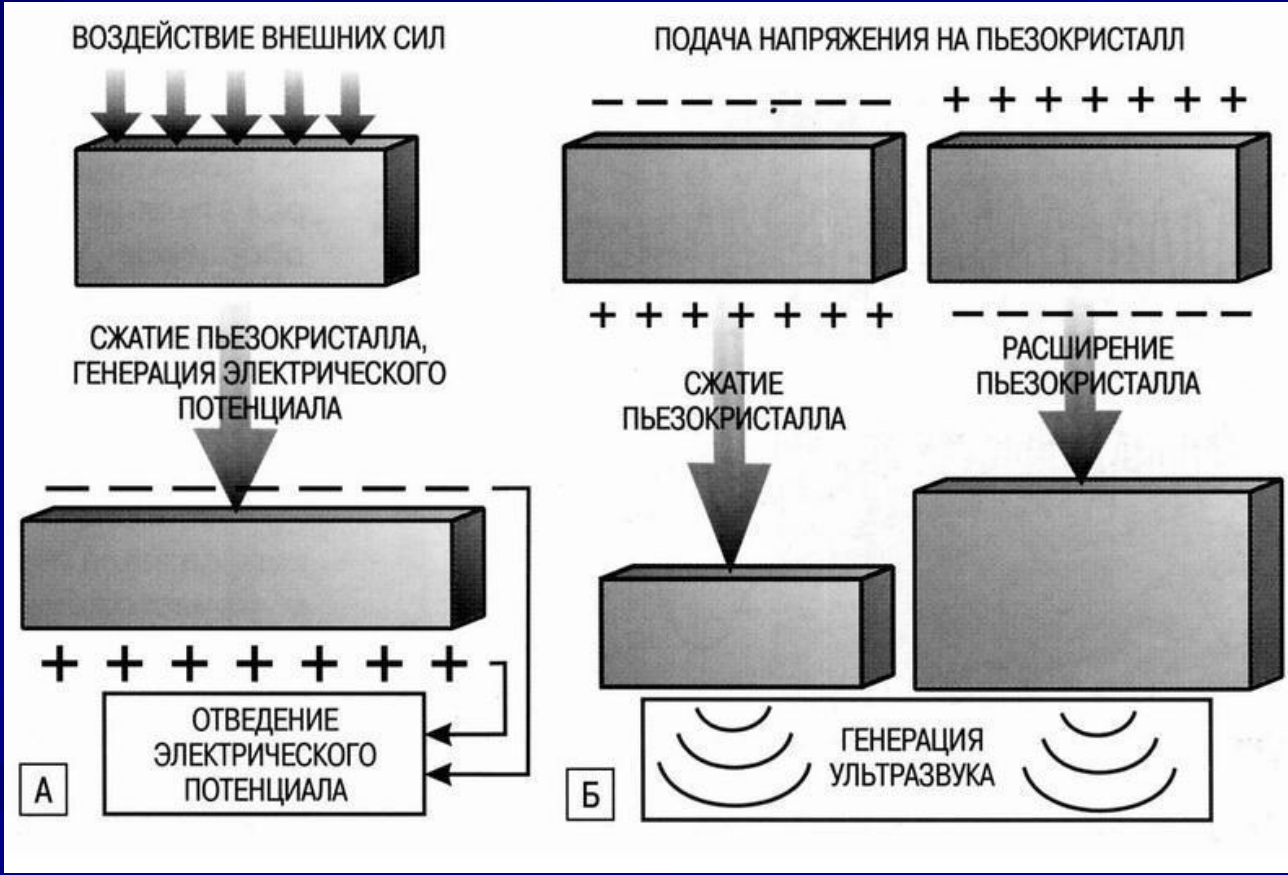


Ультразвуковые методы исследования

Физические основы ультразвуковой диагностики

Схема прямого и обратного пьезоэффекта



Генерация ультразвуковой волны основана на принципе обратного пьезоэффекта

(Лелюк В.Г., Лелюк С.Э., 2003 г.)

Физические основы ультразвуковой диагностики

Ультразвуковая волна – это звуковые колебания, превышающие 20КГц

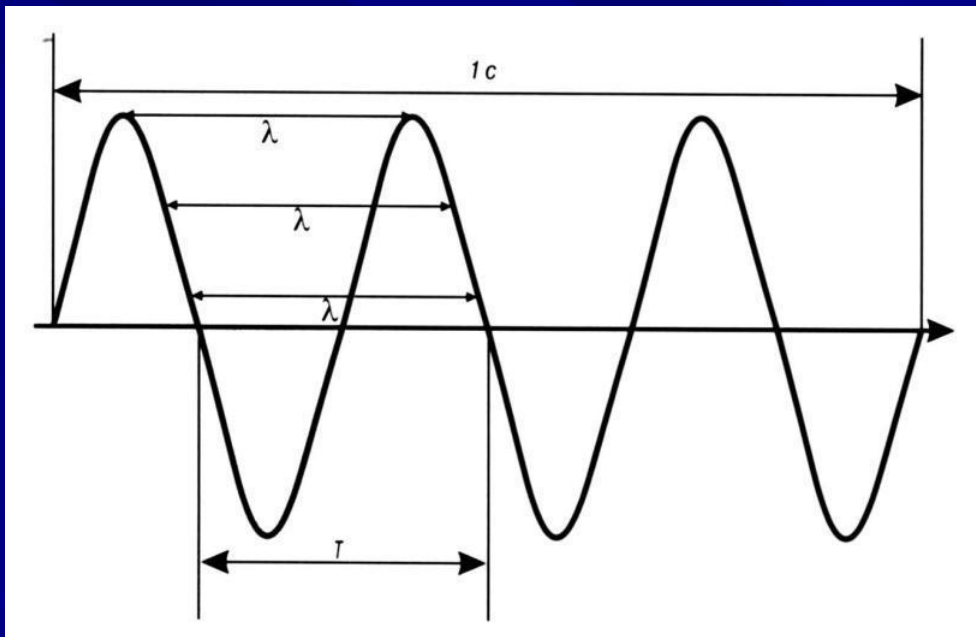


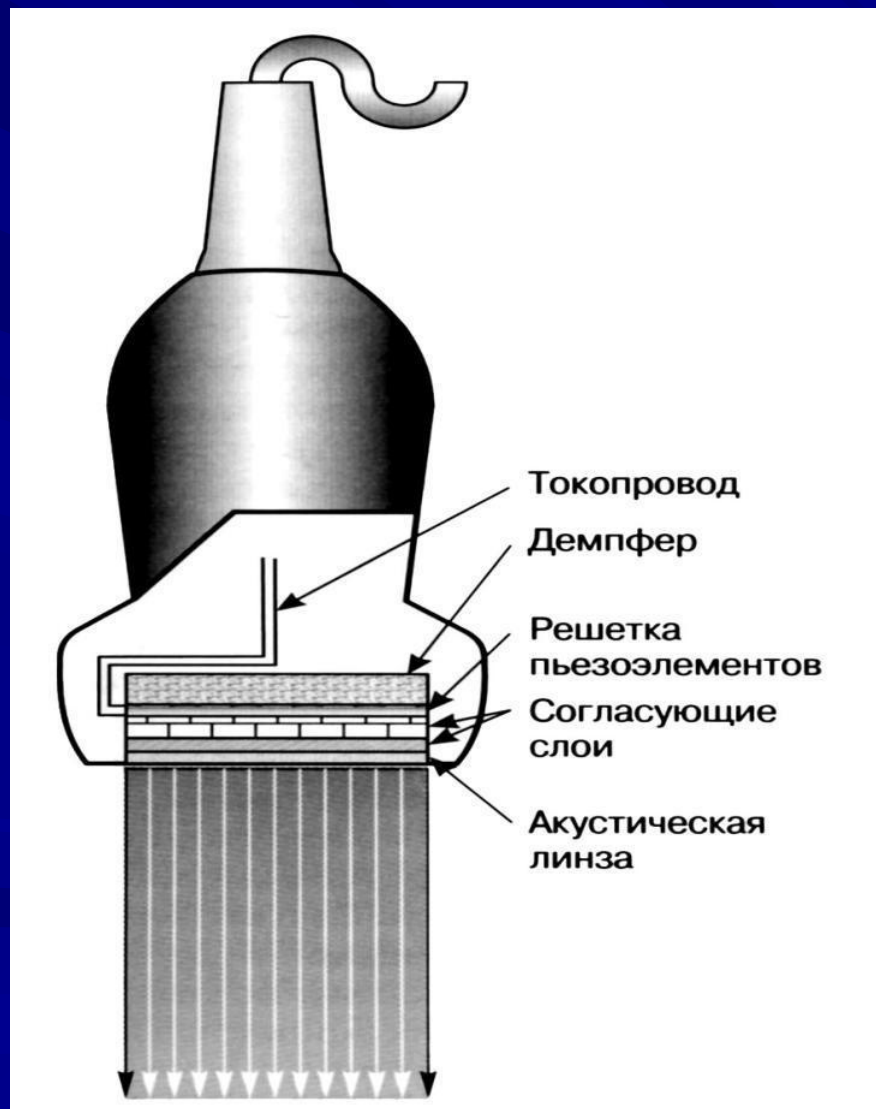
Схема ультразвуковой волны:

λ – длина волны,

T – период одного полного колебания

Звуковая волна по природе является волной сжатия/разряжения: молекулы сжимаются или растягиваются в направлении распространения волны.

Схема ультразвукового датчика



Физические основы ультразвуковой диагностики

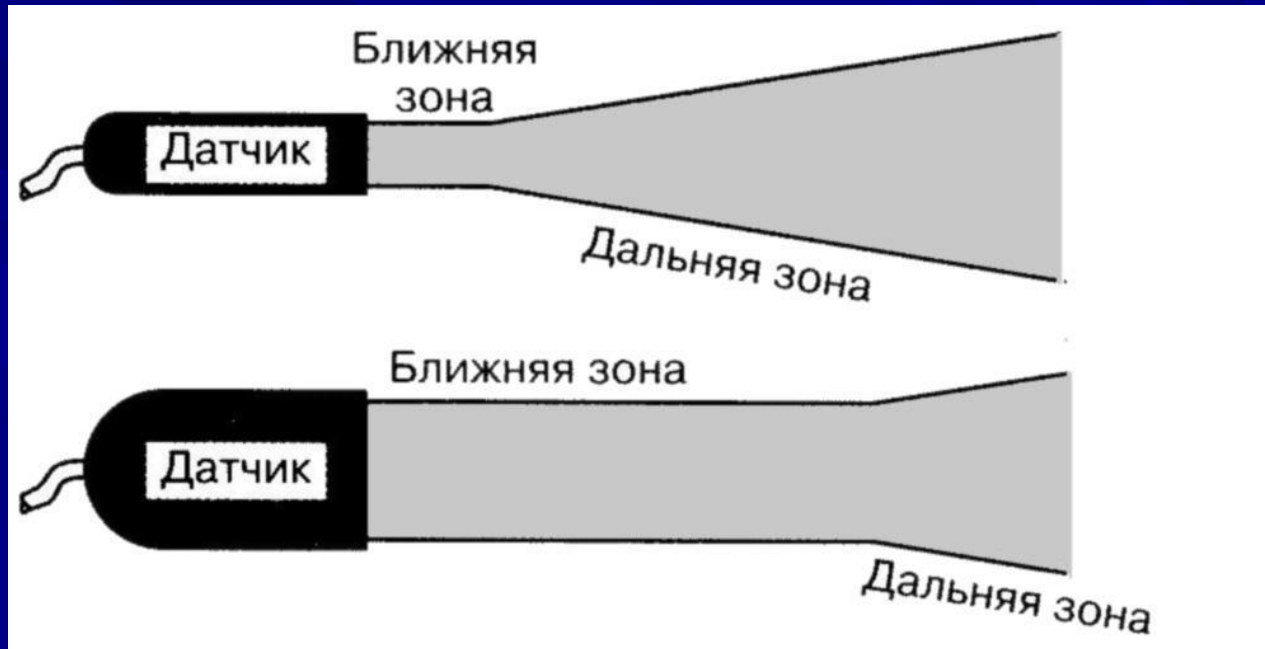
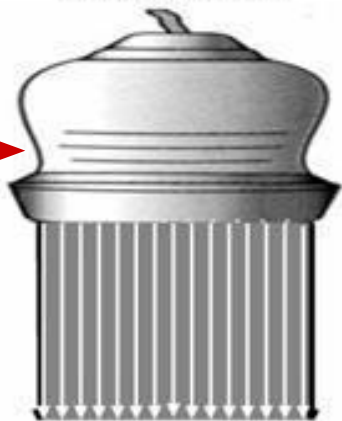


Схема влияния размера датчика на форму ультразвукового луча.
Ближняя зона короче и расхождение значительно больше, когда датчик маленький.

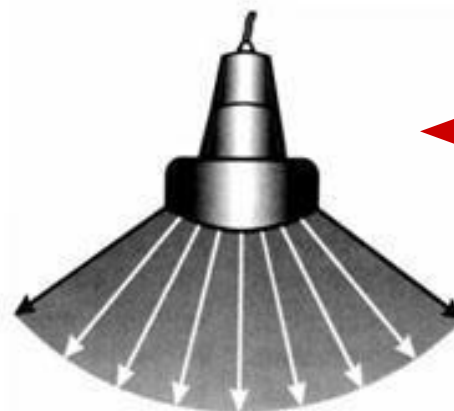
Типы ультразвуковых датчиков

Поверхностно
расположенные
органы,
кровеносные
сосуды.

