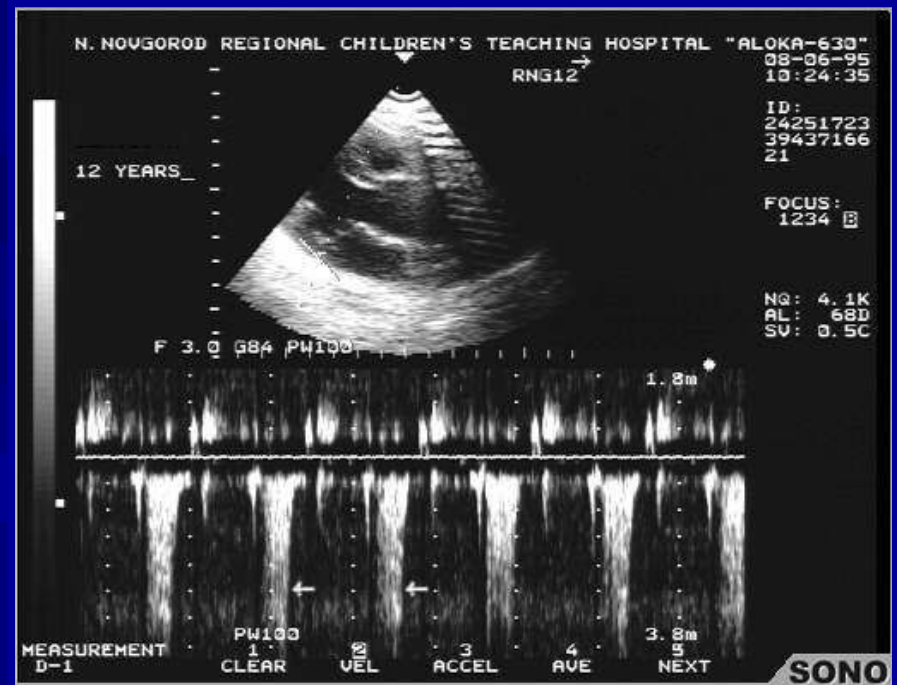
Оценка степени пролапса митрального клапана

- незначительный - до 5 мм;
- умеренный -от 5 до 10 мм;
- значительный - более 10 мм.

