

Кафедра кардіології НМАПО

Фізика ультразвукового
дослідження. Режими сканування в
ангіології.

Носенко Н.М.

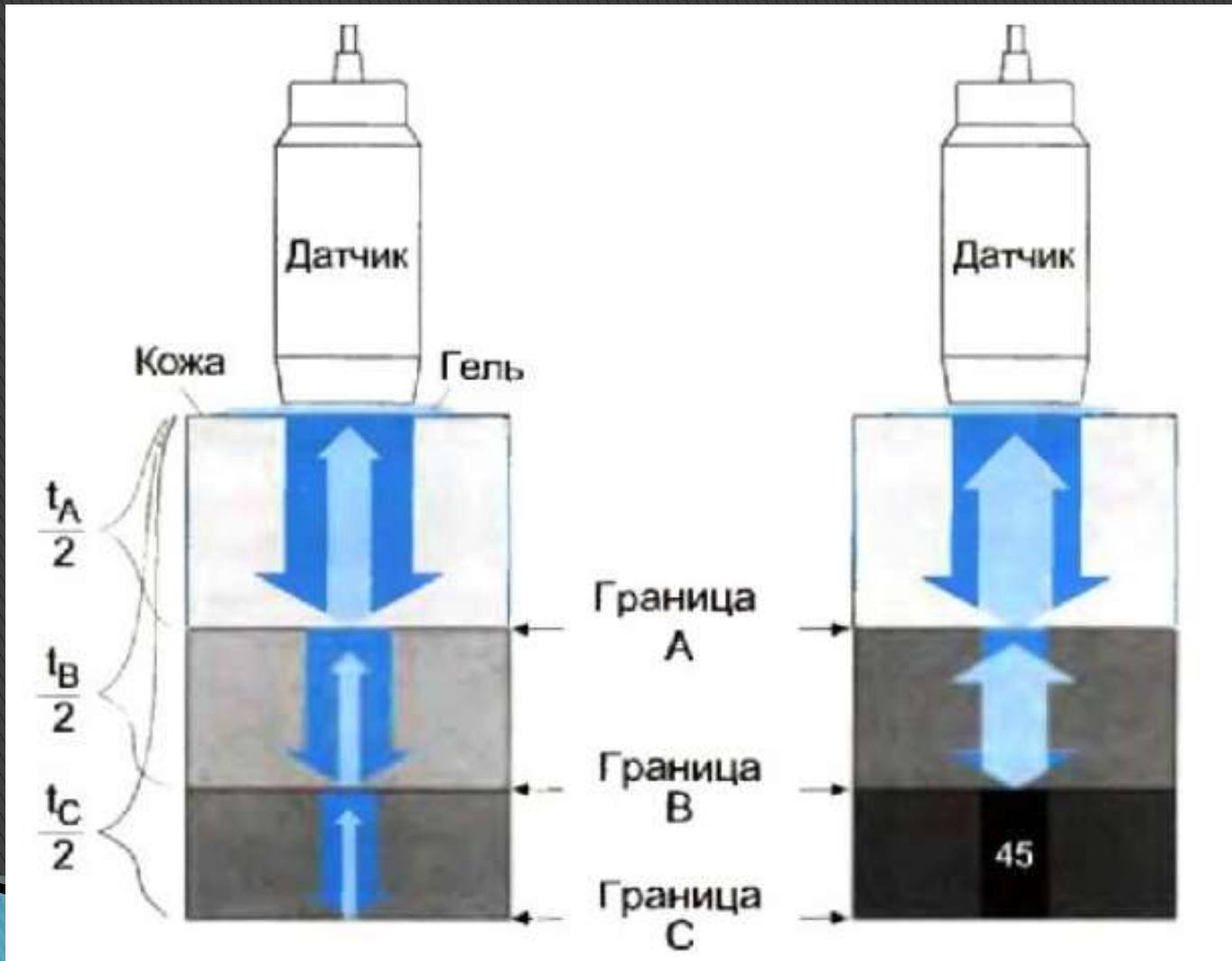
Физика ультразвука

- ▶ Основные физические эффекты взаимодействия ультразвука с частицами вещества, в котором он распространяется, являются: **отражение, преломление, рассеяние и поглощение.**

Физика ультразвука

- ▶ **Отражение** – изменение направления распространения ультразвуковой волны на границе раздела сред на противоположное. Именно данное свойство лежит в основе принципа получения ультразвуковых изображений.

Физика ультразвука



Физика ультразвука

- ▶ **Рассеяние** – мультиполярные изменения направления распространения ультразвуковых волн, обусловленные внутренней неоднородностью среды и являющиеся результатом многочисленных отражений и преломлений.
- ▶ **Поглощение** – переход энергии ультразвукового потока в другие виды энергии, прежде всего тепловую.