линейный

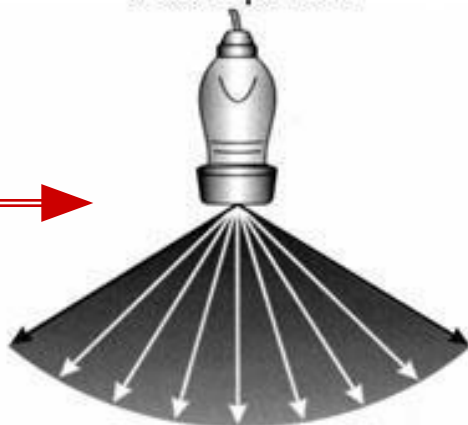


конвексный



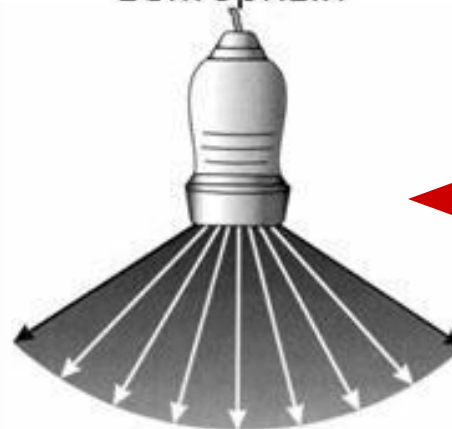
Органы
брюшной
области,
малого таза,
мягких
тканей

секторный



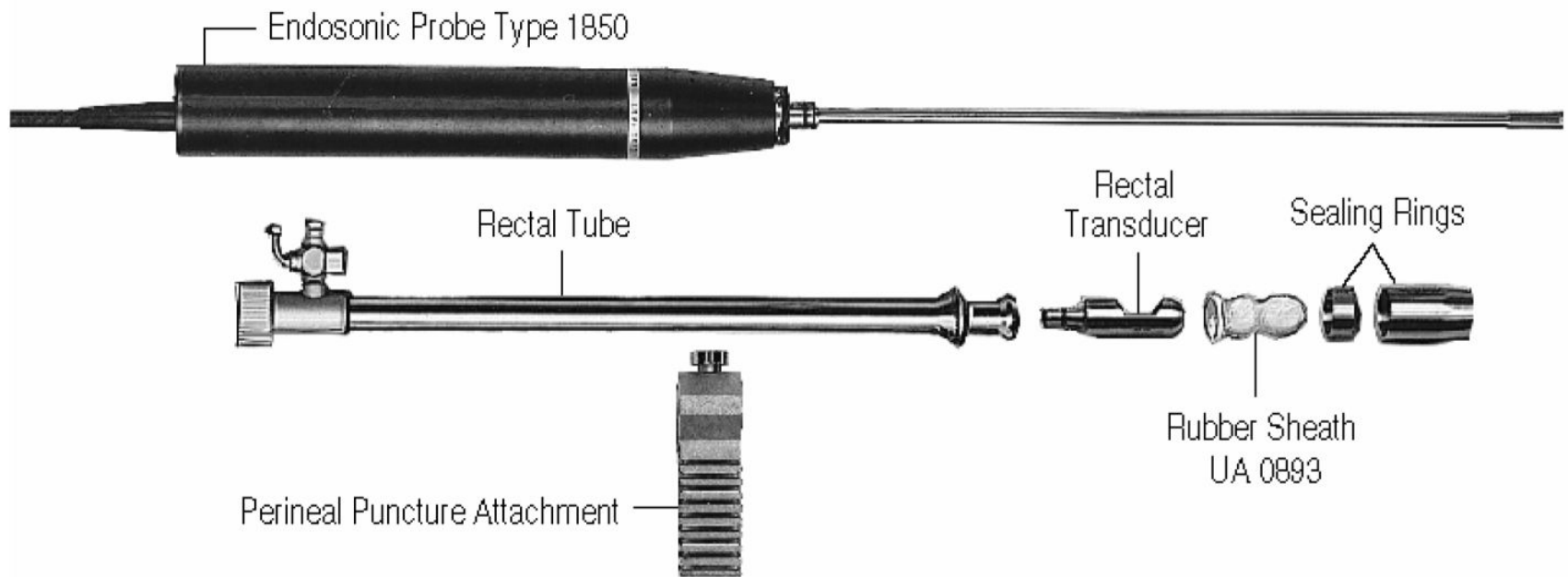
Сердце

векторный

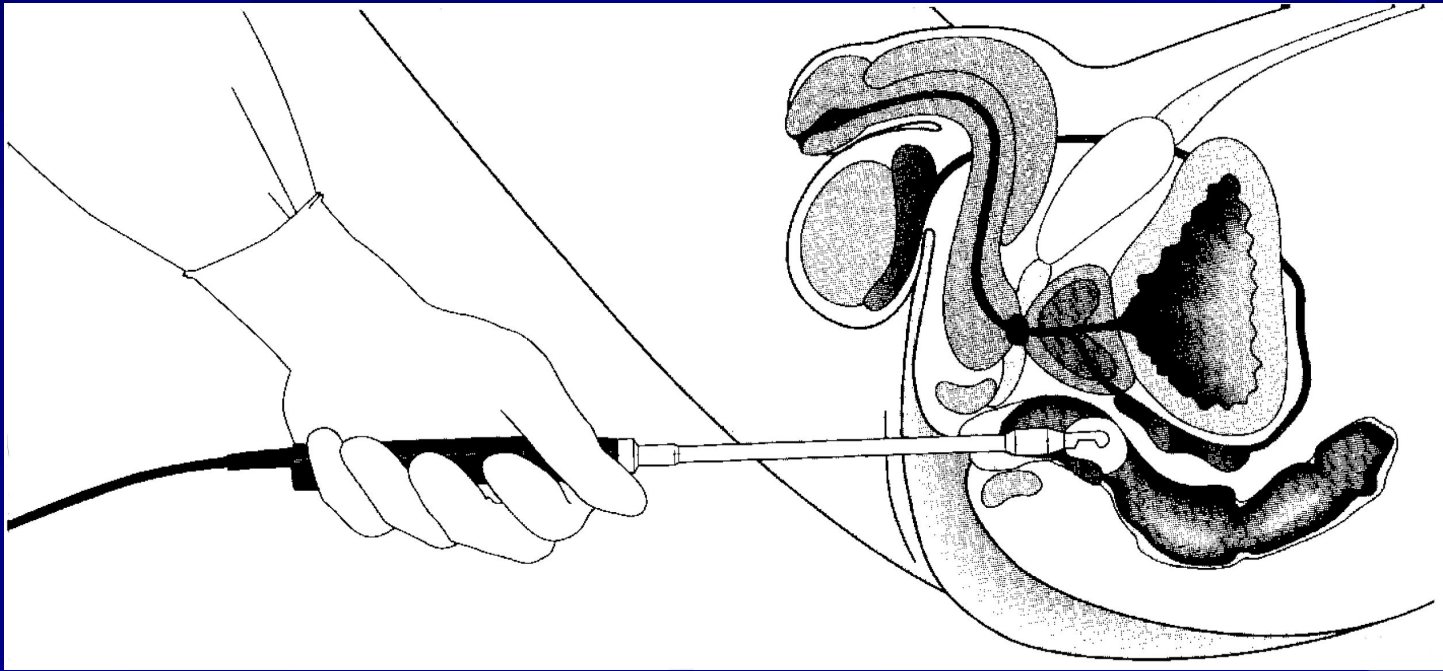


Как и
секторный, но
для
расширения
зоны обзора на
разных
глубинах

Эндоакустический зонд



Методика трансректального ультразвукового исследования (ТРУЗИ)

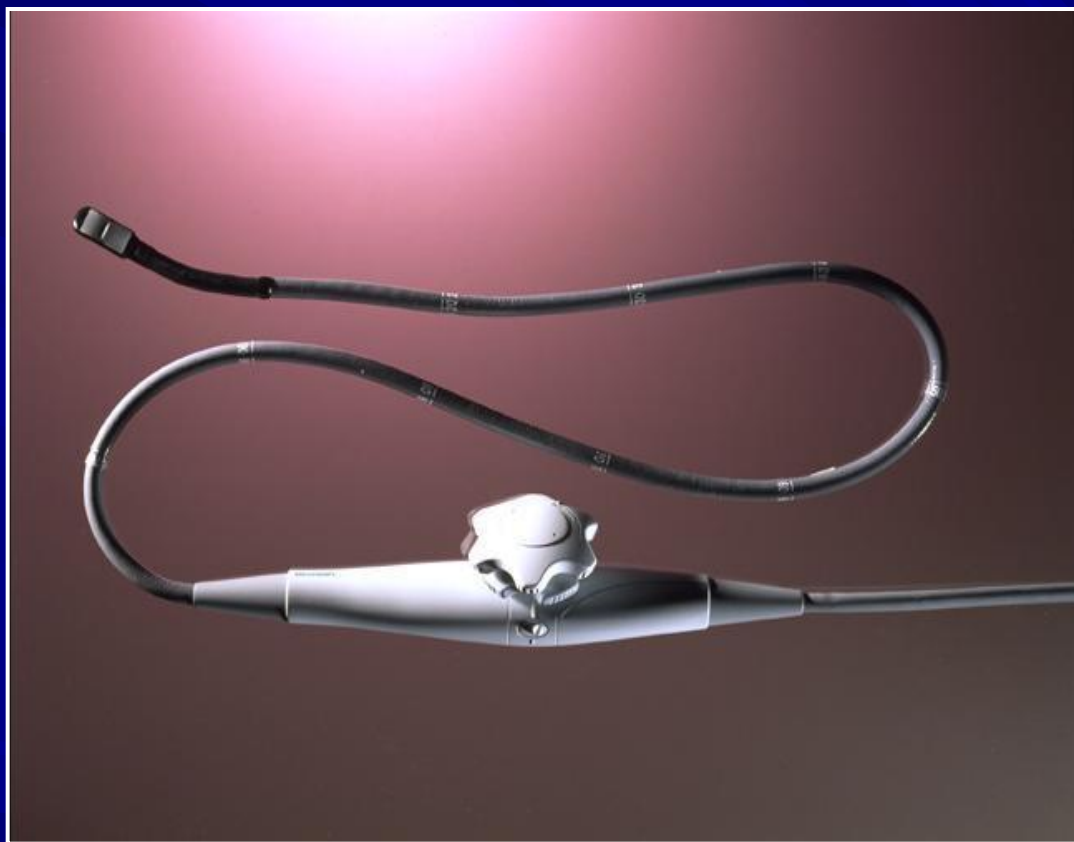


Данный доступ позволит визуализировать стенку прямой кишки,
предстательную железу и мочевой пузырь.

ТРУЗИ

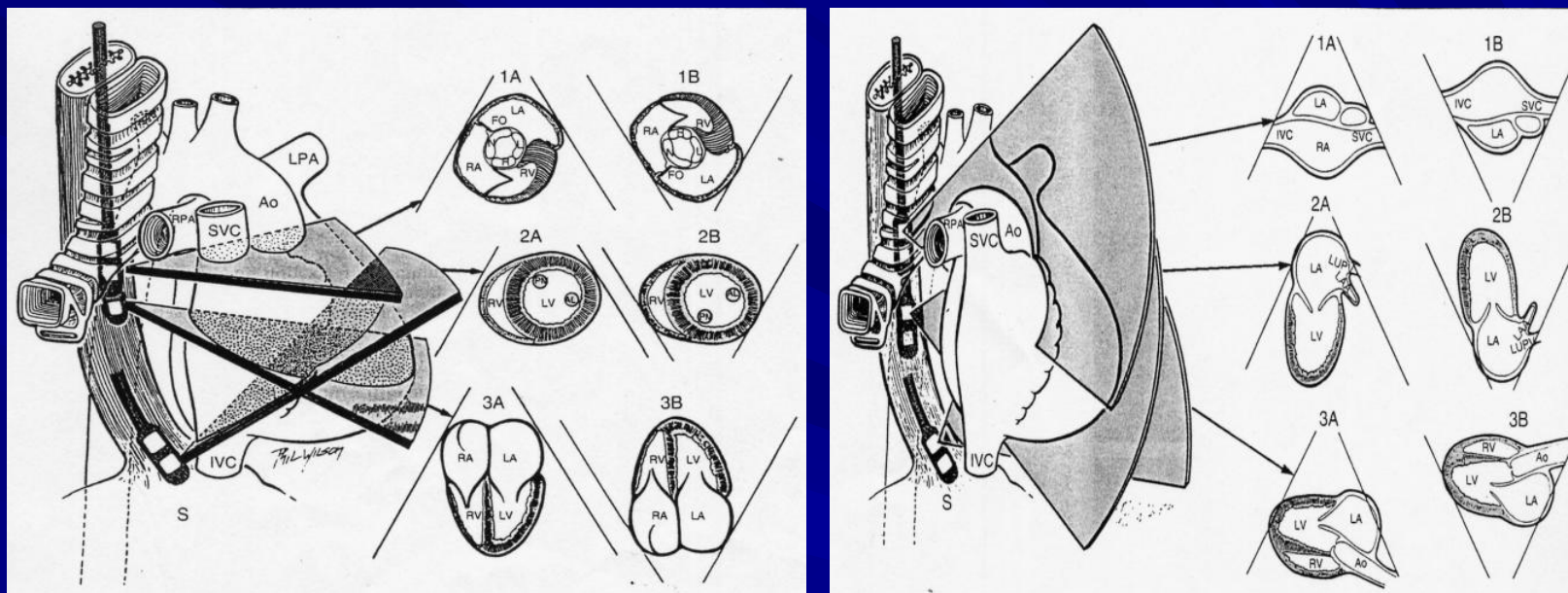


Чреспищеводная эхокардиография (ТЭЕ)



Ультразвуковой датчик находится на конце эндоскопа и позволяет без помех визуализировать сердце и грудной отдел аорты.