Пролапс митрального клапана

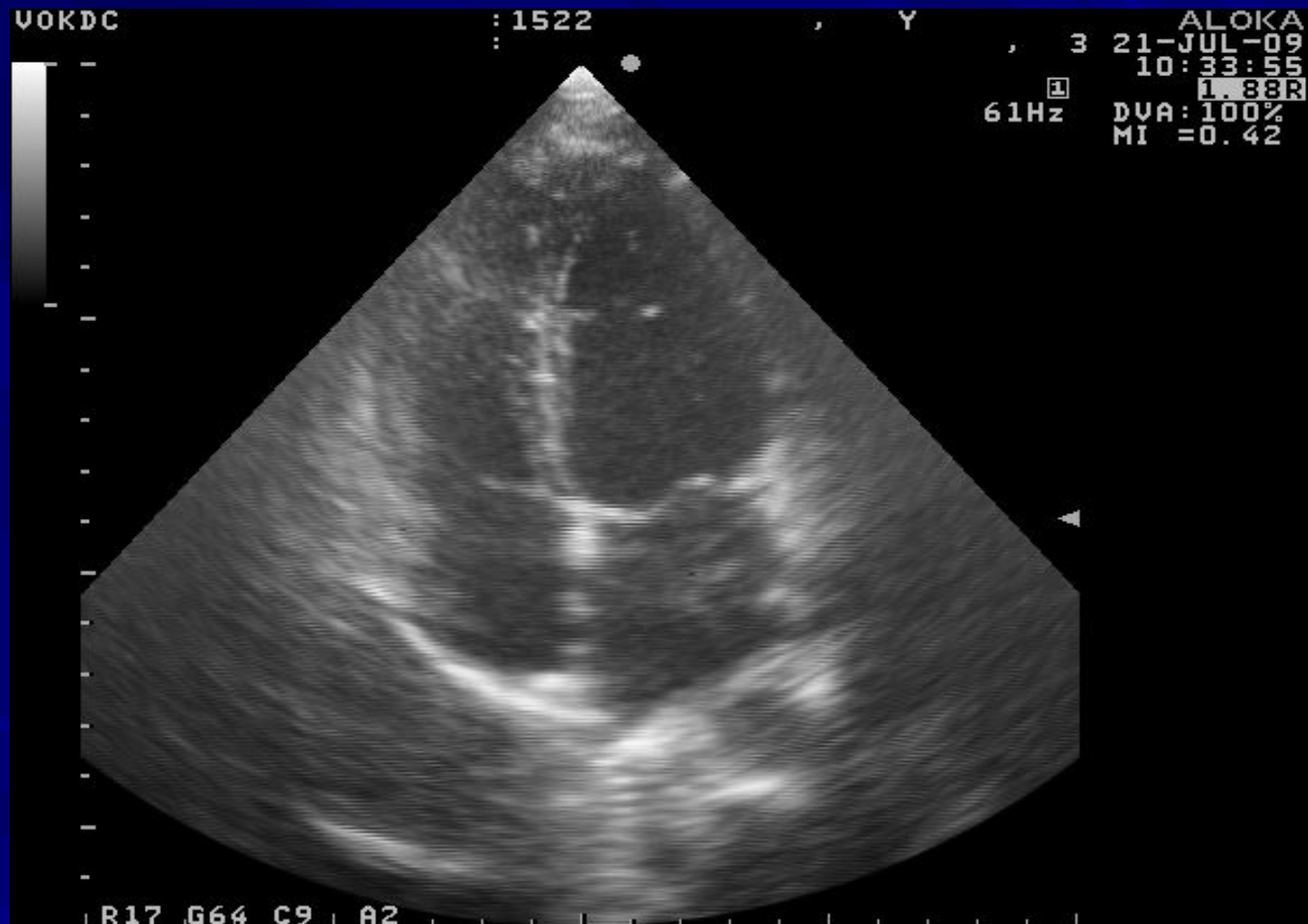


Провисание створки МК

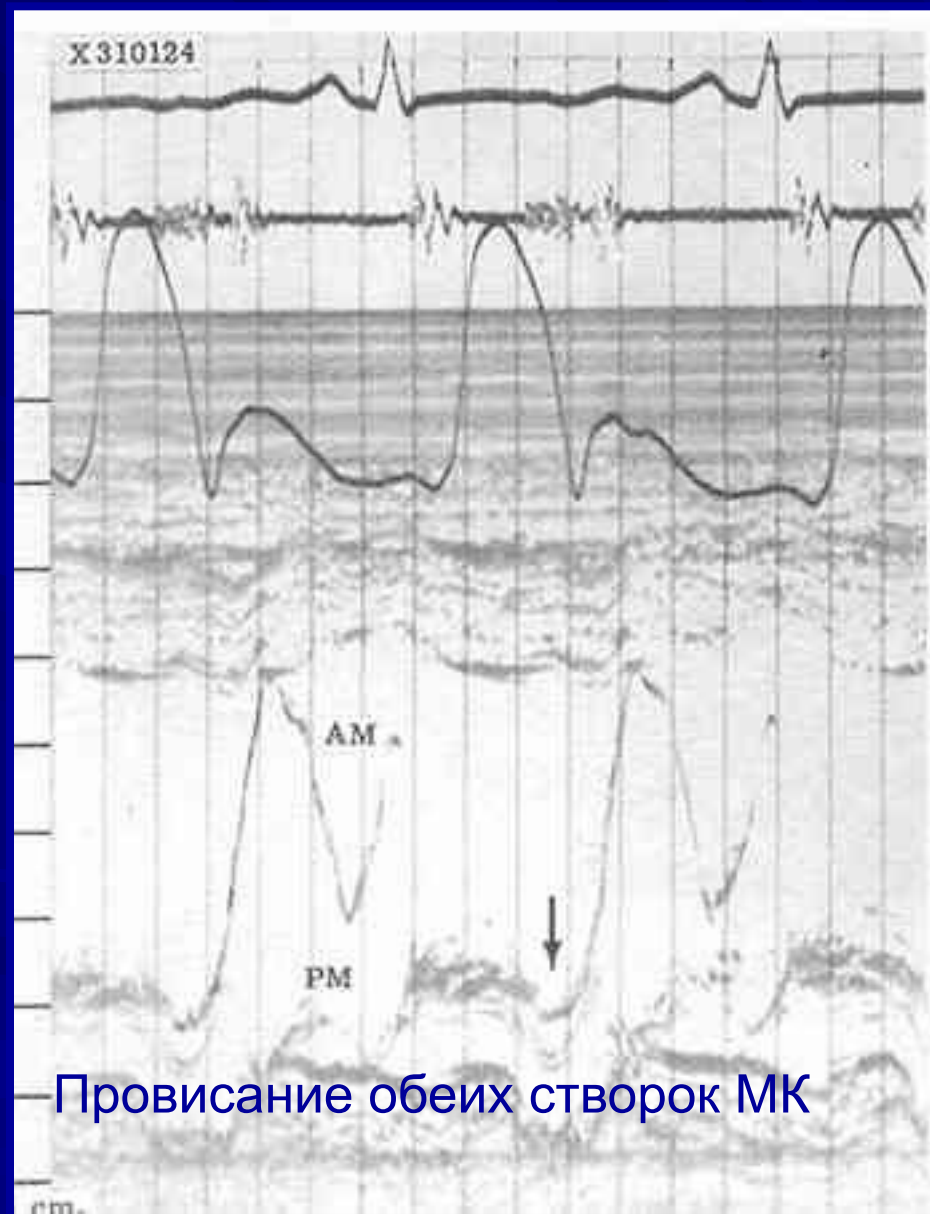


Регургитация на МК

Пролапс митрального клапана



Проплапс митрального клапана



Провисание обеих створок МК

Митральный стеноз

Этиология митрального стеноза

- *Ревматизм* – наиболее частая причина- створки митрального клапана изменяются, уплотняются, укорачиваются, спаиваются в области комиссур. Это ограничивает открытие створок . Задняя створка притягивается к передней и движется однонаправленно с ней.
- *Дегенеративная кальцификация атриовентрикулярного клапана*
- *Инфекционный эндокардит.*
- *Хронический вальвулит* - степень митрального стеноза незначительная или умеренная.
- *Обструкция опухолью* ведет к возникновению «ложного» стеноза. Наиболее частой причиной является миксома ЛП.

ЭхоКГ- признаки

- Уменьшение открытия створок митрального клапана в диастолу (в норме > 25 мм).
- Уменьшение скорости раннего диастолического прикрытия передней створки МК. Измерения проводят в М-режиме. При стенозе митрального клапана задняя створка спаяна с передней, открытие ограничено. В норме скорость раннего диастолического прикрытия составляет от 90 до 140 мм/с.
- Однонаправленное движение створок МК вследствие спаечного процесса в области комиссур, "парусение" передней створки митрального клапана в диастолу в полость левого желудочка под давлением крови. Как правило, чем больше степень стеноза, тем больше "парусит" передняя створка.

ЭхоКГ- признаки

- Уменьшение площади митрального отверстия.
- Увеличение скорости трансмитрального диастолического потока. Вследствие уменьшения площади митрального отверстия давление в полости ЛП возрастает, скорость кровотока через стенозированный клапан увеличивается, регистрируется высокоскоростной диастолический поток. Режим непрерывно-волнового доплера позволяют избежать искажения спектра и зарегистрировать потоки, скорость которых превышает 2,5 м/с.