ЯСИНОВСКИЙ, МИХАИЛ, ВЕНЦИАНОВИЧ, 77 л, М,
В Ч 10 МГц У 64%
ГЛ 5 см DIP С
ОБР 8-3-Н ПРС 4
ПСТ 2

14 НОЯ 2013 11:30

НМкарот LA523K

д1 2.6 мм



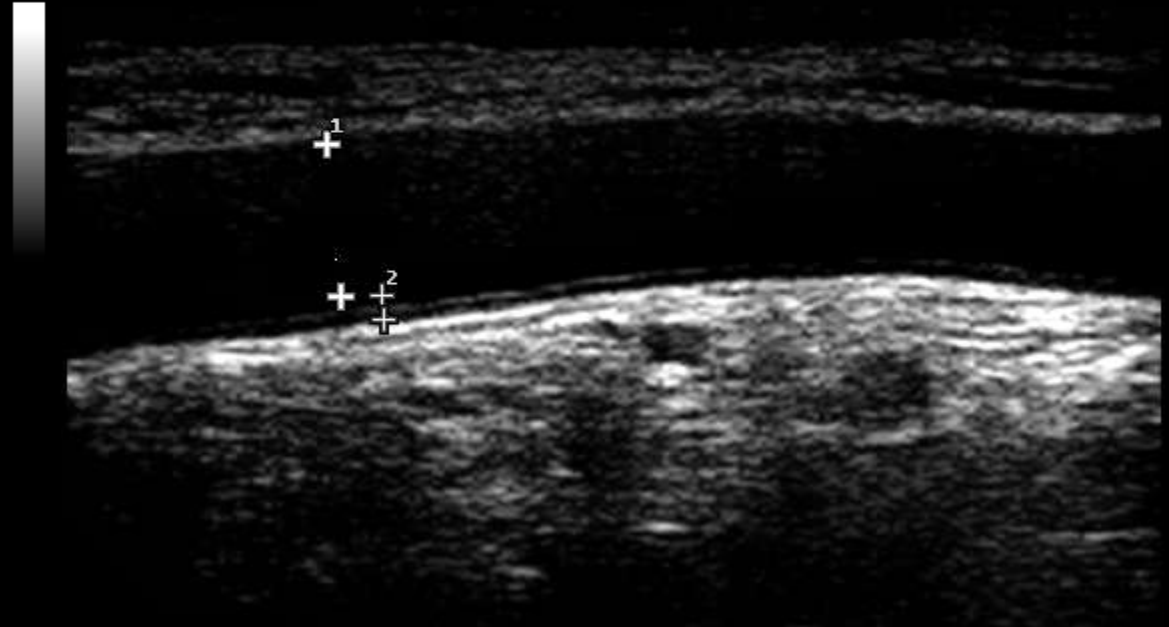
НМАПО

РУЖАНСКАЯ, ЕЛЬМИРА, ФИЛИПОВНА, 73 л, Ж,
В Ч 10 МГц У 46%
ГЛ 4 см DIP 1
ОБР 4-5-В ПРС 4
ПСТ 4

28 ОКТ 2013 1

ШЕЯ НСНК LA523K

Д1 6.5 мм
Д2 1.0 мм



НМАПО

РУЖАНСКАЯ, ЕЛЬМИРА, ФИЛИПОВНА, 73 л, Ж,
В Ч 10 МГц У 64%
ГЛ 4 см DIP С
ОБР 8-3-Н ПРС 4
ПСТ 2

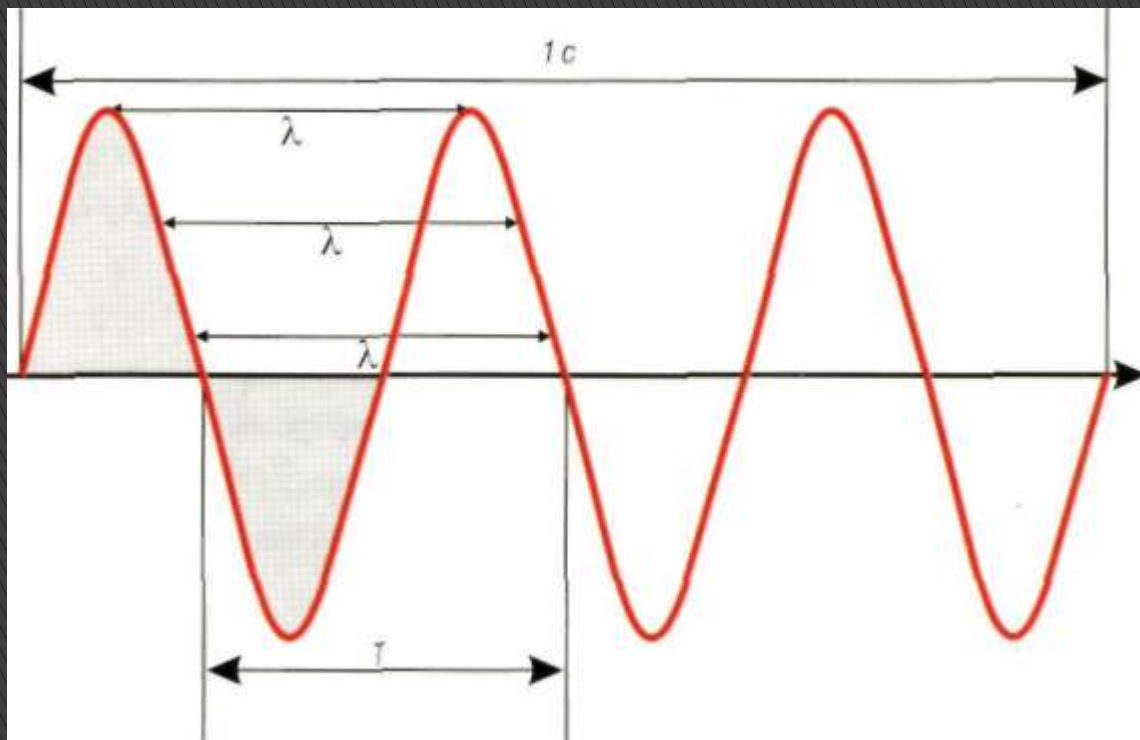
28 ОКТ 2013 15:23

НМкарот LA523K

Д1 2.7 мм
Д2 1.7 мм



Основные характеристики ультразвуковой волны



- ▶ Амплитуда.
- ▶ Длина.
- ▶ Частота.
- ▶ Период.
- ▶ Скорость.

Основные характеристики ультразвуковой волны

Ткань	Скорость звука, м/с	Акустический импеданс, кг/(м ² ·с)
Воздух	330	0,0004
Жир	1450	1,38
Вода (20°C)	1480	1,48
Тканевая жидкость	1500	1,5
Стекловидное тело глаза	1520	1,52
Мозг	1540	1,58
Мягкие ткани (в среднем)	1540	1,63
Печень	1550	1,65
Почки	1560	1,62
Кровь	1570	1,61
Мышцы	1580	1,7
Кости	3500	7,8