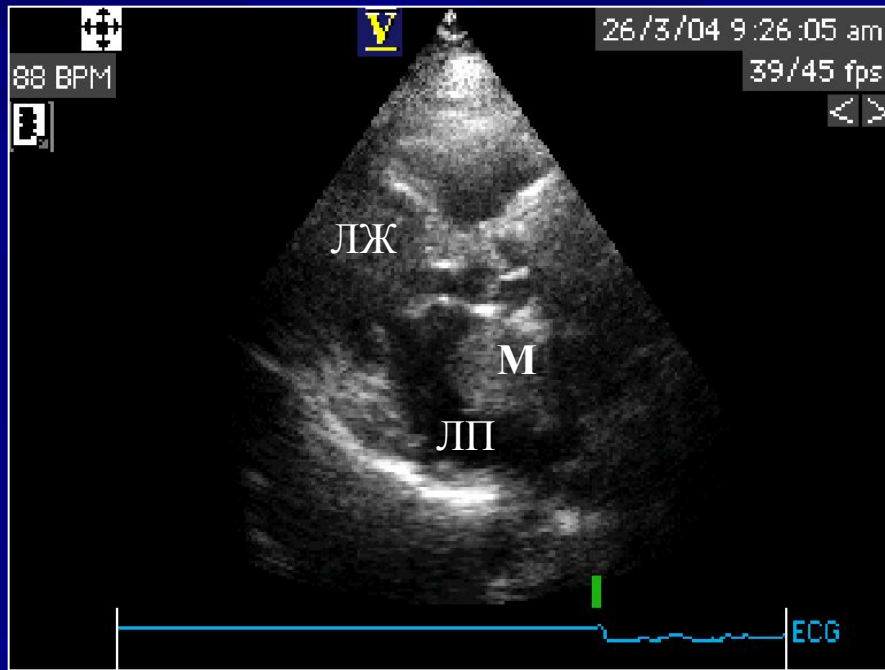
Чреспищеводная эхокардиография



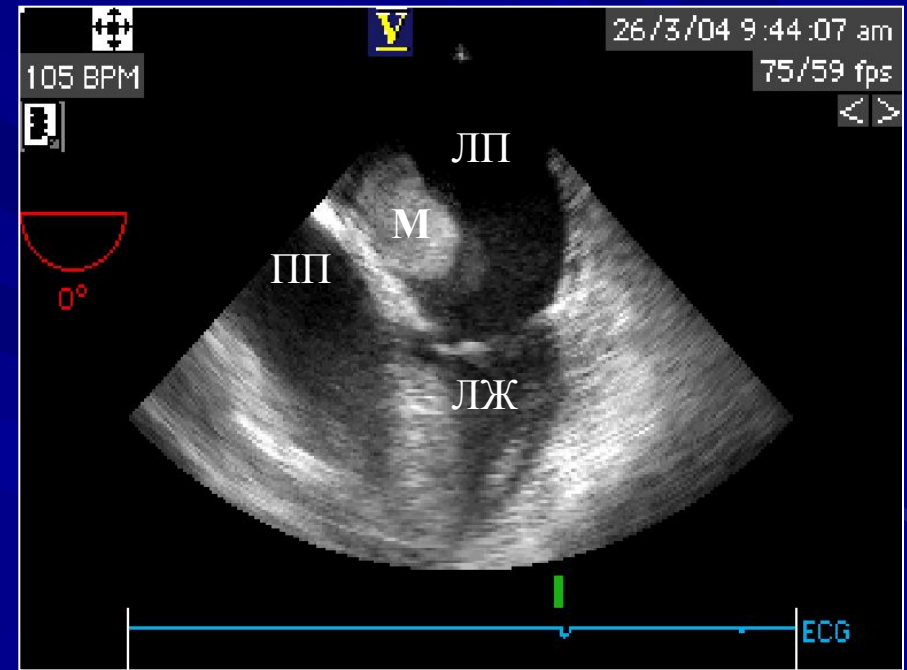
Из чреспищеводного доступа можно получить большое количество ультразвуковых томограмм сердца в различных плоскостях.

Новообразование (миксома) левого предсердия

Трансторакальный доступ



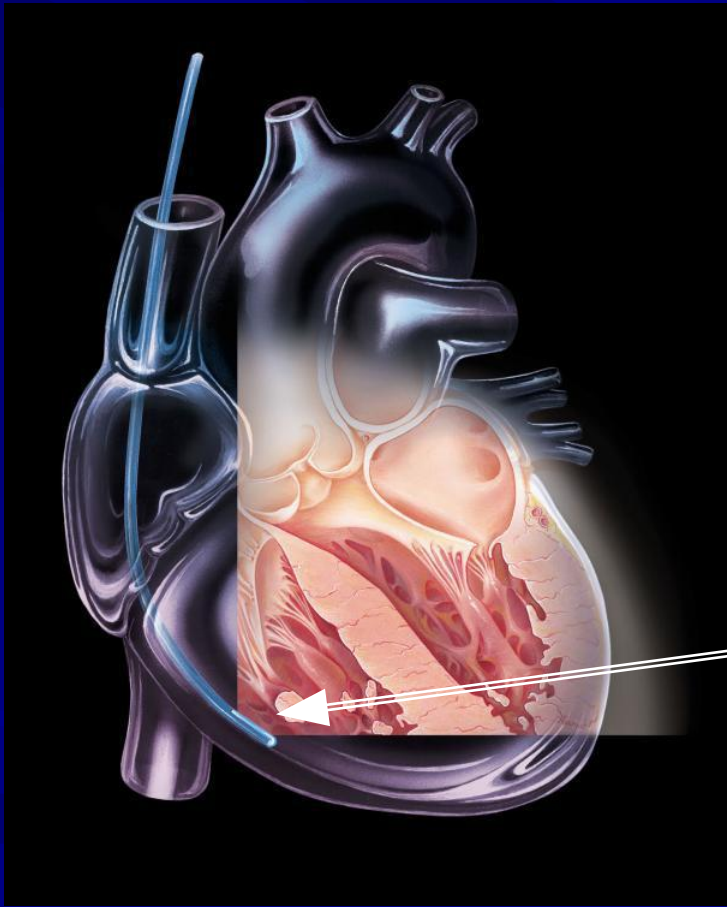
Чреспищеводный доступ



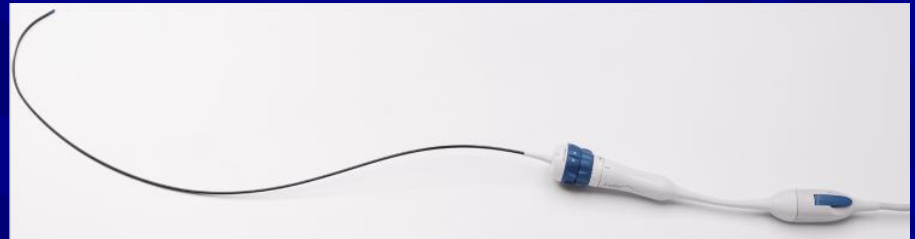
При чреспищеводном доступе более четко видны границы и структура опухоли, а также место прикрепления к межпредсердной перегородке

М – миксома; **ЛЖ** – левый желудочек; **ЛП** – левое предсердие; **ПП** – правое предсердие.

Внутрисердечная эхокардиография

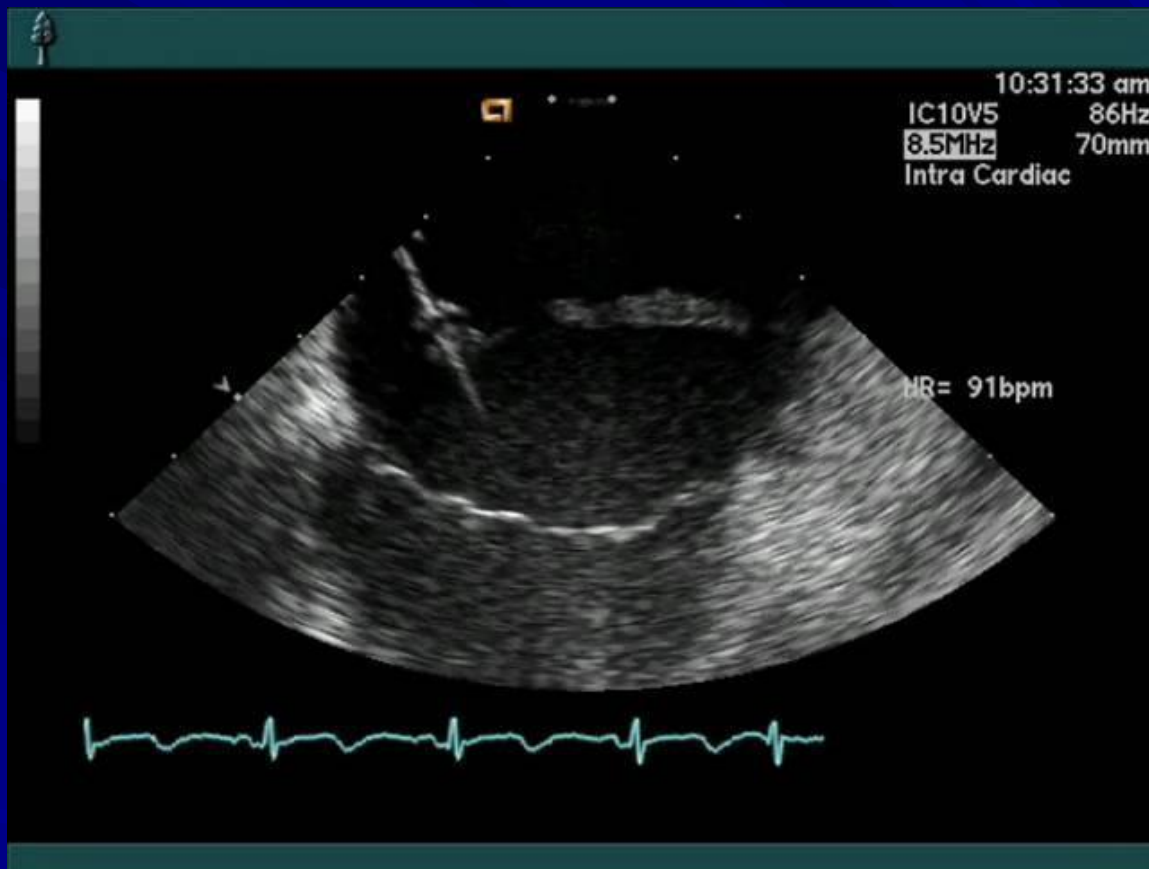


Диагностический ультразвуковой катетер



Ультразвуковое сканирование осуществляется из полости правого желудочка

Внутрисердечная эхокардиография



В полости правого предсердия определяется электрод электрокардиостимулятора, на котором образовался подвижный тромб

Режимы УЗИ исследования

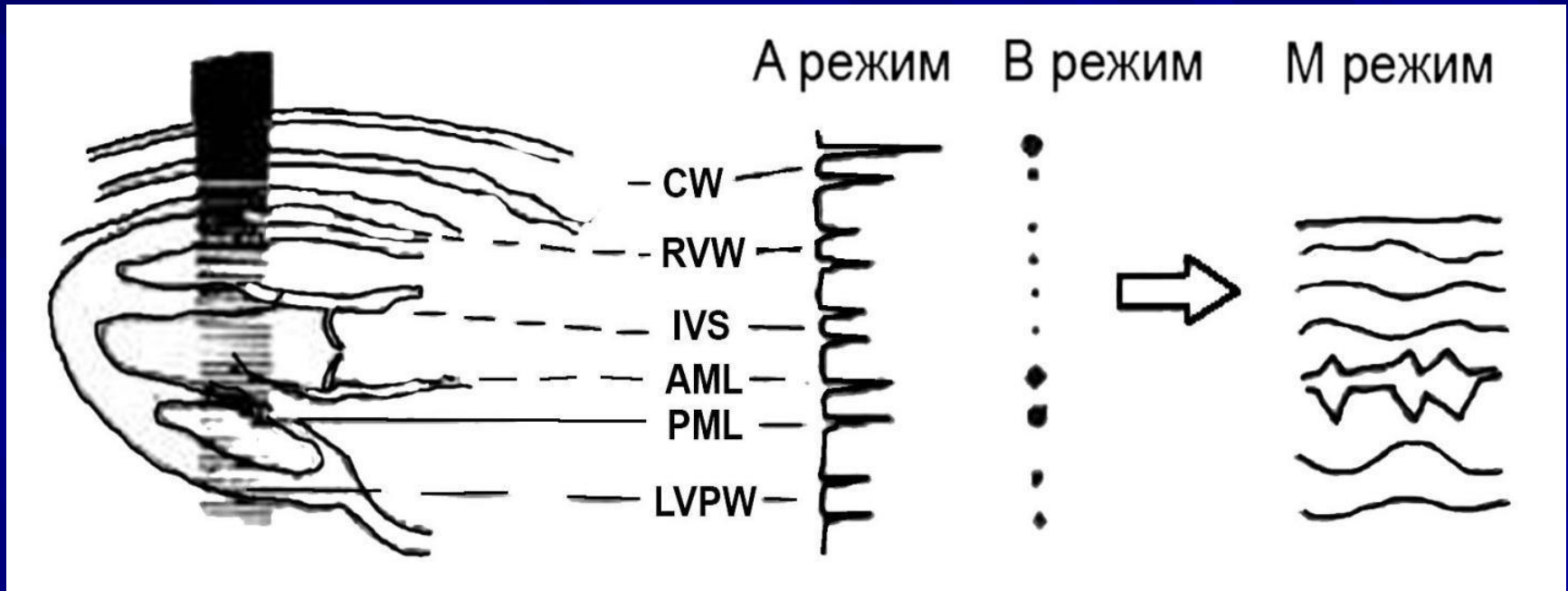


Схема А, В и М режимов ультразвукового исследования.
Способы получения ультразвуковых изображений сердца.