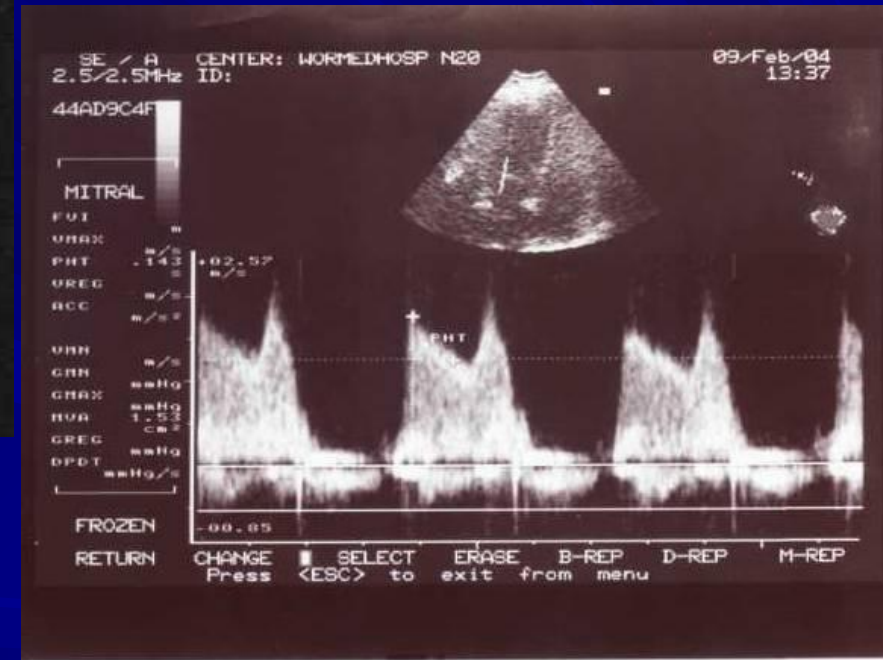
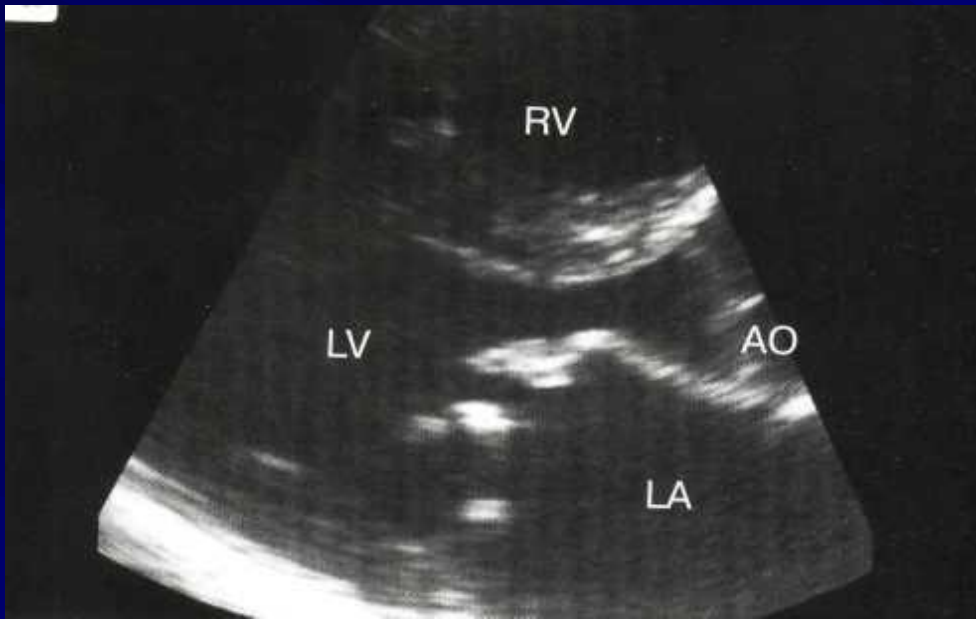
ЭхоКГ- признаки

- *Дилатация ЛП и правых камер сердца.*
Вследствие высокого давления в левом предсердии происходит его дилатация и дилатация легочных вен, возрастает давление в малом круге кровообращения - в легочной артерии и правых отделах сердца. В результате высокого давления происходит дилатация правых камер сердца, гипертрофируется стенка правого желудочка, дилатируется нижняя полая и печеночные вены .