- ✓ Ультразвук отражается на границе раздела двух сред с различной акустической плотностью.
- ✓ При локации кровеносных сосудов ультразвук отражается от стенок сосудов.
- ✓ Ультразвук рассеивается в гетерогенных средах.
- ✓ Чем выше частота ультразвука – тем выраженнее ослабление сигнала, – тем меньше глубина проникновения (локации).

Эффект Допплера.

- ▶ Эффект Допплера заключается в изменении частоты ультразвукового сигнала при отражении от движущихся предметов по сравнению с первоначальной частотой посланного сигнала (доплеровский сдвиг частот).

Эффект Допплера.

- ✓ При локации движущихся объектов применяется эффект Допплера: меняется частота посланного ультразвукового сигнала.
 - приближающийся объект вызывает позитивный сдвиг (увеличение частоты);
 - удаляющийся объект вызывает негативный сдвиг (уменьшение частоты).
- ✓ По знаку частотного сдвига (положительный или отрицательный) судят о направлении тока крови относительно датчика.



08/28/2012 NSC

16:28:01

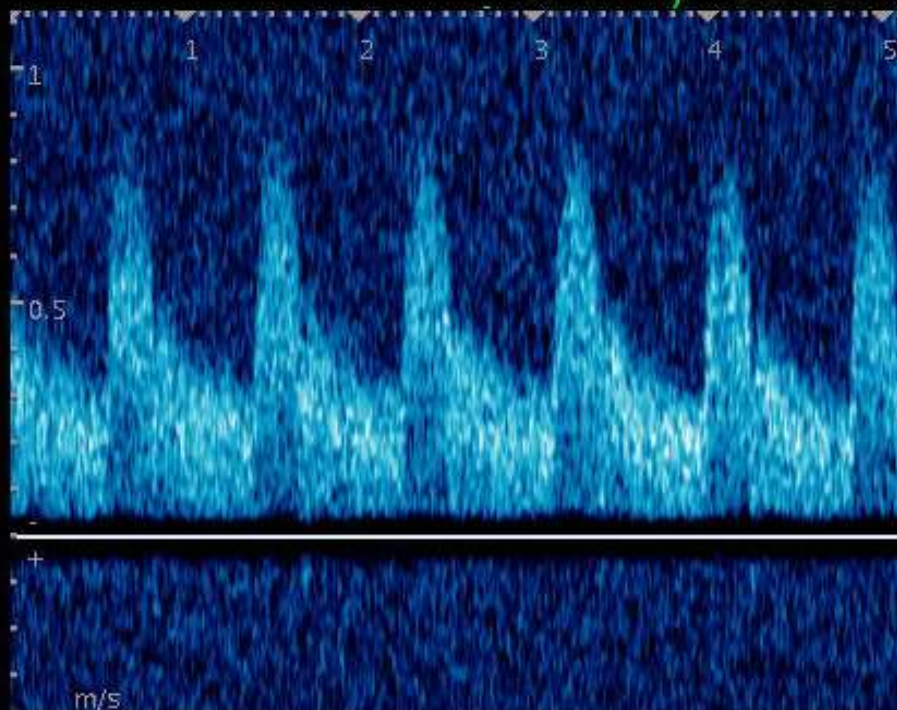
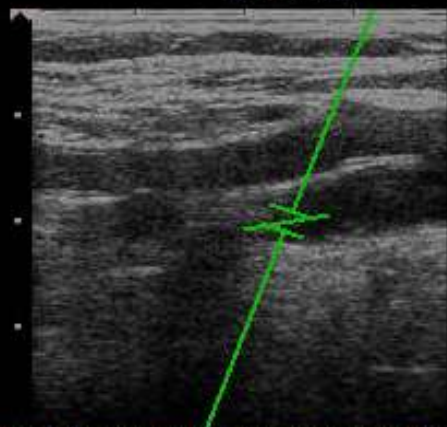
Baglaeva