CW - стенка грудной клетки,
RVW - передняя стенка правого желудочка,
IVS - межжелудочковая перегородка,
AML - передняя створка митрального клапана,
PML - задняя створка митрального клапана,
LVPW - задняя стенка левого желудочка.

Режимы УЗИ исследования

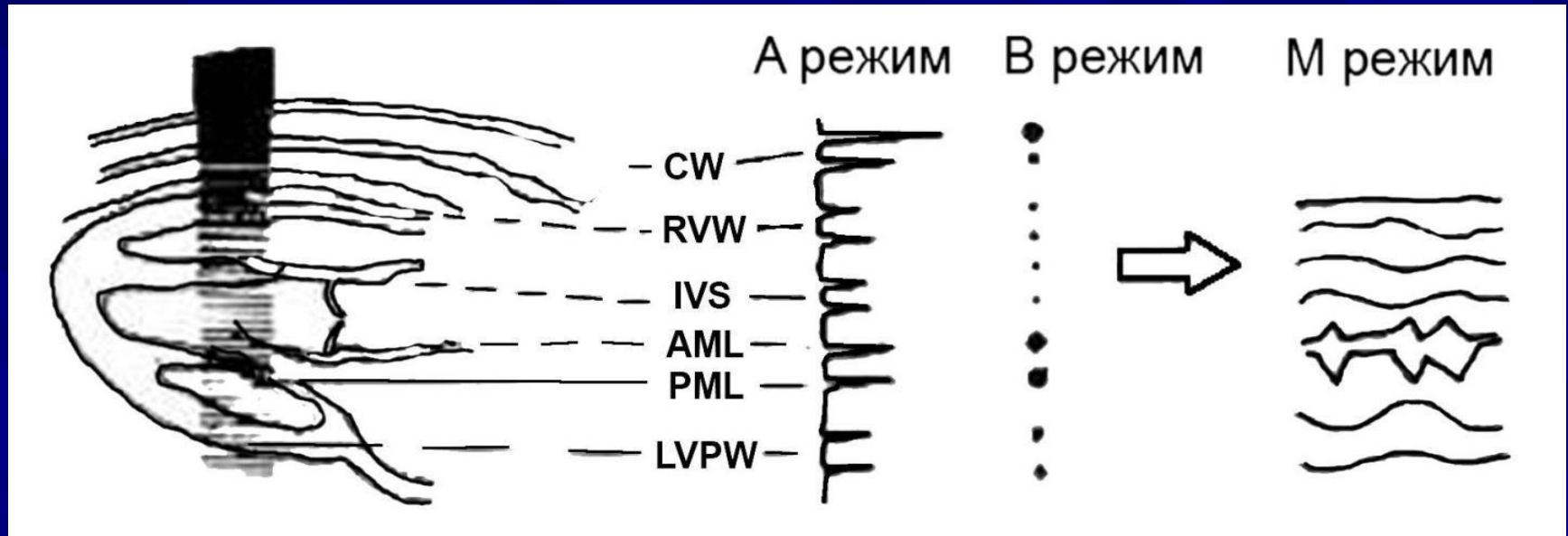


Схема А, В и М режимов ультразвукового исследования.
Способы получения ультразвуковых изображений сердца.

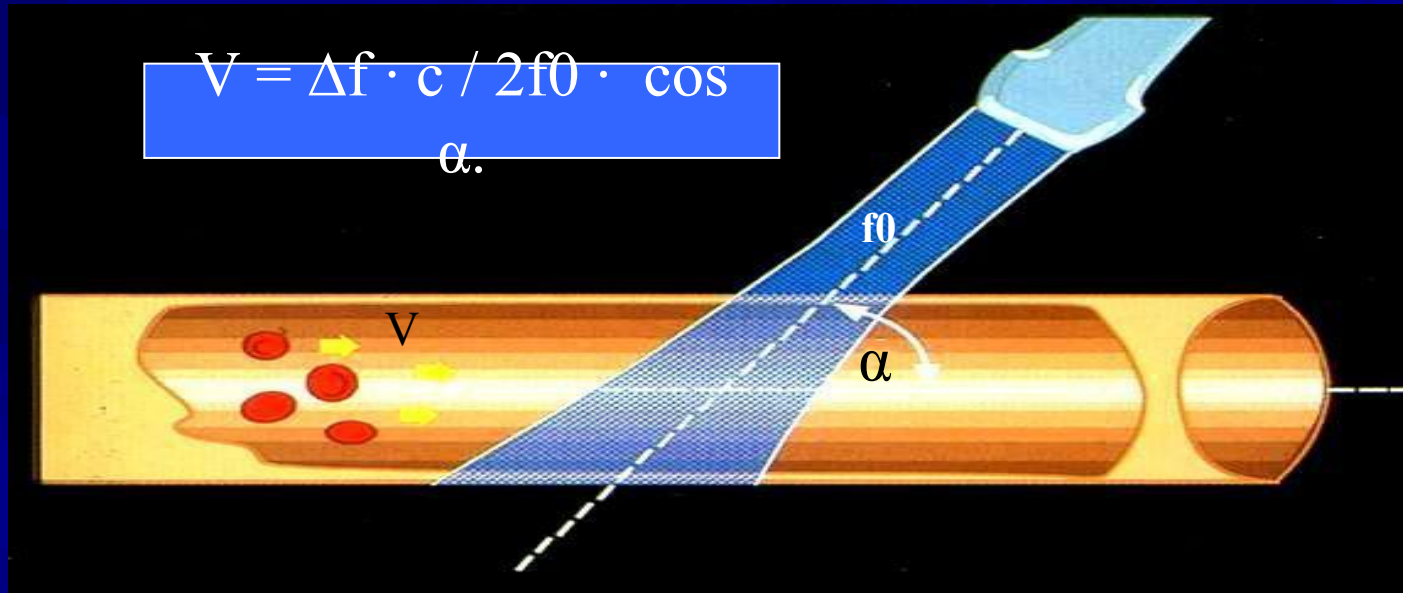
А-режим – амплитудный режим (интенсивность принятых эхо-сигналов представлена в виде электрических импульсов различной амплитуды).

В-режим - двухмерный режим (интенсивность эхо-сигналов представлена в виде яркости свечения отдельных точек).

А- и В- режимы представляют интенсивность эхо-сигналов в реальном времени.
Развертка В - режима по времени превращается в М-режим.

(Schiller N.B., Himelman R.B. Echocardiography and Doppler in clinical cardiology, 1991.)

Уравнение Допплера



Допплеровский сдвиг частот (Δf) зависит от

- скорости движения (v) эритроцитов (отражателя),
- угла между вектором скорости эритроцитов и вектором ультразвукового луча (α)
- скорости распространения звука в среде (c),
- частоты излучателя (f_0)

Данная зависимость описывается уравнением Допплера: $\Delta f = 2 \cdot v \cdot f_0 \cdot \cos \alpha / c$.

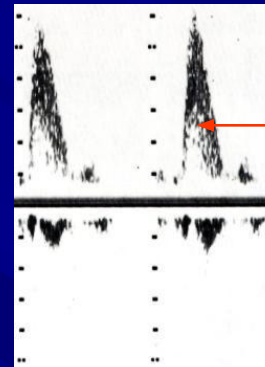
Преобразование этого уравнения позволяет вычислить скорость движения эритроцитов по следующей формуле: $V = \Delta f \cdot c / 2f_0 \cdot \cos \alpha$.

Прибор регистрирует сдвиг доплеровских частот (Δf).

Скорость распространения звука – величина постоянная (1540м/сек), а исходная частота излучения соответствует средней частоте датчика.

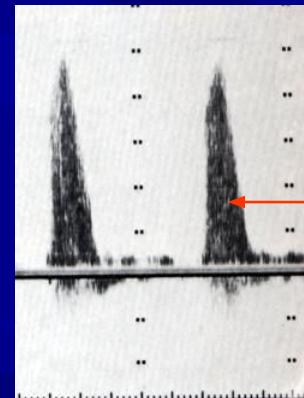
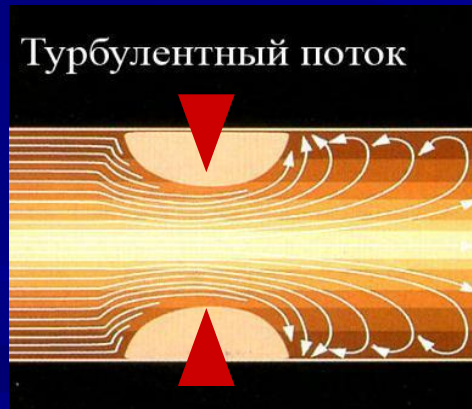
Допплеровские спектрограммы

ламинарного и турбулентного потоков в кровеносном сосуде.



«окно» внутри доплеровской спектрограммы

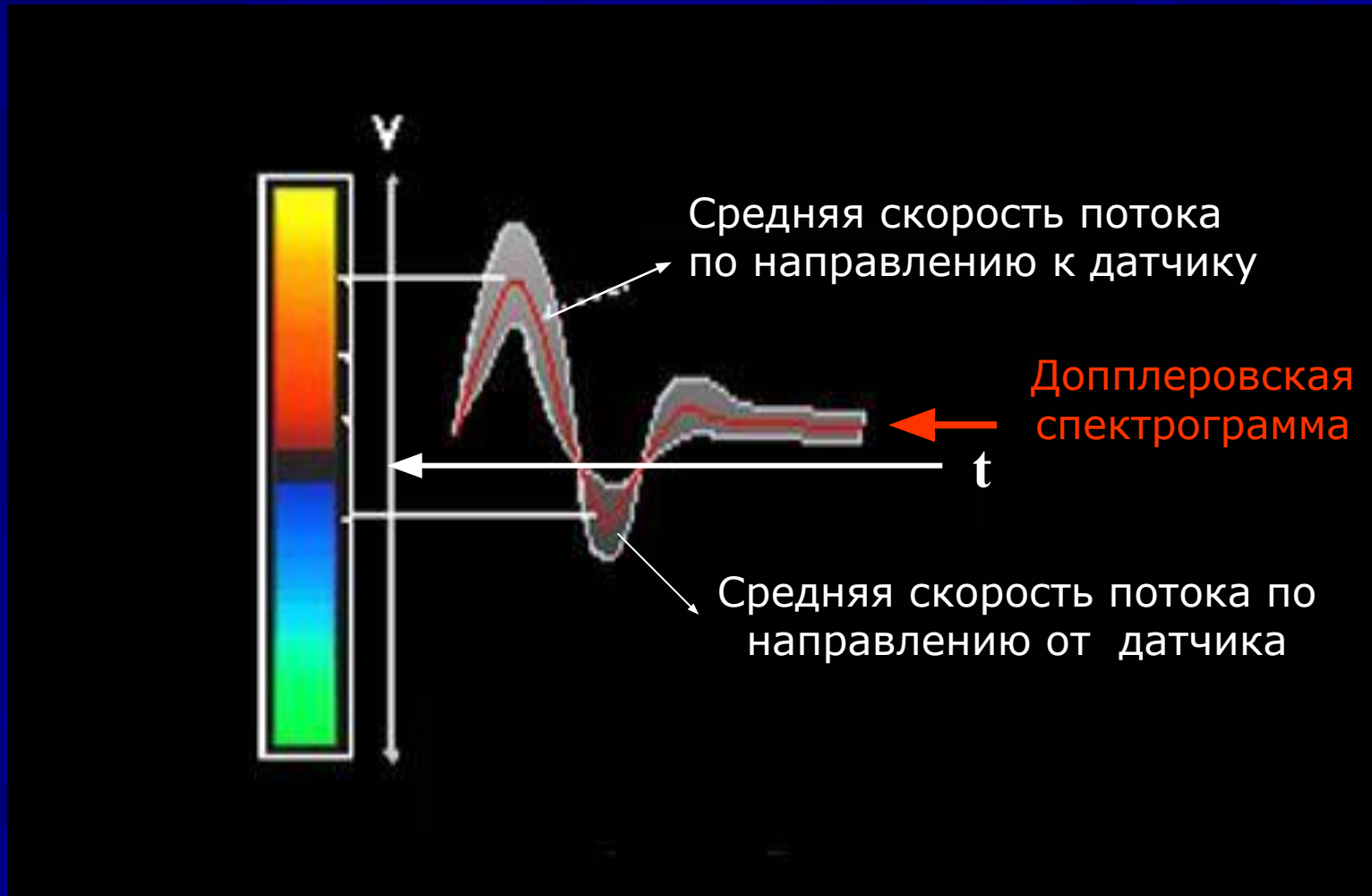
Все участники движения (эритроциты) движутся с одной скоростью и в одном направлении



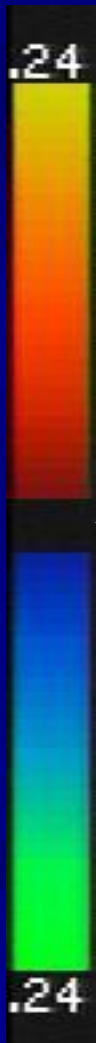
Отсутствие «окна»

Все участники движения (эритроциты) движутся с различными скоростями и в разные направления. Препятствие на пути кровотока (бляшка, тромб, опухоль) создает турбулентность потока.