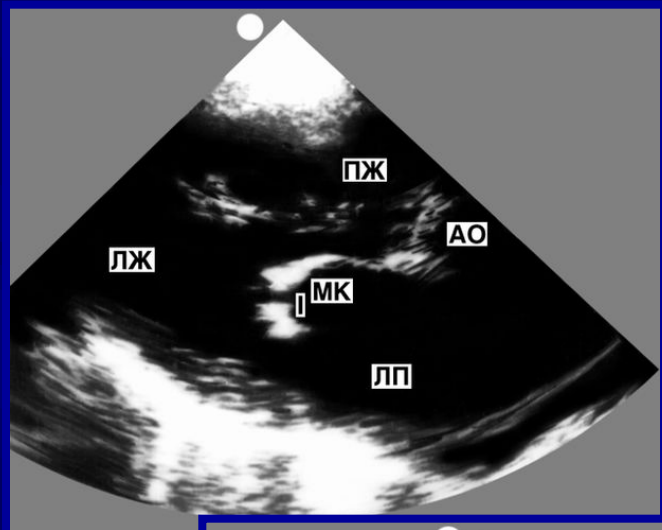
ЭхоКГ- признаки

- *Регистрация ускоренного турбулентного потока через МК в диастолу* в режиме цветового доплера значительно облегчает диагностику, так как позволяет совместить его с курсором непрерывно-волнового доплера и добиться высокой точности измерений. Измерив диаметр струи в цветном режиме в диастолу над створками МК в левом желудочке, можно измерить диаметр открытия створок клапана.

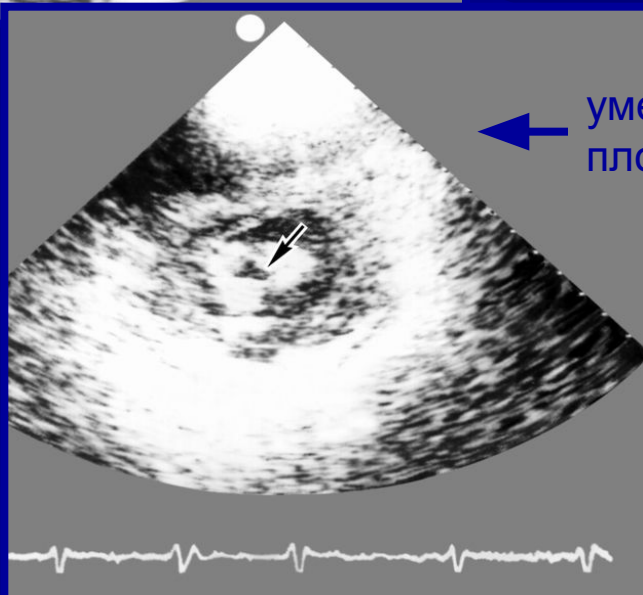
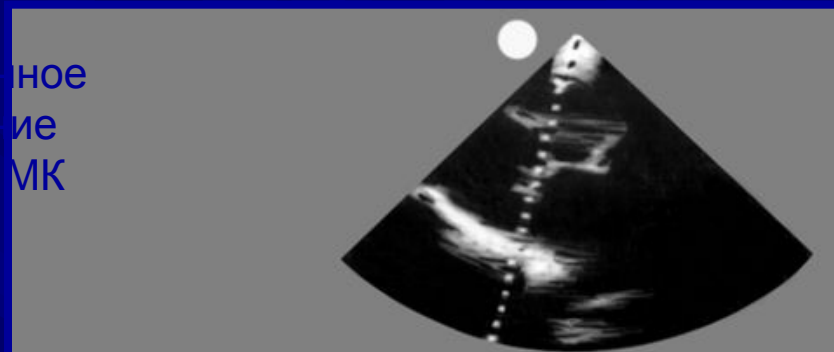
Митральный стеноз