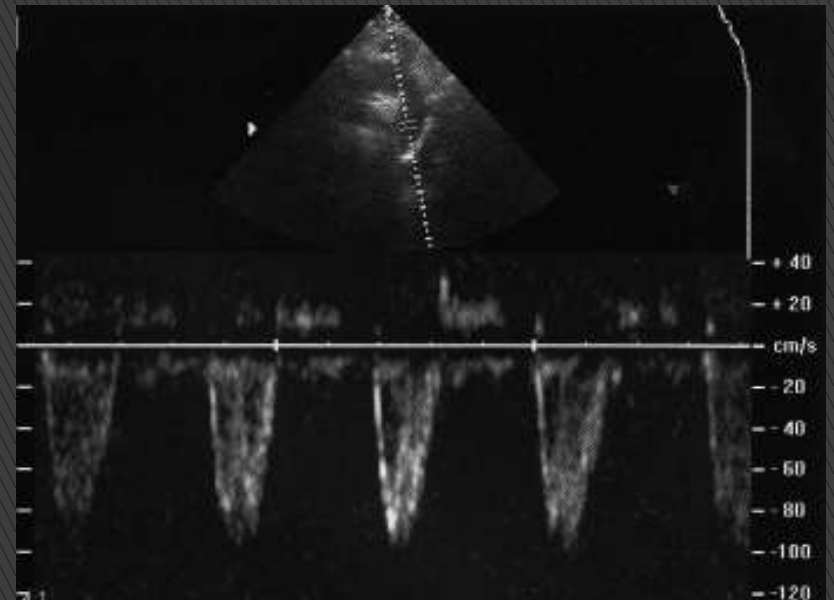
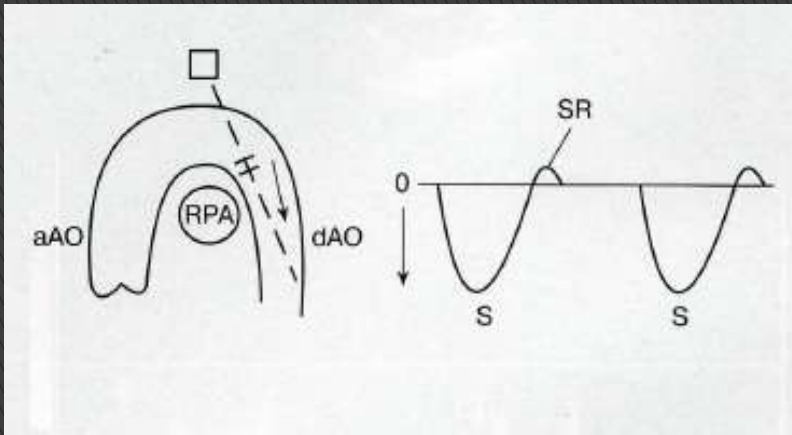
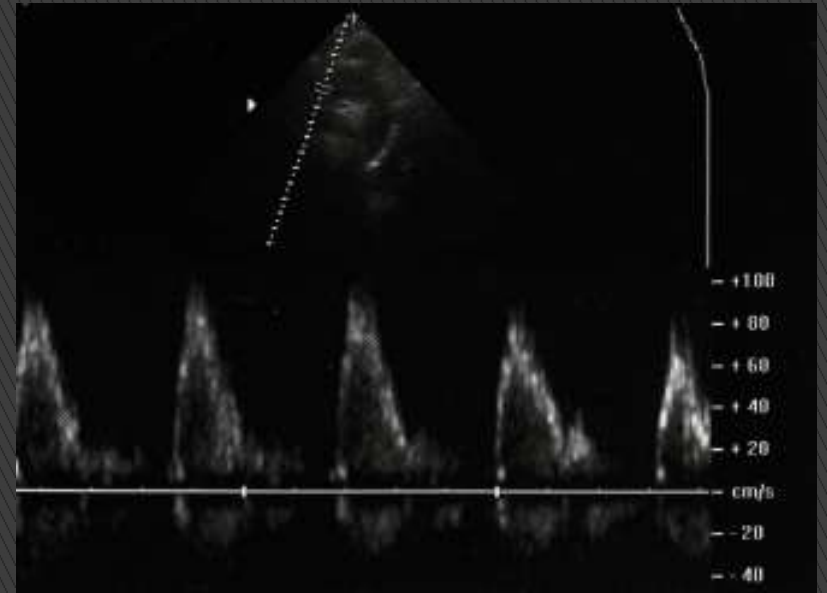
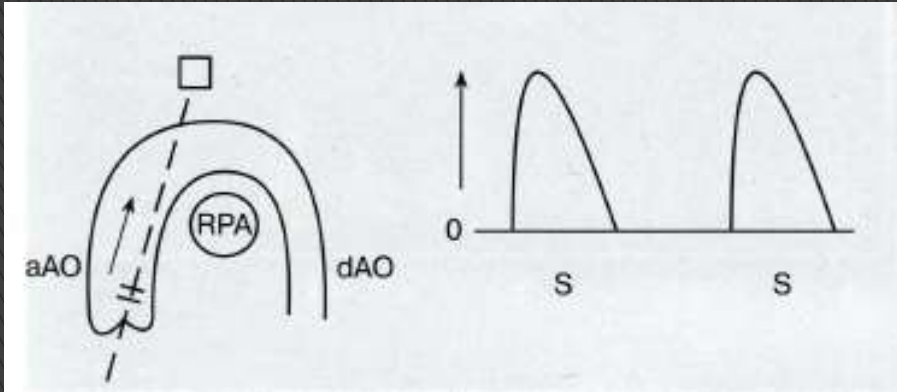
x4710