Цветовое доплеровское картирование кровотока (схема)

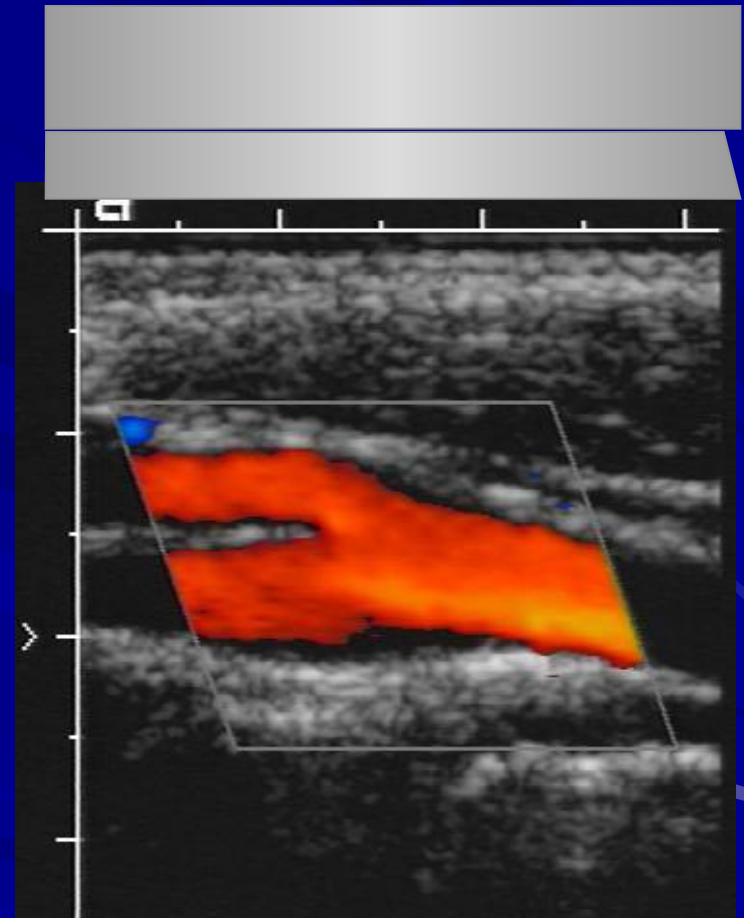


Цветовое доплеровское картирование кровотока

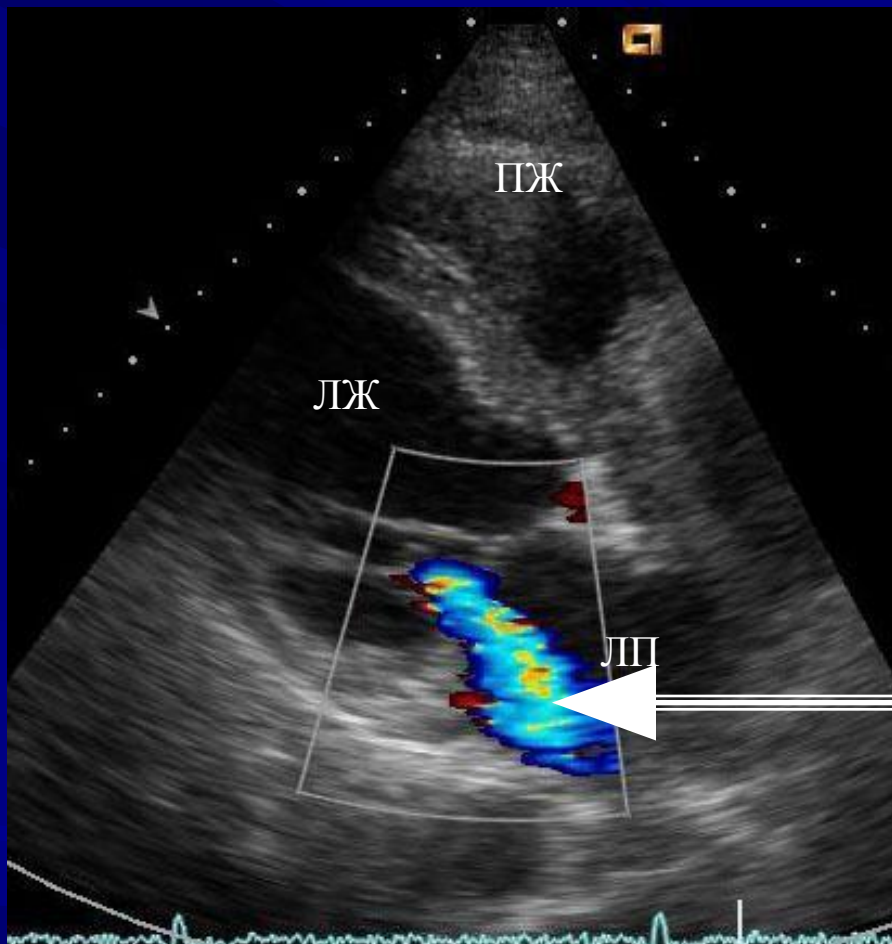


Потоки, направленные к датчику кодируются красным цветом

Потоки, направленные от датчика кодируются синим цветом



Цветовое доплеровское картирование



Турбулентный поток митральной регургитации кодируется мозаичным цветом

ПЖ – правый желудочек; ЛЖ – левый желудочек; ЛП – левое предсердие

Использование доплеровского метода позволяет определить:

- Характер потока (ламинарный или турбулентный)
- Направление потока (относительно датчика)
- Скорость потока

Оценка плотности структуры

- Анэхогенные – отсутствие эхосигнала при прохождении однородных жидкостных структур (желчный, мочевого пузырь, киста)
- Гипоэхогенные – слабые эхосигналы, соответствующие низкой плотности
- Гиперэхогенные – сильные эхосигналы, отраженные от плотных сред (стенки органов, конкременты)
- Гомогенные – однородные эхосигналы
- Дистальная акустическая тень – отсутствие эхосигнала за структурой, от которой полностью отразился ультразвук (кость, камень)
- Дистальное усиление сигнала – наблюдается за структурой, содержимое которой не отражает и не поглощает ультразвуковые колебания (киста, мочевого и желчный пузырь)

Щитовидная железа



Серошальное
двухмерное сканирование
ЩЖ линейным датчиком
7,5 МГц

Паренхима ЩЖ имеет
однородную
среднезернистую
эхоструктуру средней
эхогенности.

1. Размер на уровне перешейка 3 - 6 мм
2. Передне-задний размер в обл. боковых долей 16 - 18 мм
3. Сонные артерии

УЗИ

печень, желчный пузырь, поджелудочная железа,
селезенка

- Оценка формы, размеров и расположение органов
- Выявление очаговых образований (опухоли, кисты, абсцессы, гематомы, гемангиомы) и диффузного изменения органа.
- Оценка плотности и структуры органов

Печень и печеночные вены



Однородная мелкозернистая эхоструктура нормальной печени. Эхогенность печени чуть выше коркового слоя почки.

Печеночные вены

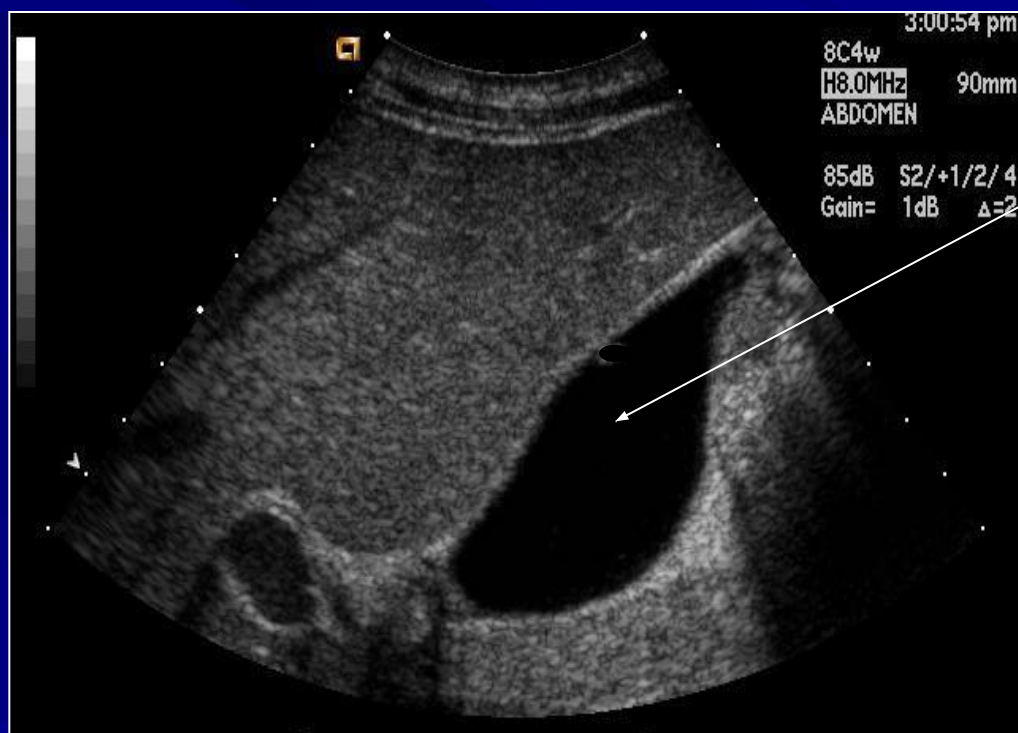
Размеры печени: сагиттальные 9 – 12 см (средне-ключичн. линия)
7 – 9 см (передне-сред. линия)
поперечник 20 – 22,5 см

Цветовое дуплексное сканирование сосудов печени



Кровоток в
печеночной артерии
и воротной вене
направлен к
датчику (кодирован
красным цветом)

Желчный пузырь



Желчный пузырь представлен в виде анэхогенного образования с толщиной стенки не более 3 мм.

Размеры ЖП: длина – 60 - 100 мм
поперечник – 30 мм

Камень в желчном пузыре

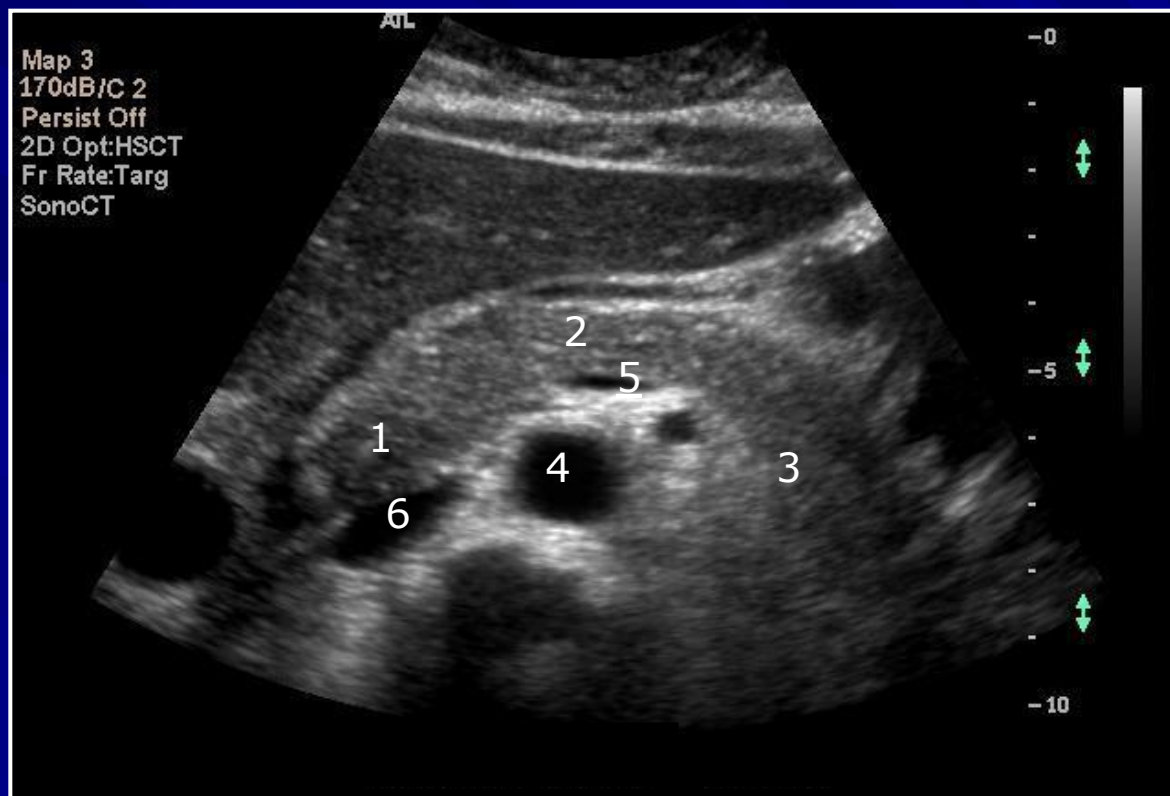
Гиперэхогенная
структура
(камень) в области
шейки ЖП

За камнем видна
анэхогенная
дорожка
(акустическая тень)