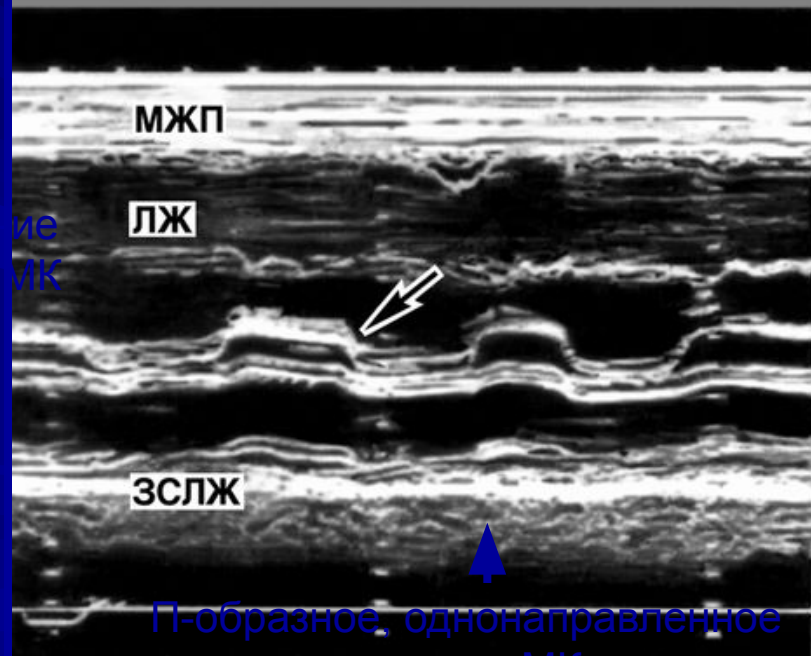
Митральный стеноз



выраженное
утолщение
створок МК



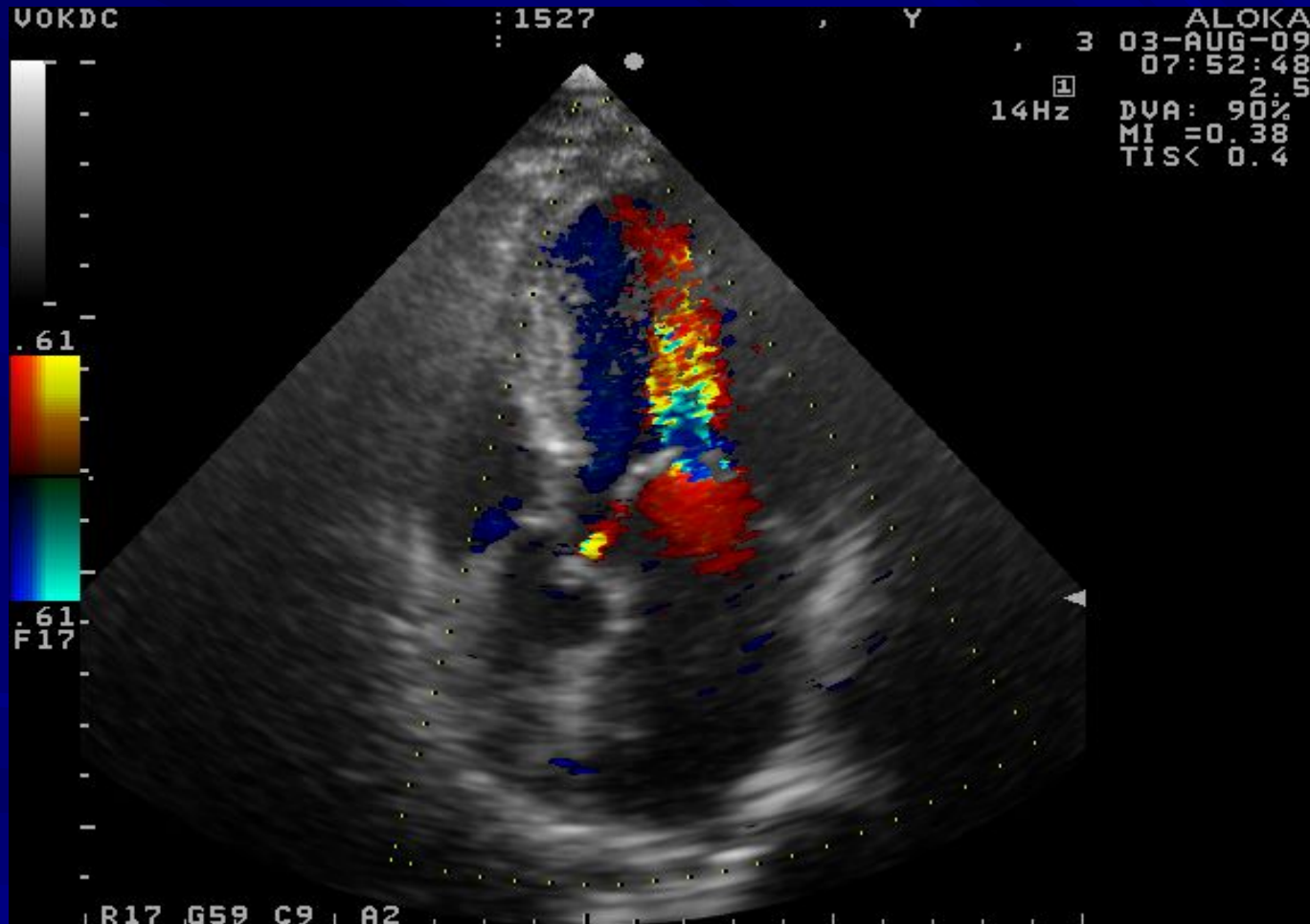
уменьшение
площади МК



П-образное, однонаправленное
МК



Митральный стеноз



Площадь митрального отверстия и способы ее измерения

- Планиметрическое измерение
- Расчет площади митрального отверстия по времени полуспада градиента давления - $MVA = 220/T^{1/2}$, где $T^{1/2}$ оценивается по эмпирической формуле $T^{1/2} = V_{max}/2$, а 220 - эмпирически полученное число.
- Расчет площади митрального отверстия с использованием уравнения непрерывности потока. Данный метод применим при изолированном стенозе митрального клапана в отсутствие высокой степени митральной регургитации - тогда площадь митрального отверстия равна отношению ударного объема к интегралу линейной скорости трансмитрального диастолического потока. Формула не может быть использована при сочетании митрального стеноза с аортальным стенозом и недостаточностью.

Митральный стеноз

Критерии оценки степени митрального стеноза в зависимости от площади митрального отверстия:

- Незначительный - площадь митрального отверстия $> 2 \text{ см}^2$.
- Умеренный - площадь митрального отверстия от 2 до 1 см^2 .
- Значительный - площадь митрального отверстия $< 1 \text{ см}^2$.
- Критический - площадь митрального отверстия $< 0,8 \text{ см}^2$.

Митральный стеноз

Степень стеноза	Максимальный градиент давления	Средний градиент давления
Незначительный (>2 см ²)	7-12 мм рт. ст	<5 мм рт. ст .
Умеренный (2-1см ²)	12-20 мм рт. ст	5-10мм рт. ст
Значительный	>20мм рт. ст	>10мм рт. ст

Митральный стеноз

- Мерцание предсердий часто наблюдается у этой категории больных и служит дополнительным фактором риска эмболии. В полости левого предсердия и в его ушке могут образовываться тромбы. Больные с митральным стенозом входят в группу риска развития инфекционного эндокардита.