5-12LA 21 fps
CAROTDRZEITOUN

2D BGain 21
4 cm Smooth 2
Low Rej 7
Enh -2
Gamma 6

PW Gain 30dB
4MHz W 150Hz
Ang 60° Gate 2mm
En 0dB
Gamma 5 Rainb 5





Импульсно-волновой доплер (Pulsed Wave – PW)

- ✓ Преимущество метода – Оценка потока в определенной точке. Графическая развертка отражает характер кровотока в данной точке. По вертикали на графике откладывается скорость потока, по горизонтали – время.
- ✓ Ограничением метода является невозможность регистрации высокоскоростного потока. Скоростной предел (не более 2,5 м/с).

Непрерывноволновой доплер (Continuous Wave – CW)

- ✓ Преимуществом метода является возможность регистрации высокоскоростных потоков.
- ✓ Недостаток метода – отсутствие дифференцировки сигнала по глубине сканирования. На графике регистрируются все потоки по ходу луча.

Теорема Найквиста

$$PRF > 2\Delta f$$

- ▶ Анализ доплеровских сигналов также осуществляется импульсно.
- ▶ PRF (ЧПИ) должен быть больше удвоенной величины доплеровского сдвига частот.

aliasing–эффект

- ▶ Величина PRF, равная удвоенной величине доплеровского сдвига частот, называется пределом Найквиста, превышение его влечет за собой возникновение aliasing–эффекта, когда часть сигнала, не попавшая в окно приема, оказывается в следующем (простой aliasing–эффект) или нескольких следующих окнах (множественный aliasing–эффект).
- ▶ Некорректное изображение доплеровской информации связано с некорректной ЧПИ.

Цветовое доплеровское кодирование (ЦДК):

- ▶ Цветовое кодирование скорости.
- ▶ ЦДК «энергии» доплеровского спектра;
- ▶ Конвергентное ЦДК;
- ▶ ЦДК движения тканей.

Цветовой доплер (Color Doppler)

- ✓ Является аналогом импульсно-волнового доплера, где направление и скорость кровотока кодируются разным цветом. Так, кровоток к датчику кодируется красным цветом, от датчика – синим. Турбулентный кровоток кодируется сине-зелено-желтым цветом.
- ✓ Преимуществами метода является возможность быстрой оценки кровотока в камерах сердца и магистральных сосудах, выявление патологического кровотока через клапаны, регистрация шунтов и т.д.
- ✓ Ограничением метода могут служить плохая визуализация в В-режиме и пристеночные турбулентные потоки.