Сгущение
желчи или
«песок» в
полости ЖП

Поджелудочная железа



1 – головка

4 - аорта

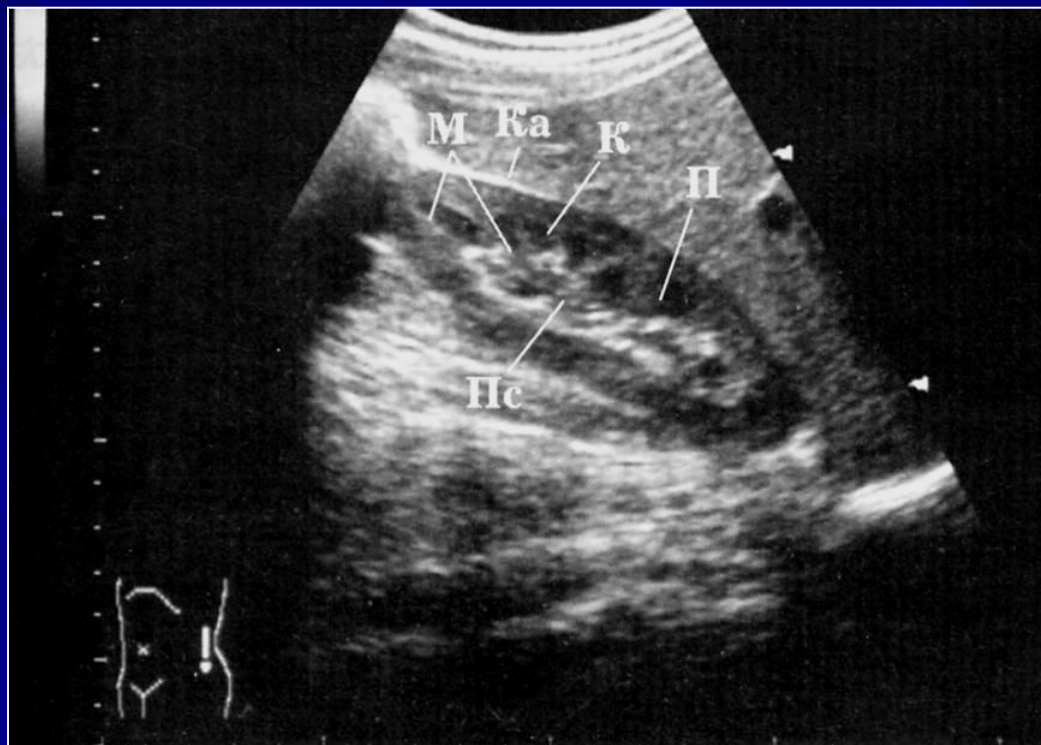
2 – тело

5 – селезеночная вена

3 – хвост

6 – нижняя полая вена

Почка в продольном срезе

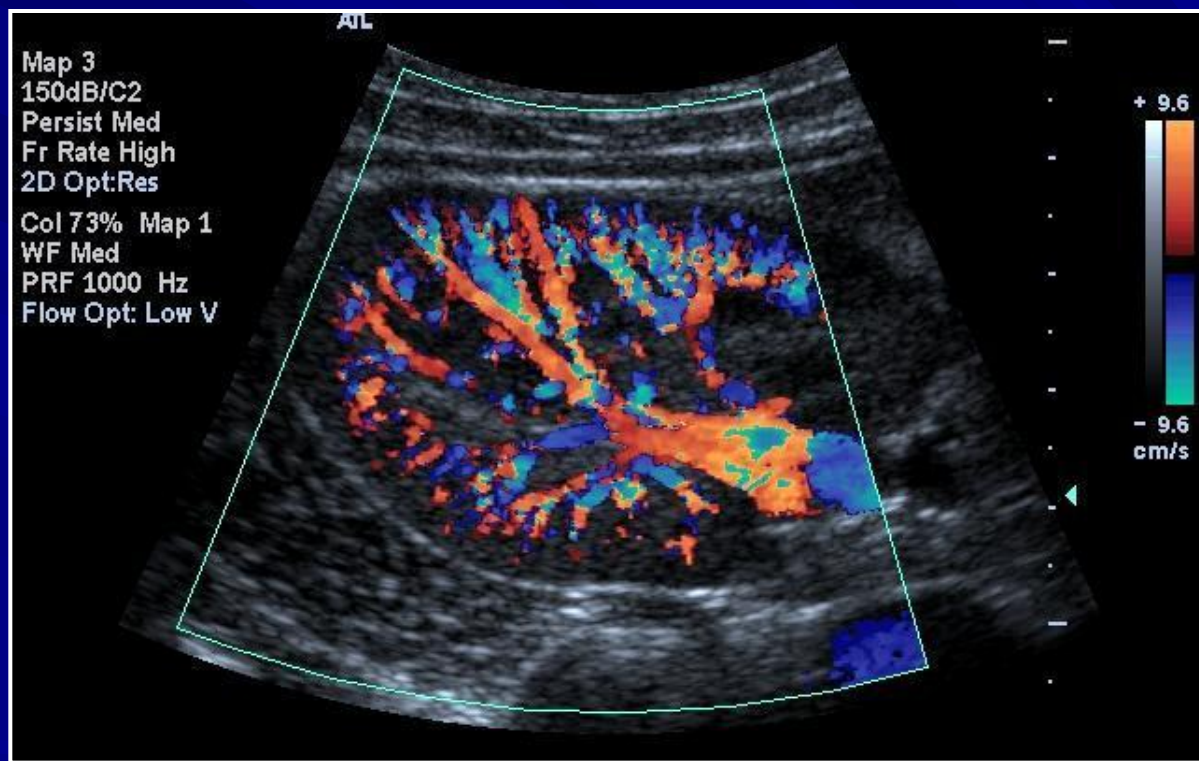


Размеры: продольный срез – 10-12 x 3,5-4,5 см
поперечный срез – 5-6 x 3,5 -4,5 см

М – мозговой слой;
Ка – капсула (2-3 мм);
К – корковый слой (5-7 мм);

П – пирамидки;
Пс – почечный синус.

Цветовое доплеровское картирование сосудов почки



Цветовое картирование сосудов почки.

Норма.

Беременность 16 недель

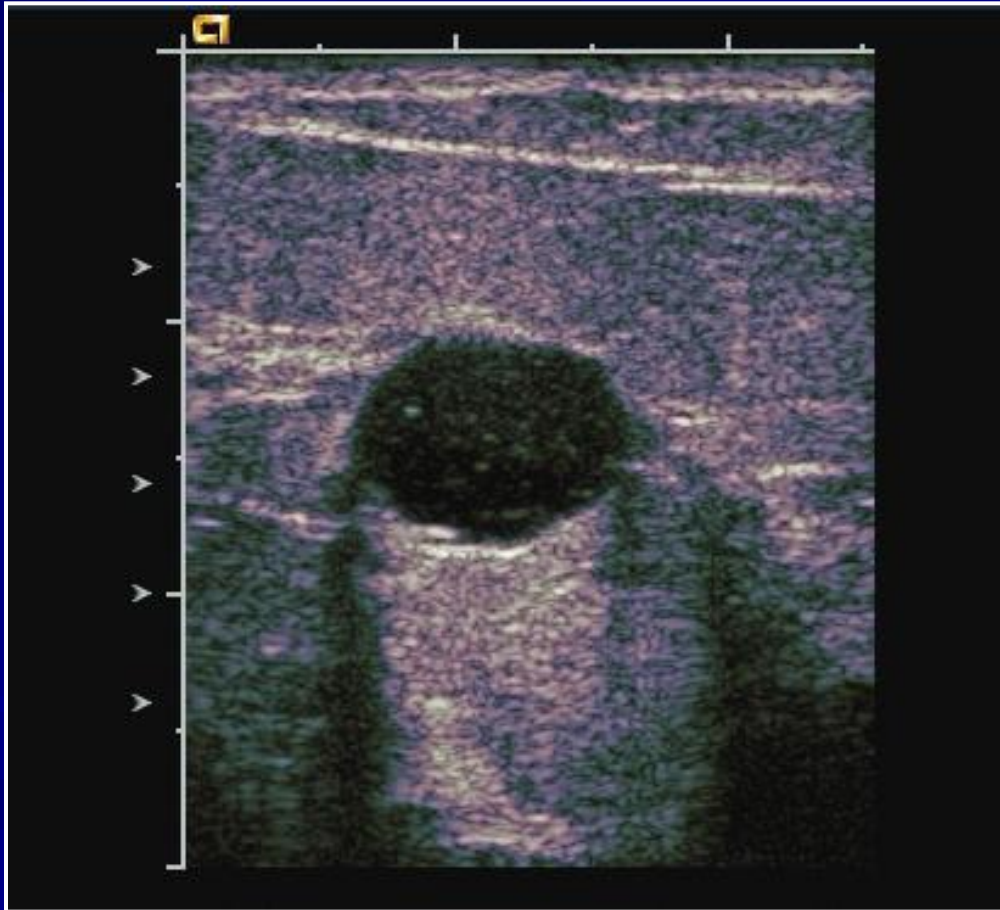


Видны контуры головы
и грудной клетки плода.

Ультразвуковое трехмерное изображение плода (26 недель)



УЗИ молочной железы - киста

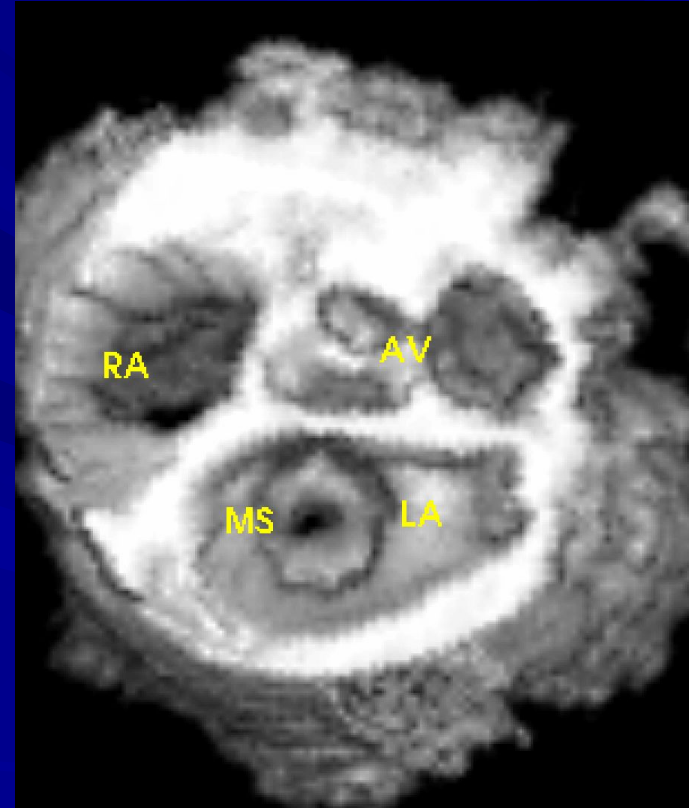


1. Округлая форма
2. Четкость контуров
3. Анэхогенное содержимое
4. Дистальное усиление эхосигналов
5. Латеральные тени

Анатомический препарат сердца и трехмерная реконструкция



RA – правое предсердие;
MS – митральный стеноз;



AV – аортальный клапан;
LA – левое предсердие

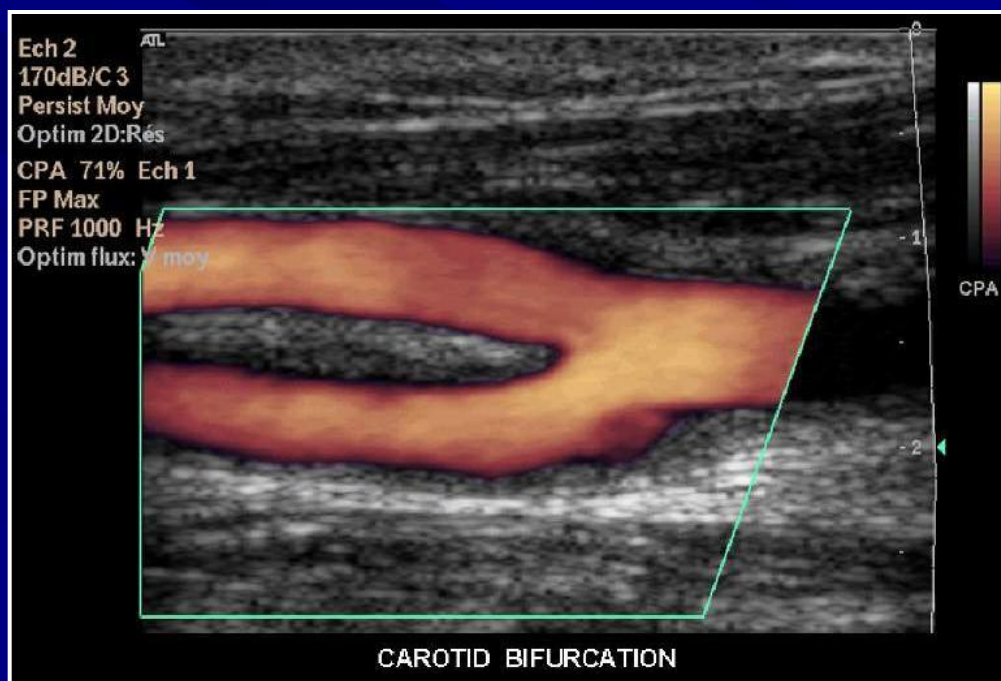
Эхокардиография.

3D в реальном масштабе времени



В левом предсердии определяется огромная опухоль (миксома), пролабирующая в левый желудочек через митральное отверстие.

Цветовое дуплексное сканирование области каротидной бифуркации



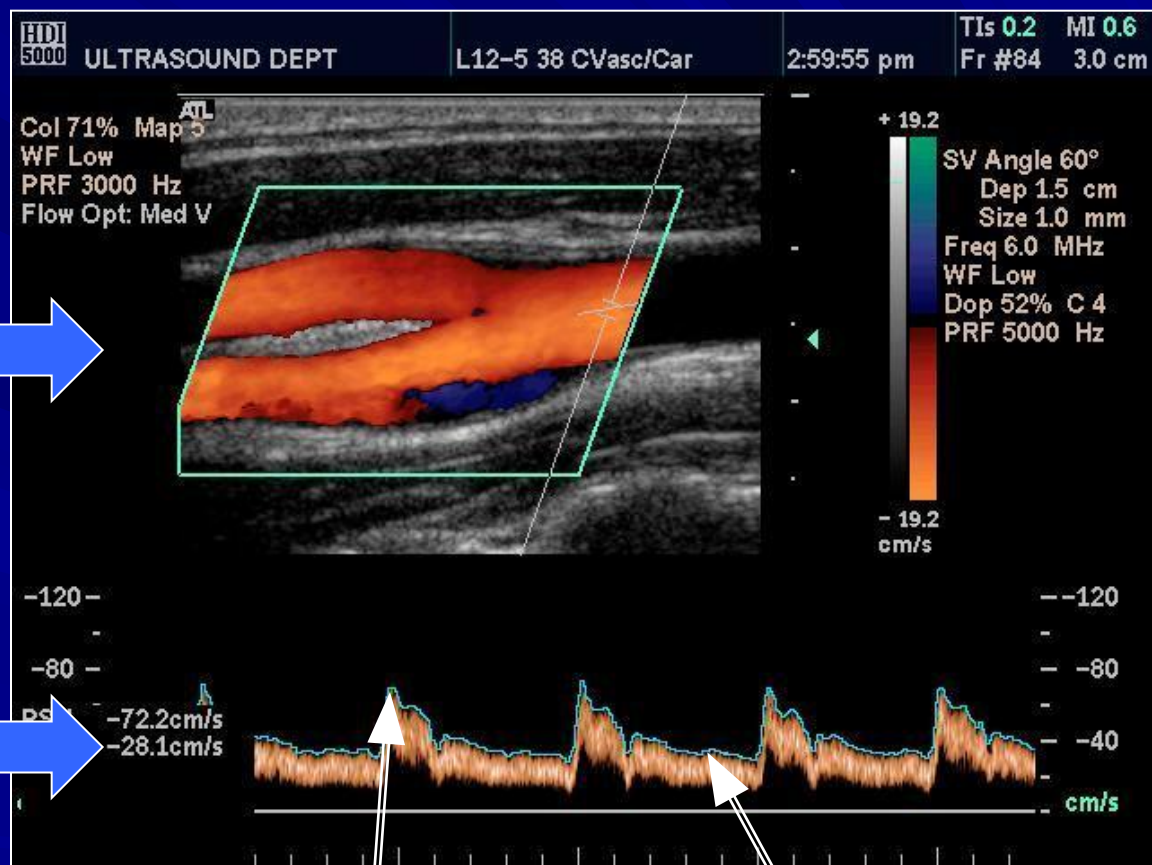
Равномерное
заполнение цветом
просвета общей сонной
артерии и её ветвей.

Дуплексное ультразвуковое сканирование включает одновременное использование двух режимов изображения. Обычно это черно-белое двумерное изображение и спектральная или цветовая доплерография. Такой режим сканирования позволяет увидеть потоки крови в сосудистом русле.

УЗИ кровеносных сосудов

Двухмерная сканограмма в сочетании с цветовым доплеровским картированием кровотока в общей сонной и её ветвях

Допплеровская спектрограмма – графическое представление изменения скорости потока в сонной артерии за 4 сердечных цикла.



Систолическая (пиковая) скорость кровотока

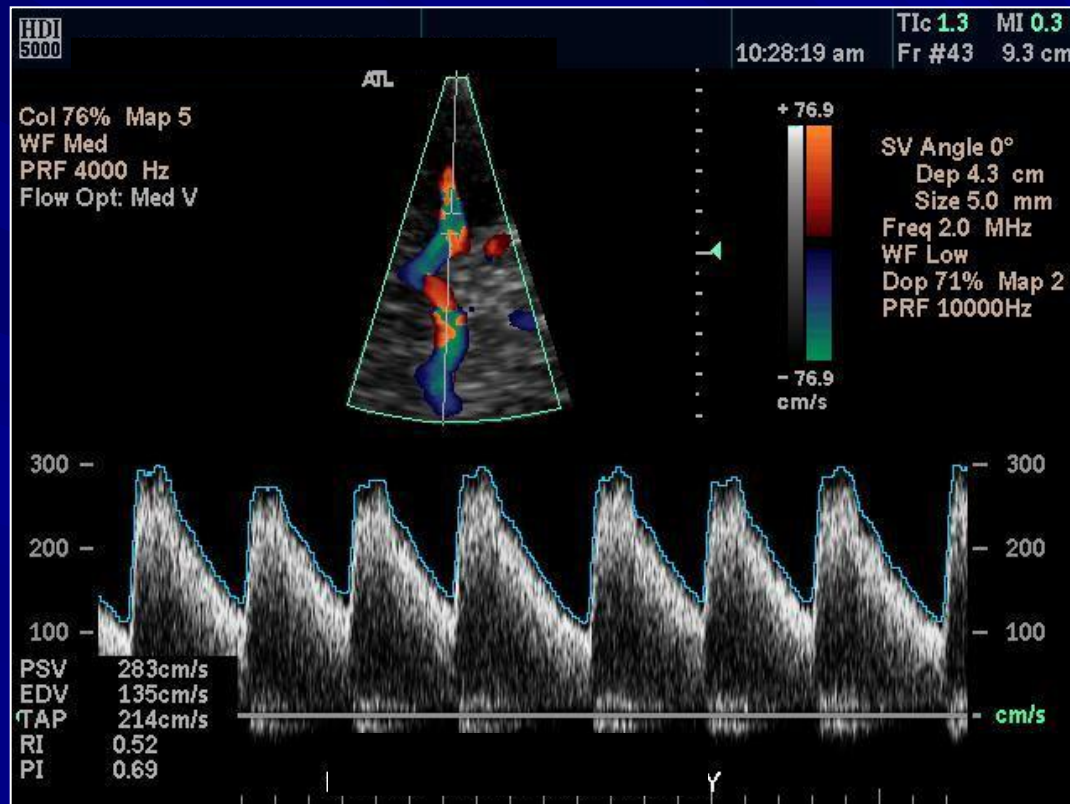
Диастолическая скорость кровотока

Цветовое дуплексное сканирование общей сонной артерии.

Допплерографическое исследование кровотока.



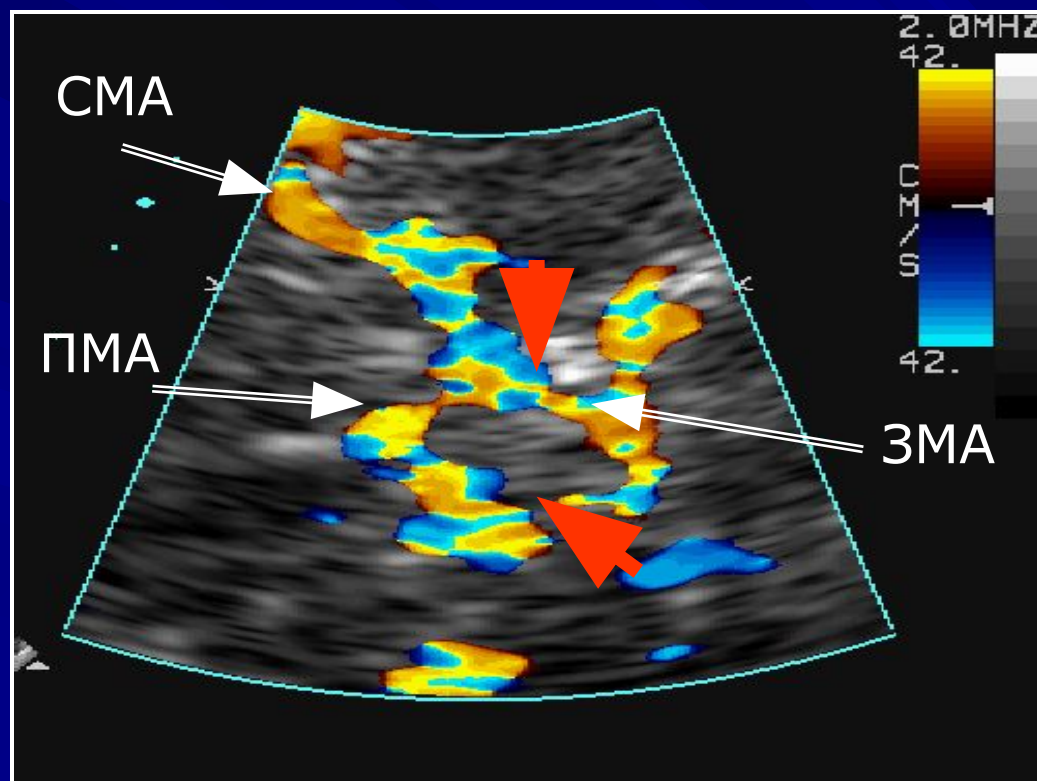
УЗИ кровеносных сосудов



Транскраниальная доплерография средней мозговой артерии в сочетании с доплеровской спектрограммой скорости кровотока.

Доступ – височная область.

Цветовое дуплексное сканирование артерий Виллизиева круга



Стрелками обозначены функционирующие задние соединительные артерии

СМА – средняя мозговая артерия; ПМА – передняя мозговая артерия;
ЗМА – задняя мозговая артерия.

Вопросы для самопроверки

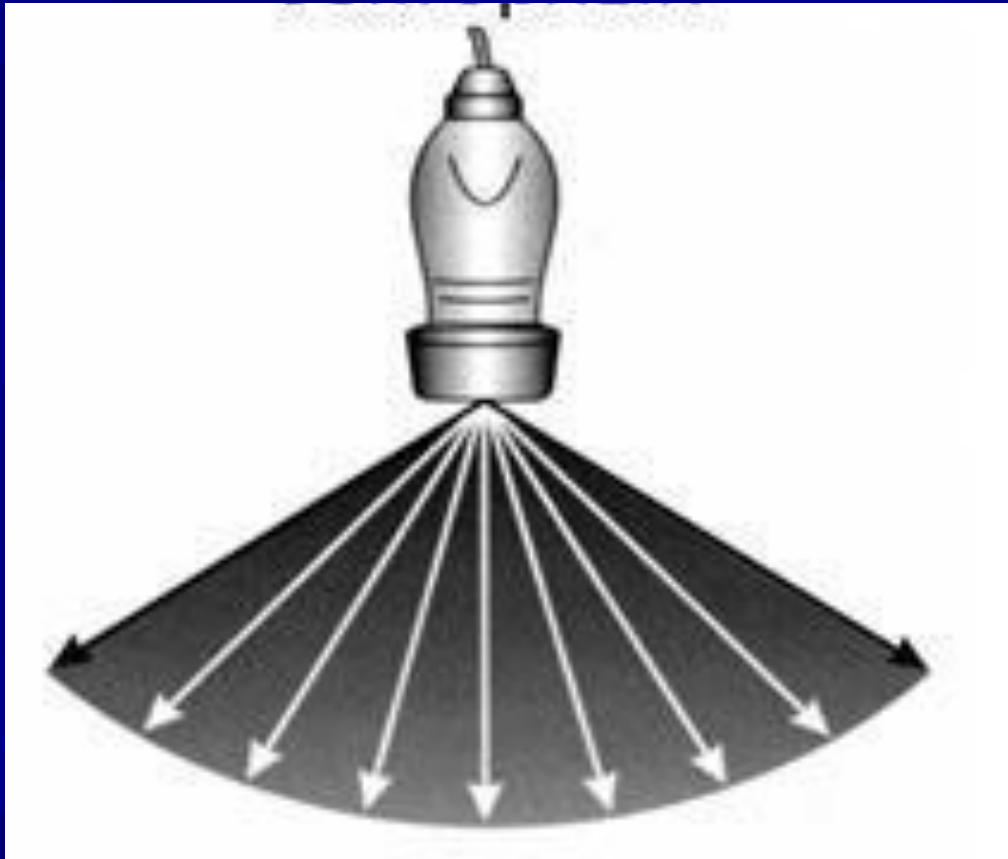
Вопрос №1

Назовите физический принцип генерации ультразвуковой волны.

1. Прямой пьезоэффект
2. Ионизирующее излучение
3. Обратный пьезоэффект
4. Сильное магнитное поле

Вопрос №2

Назовите тип ультразвукового датчика



1. Линейный
2. Секторный
3. Конвексный
4. Векторный

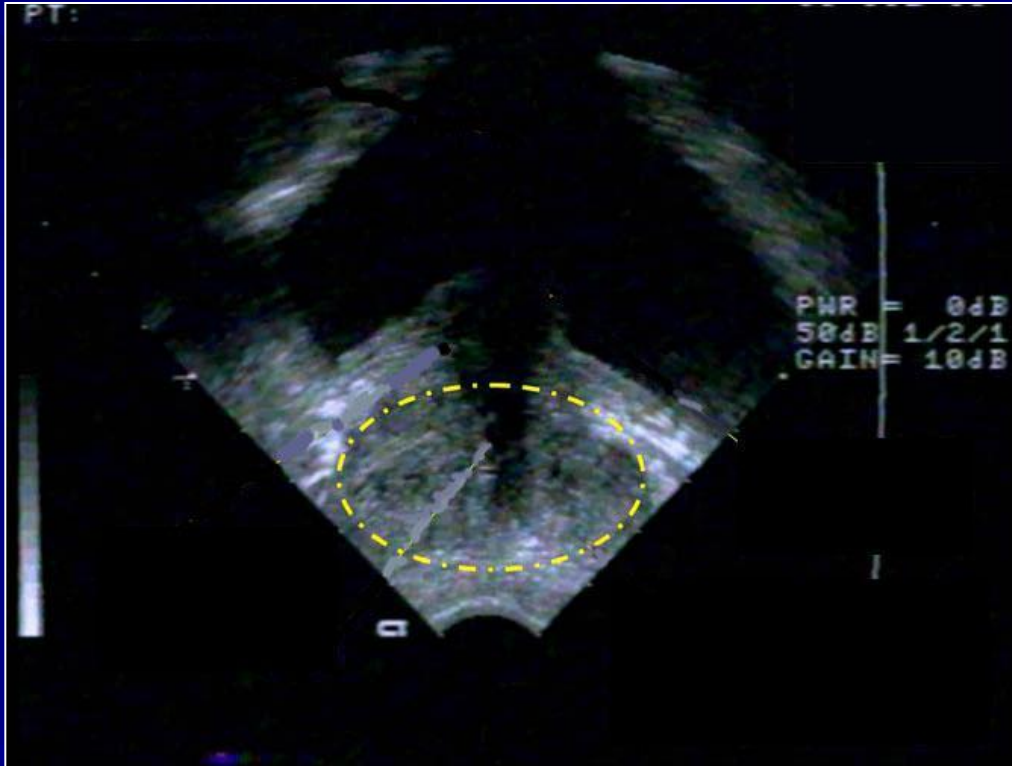
Вопрос №3

Назовите основные диагностические возможности доплерографии

1. Определение скорости кровотока
2. Определение направления кровотока
3. Оценка характера кровотока – турбулентный или ламинарный
4. Оценка акустической плотности и структуры паренхиматозных органов
5. Ответы 1,2,3 – правильно.