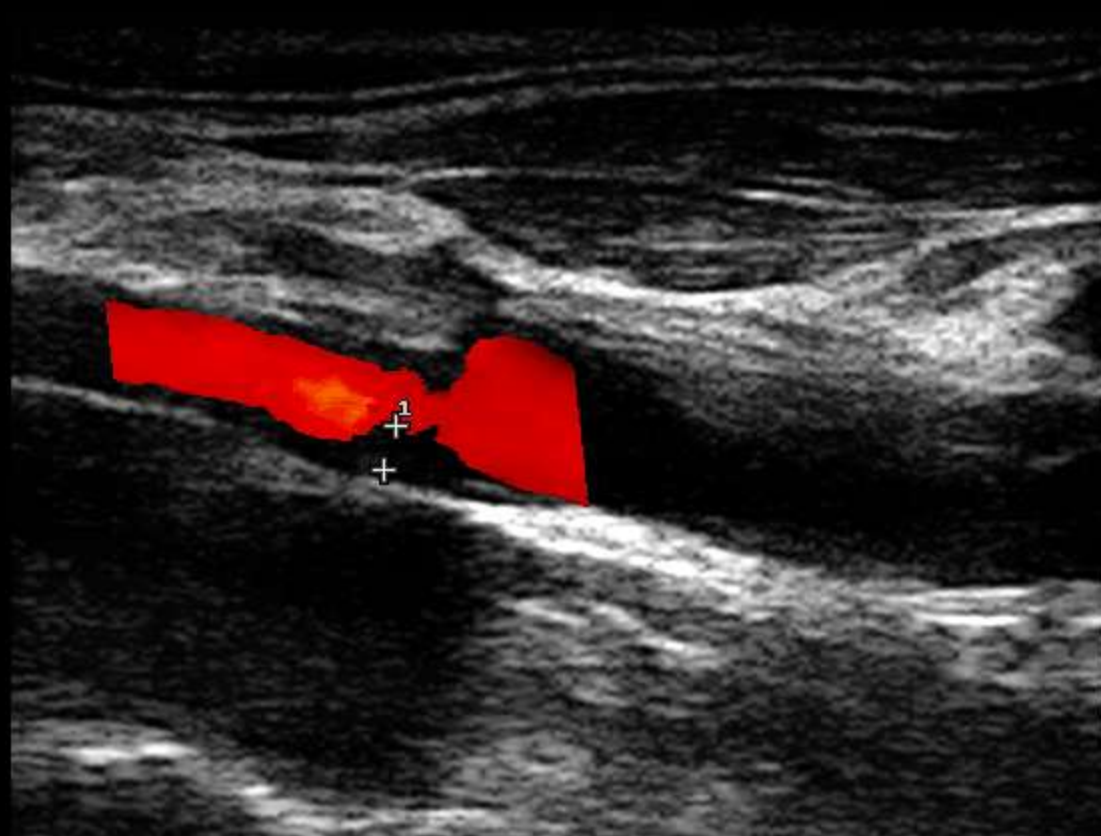
НМАПО

ОВЧАРОВ, ВАЛЕНТИН, МИХ, 62 л, М,
В Ч 10 МГц У 64% CFM Ч 6.6 МГц У 59%
ГЛ 4 см DIP С ЧПИ 2.1кГц
ОБР 7-5-В ПРС - ОБР 3-Н-В ПРС 5
ПСТ 4 Ф Н S \

18 ИЮН 2013 С

ШЕЯ НОС LA523K

Д1 1.9 мм



НМАПО

ЗАВАДСЬКА, ВАЛЕНТИНА, АЛЕКСЕЕВНА, 66 л,

27 МАЙ 2013 09:23
0:00:00.50

В Ч	10	МГц	У	58%
ГЛ	3	СМ	DIP	C
ОБР	8-3-Н	ПРС	4	
ПСТ	2	МА	1	

НМверте6 LA523K



Сокращенный вариант

НМАПО

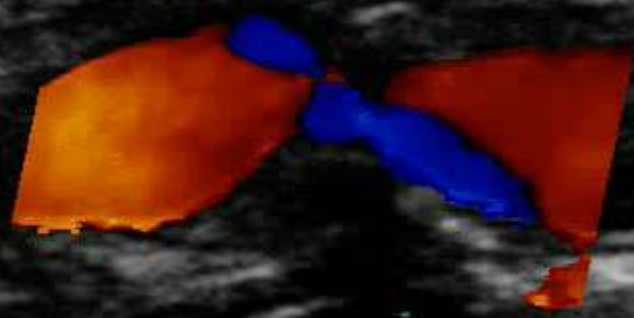
ЗАВАДСЬКА, ВАЛЕНТИНА, АЛЕКСЕЕВНА, 66 л,

27 МАЙ 2013 09:24

В Ч	10 МГц	У	58%	СFM	Ч	5.0 МГц	У	76%
ГЛ	3	СМ	DIP	С	ЧПИ	2.1кГц		
ОБР	8-3-В	ПРС	4	ОБР	3-Н-В	ПРС	7	
ПСТ	2			Ф	ФА	S	//	

0:00:00.27

НМвертеб LA523K



ОСА

0

Сокращенный вариант

Энергетический доплер (color doppler energy, CDE)

- ▶ кодирует не скорость, а величину площади под кривой интенсивность – частота (скорость).
- ▶ шкала моноцветна;
- ▶ не зависит от направления и скорости, а определяется уровнем интенсивности потока, или (упрощенно) «количеством» движущихся через метку контрольного объема эритроцитов.

Энергетический доплер (color doppler energy, CDE)

- ▶ 1. Технология ЦДК «энергии» позволяет «видеть» низкоскоростные потоки со значительно более высоким качеством.
- ▶ 2. При энергетическом цветовом кодировании отсутствует aliasing-эффект, поскольку принцип обработки доплеровского сигнала не включает анализ скорости.
- ▶ 3. Энергетическое ЦДК позволяет кодировать потоки, перпендикулярные направлению распространения ультразвукового луча (из-за меньшей зависимости от угла).

Возможности энергетического доплера в кардиологии и ангиологии:

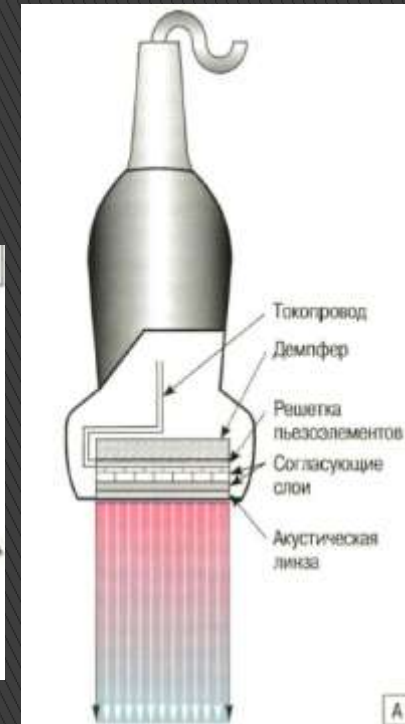
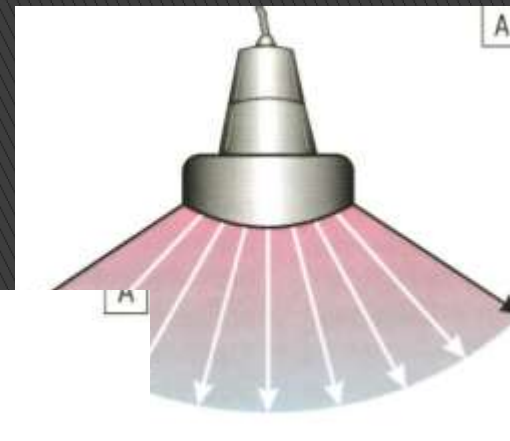
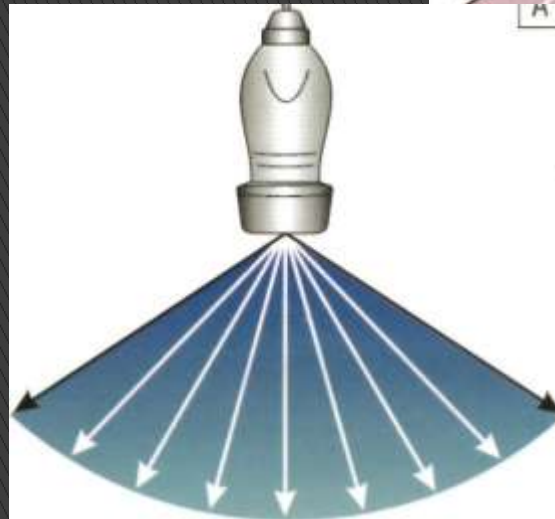
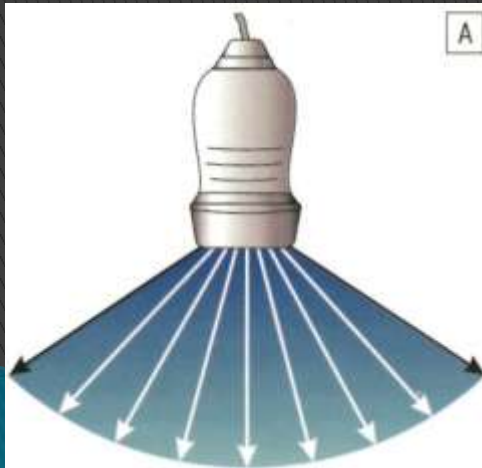
- тромбоз глубоких вен голени;
- дифференциация окклюзии ВСА от стеноза со слабым кровотоком;
- выявление хода позвоночных артерий;
- изображение сосудов с извилистым ходом;
- четкое контурирование бляшек, которые сужают просвет сосудов;
- транскраниальное изображение сосудов головного мозга;
- проходимость сосудов портальной системы;
- тромбоз нижней полой вены.

Методики

- ▶ Дуплексное сканирование.
- ▶ Триплексное сканирование.

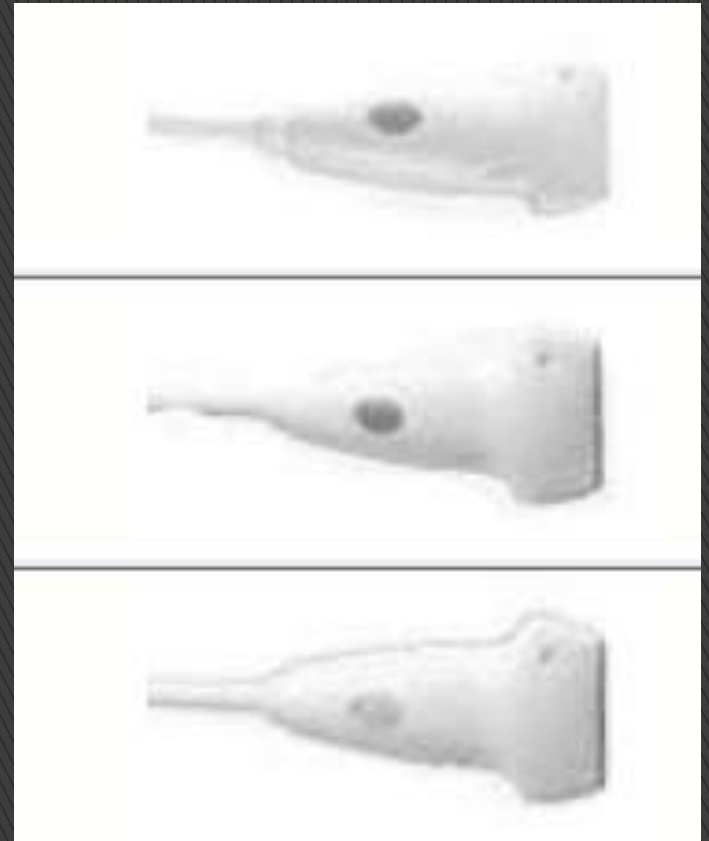
Форматы сканирования

- ▶ Линейный.
- ▶ Конвексный.
- ▶ Секторный.
- ▶ Векторный.