Вопрос №4

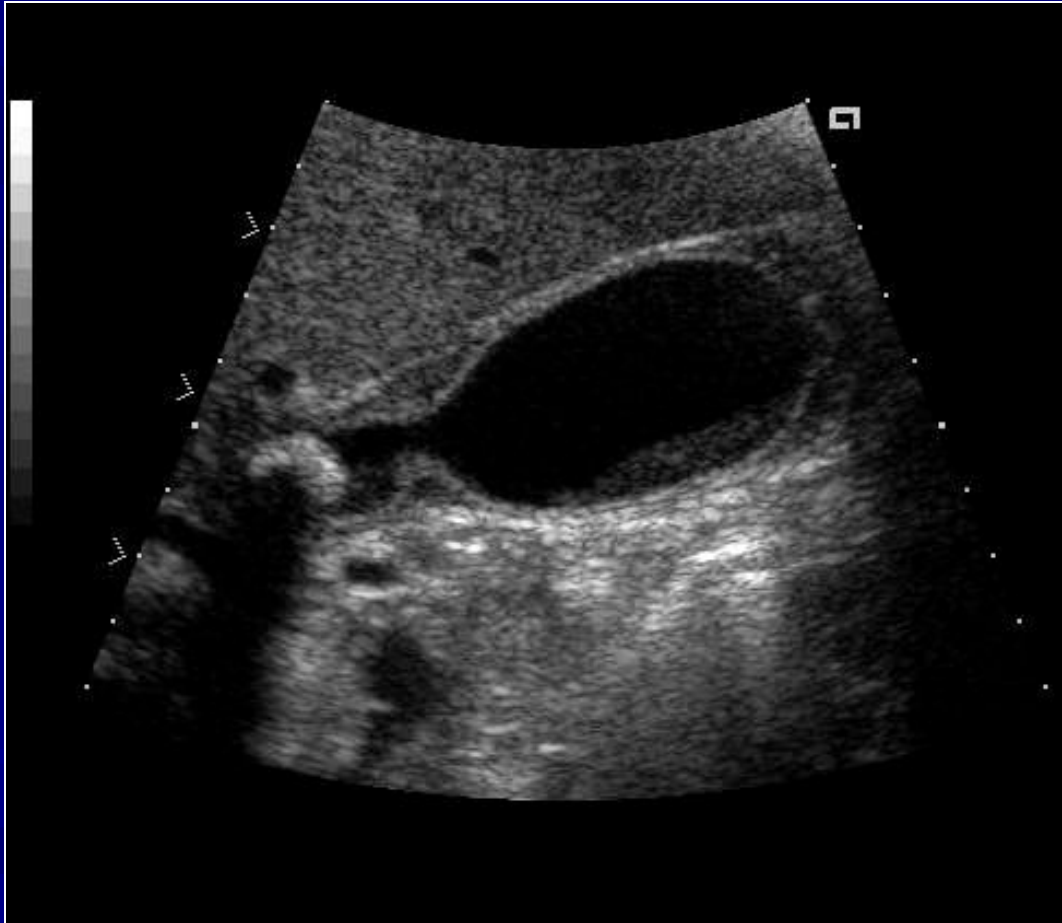
Назовите вид исследования



1. Трансабдоминальное УЗИ мочевого пузыря
2. Трансабдоминальное УЗИ мочевого пузыря и предстательной железы.
3. Трансректальное УЗИ предстательной железы
4. Трансректальное УЗИ предстательной железы и мочевого пузыря

Вопрос №5

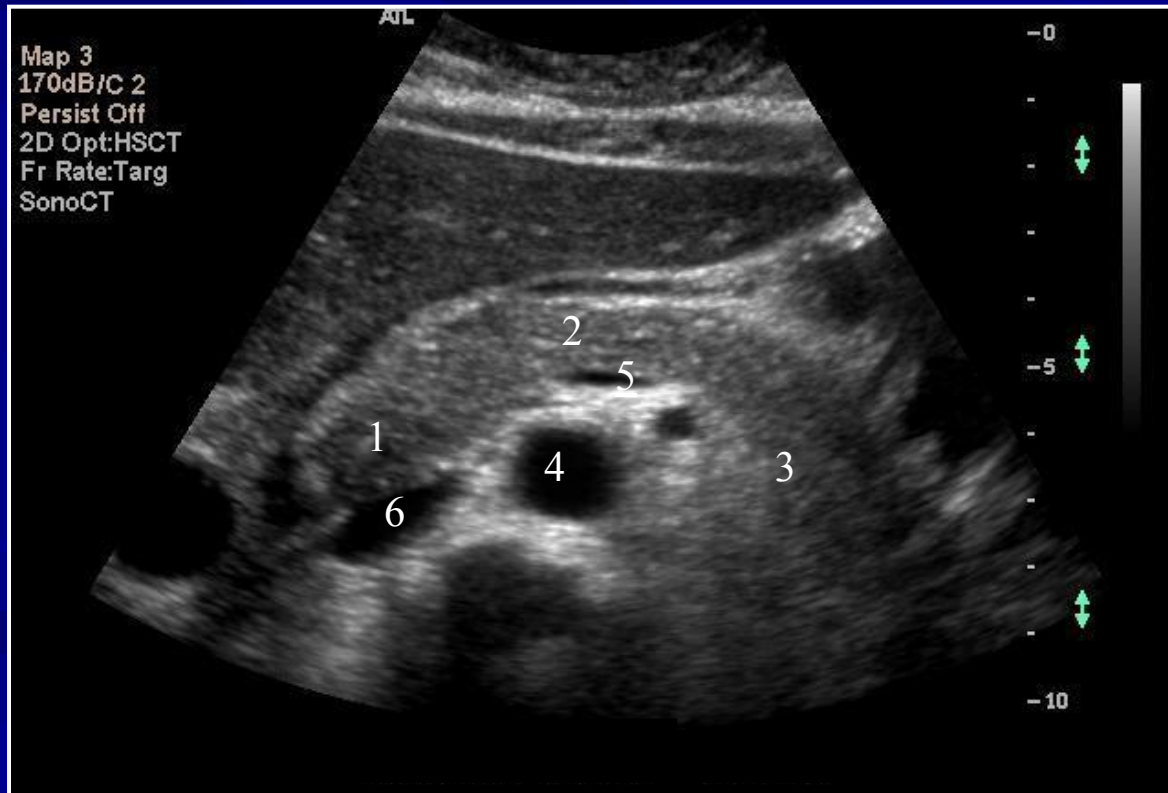
Назовите вид исследования и диагноз.



1. УЗИ мочевого пузыря, новообразование.
2. УЗИ молочной железы, киста.
3. УЗИ желчного пузыря, желчнокаменная болезнь.
4. Узи желудка, застойное содержимое в желудке.

Вопрос №6

Назовите основные отделы поджелудочной железы и анатомические ориентиры, используемые при её УЗИ



Вопрос №7

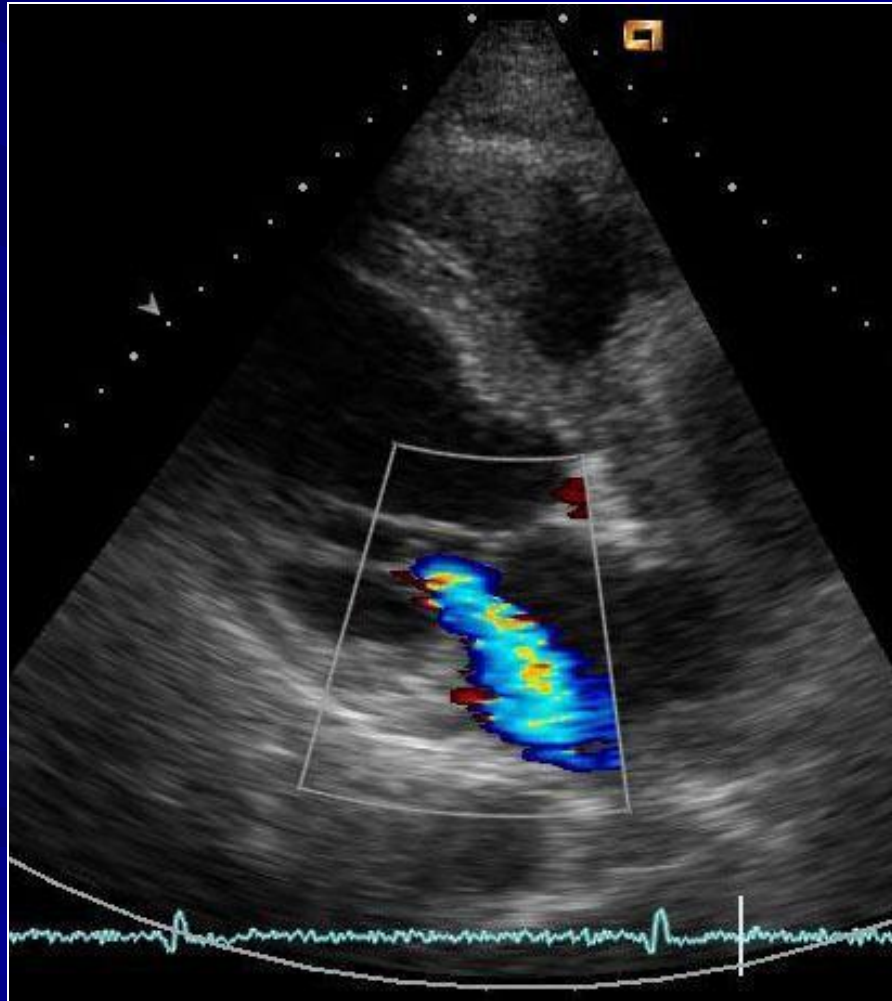
Назовите методику визуализации плода



1. Рентгеновская компьютерная томография
2. Магнитно-резонансная томография
3. Двухмерное УЗИ
4. Трёхмерное УЗИ

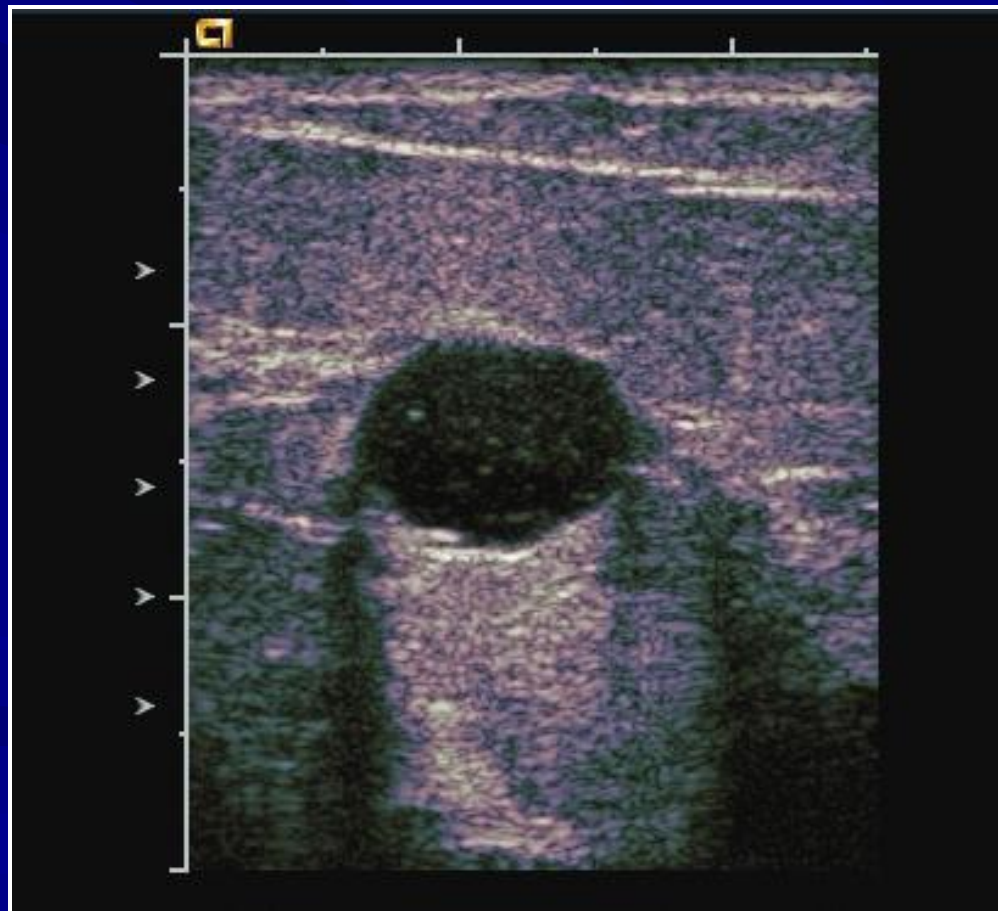
Вопрос №8

Назовите методику и область исследования



Вопрос №9

Назовите ультразвуковые признаки кисты молочной железы.



Ответы

1 – 3

2 – 2

3 – 5

4 – 4

5 – 3

6 – 1 – головка; 2 – тело; 3 – хвост; 4 – аорта; 5
– селезеночная вена; 6 – нижняя полая вена.

7 – 4

8 – эхокардиография с цветовым доплеровским картированием митральной регургитации.

9 – округлая форма; четкость контуров; анэхогенное содержимое; дистальное усиление эхосигналов; латеральные тени.