Форматы сканирования

- ▶ **Линейный.**
- ▶ Периферические сосуды, поверхностные структуры,
- ▶ педиатрия, молочная железа, мышечно-скелетные исследования.



Форматы сканирования

- ▶ Конвексный.
- ▶ Абдоминальные исследования, акушерство и гинекология, глубоколежащие сосуды.



Форматы сканирования

- ▶ Секторный.
- ▶ Фазированный датчик.
- ▶ Взрослая кардиология,
транскраниальные
исследования,
периферические сосуды.



Специальные датчики

- ▶ Черезпищеводный



- ▶ Интравагинальный



- ▶ Интраоперационный



- ▶ Карандашный



Внутрисосудистый ультразвук

Исследование коронарных артерий с использованием специального внутрисосудистого датчика малого диаметра.

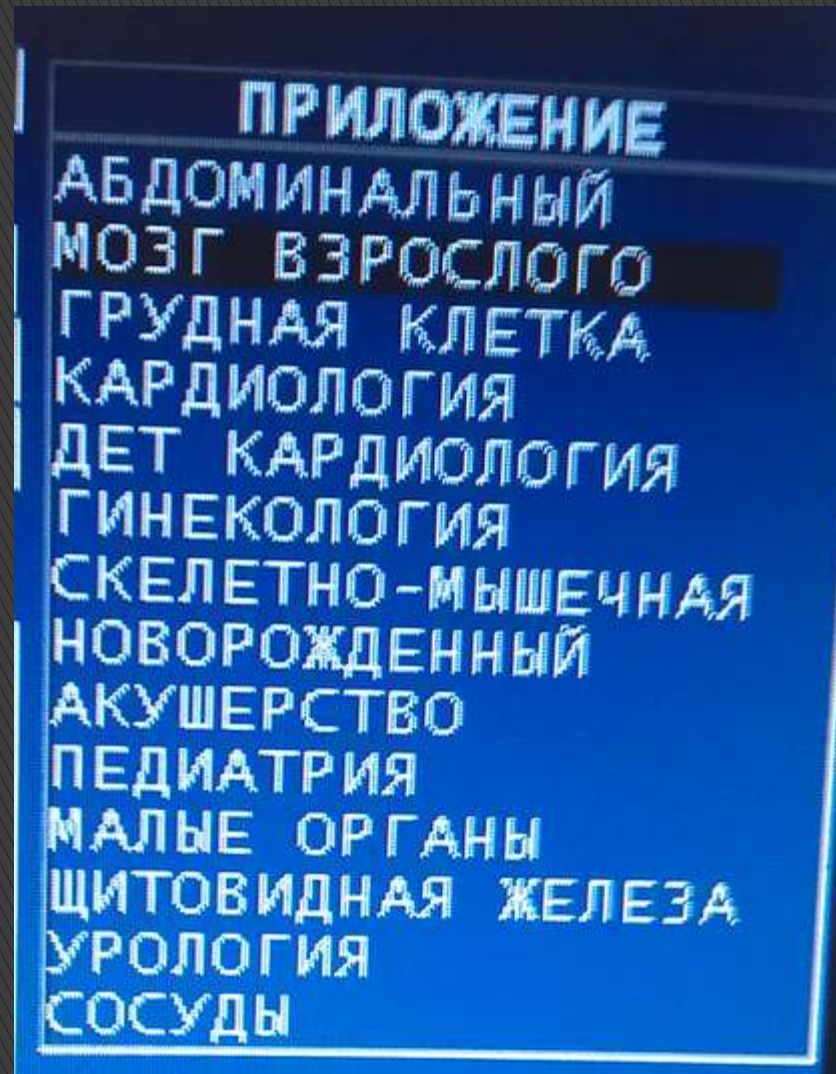
Преимущество метода состоит в том, что он позволяет получать срезы сосуда по короткой оси на большом протяжении от устья и оценивать состояние слоев стенки, степень стеноза и характер бляшки.

Ограничением метода является то, что он инвазивный и используется параллельно с коронарографией



Выбор программ

▶ Preset:



Frequency

- ▶ частоты от 5 до 15 МГц – для исследования экстракраниальных отделов брахиоцефальных сосудов, сосудов верхних и нижних конечностей, кровоснабжения поверхностно расположенных структур и мягких тканей;
- ▶ от 3 до 8 МГц – для абдоминальных сосудов;
- ▶ от 3 до 7 МГц – для сосудов малого таза;
- ▶ частоты 2–2,5 МГц, в некоторых случаях 1 МГц.

Depth

- ▶ 4– 5 см – БЦА.
- ▶ 3 – 4 см – верхние конечности.
- ▶ 4 – 6 (3 – 5) см – нижние конечности.
- ▶ 12 – 15 см – ТКДС.
- ▶ 8 – 12 см – абдоминальные сосуды.

Ошибки и трудности при эхографии

- ▶ Принципиальными ограничениями диагностических возможностей метода;
- ▶ Различными акустическими эффектами во время прохождения ультразвуковых волн через ткани организма;
- ▶ Методическими погрешностями в процессе исследования;
- ▶ Неправильной интерпретацией полученных данных.

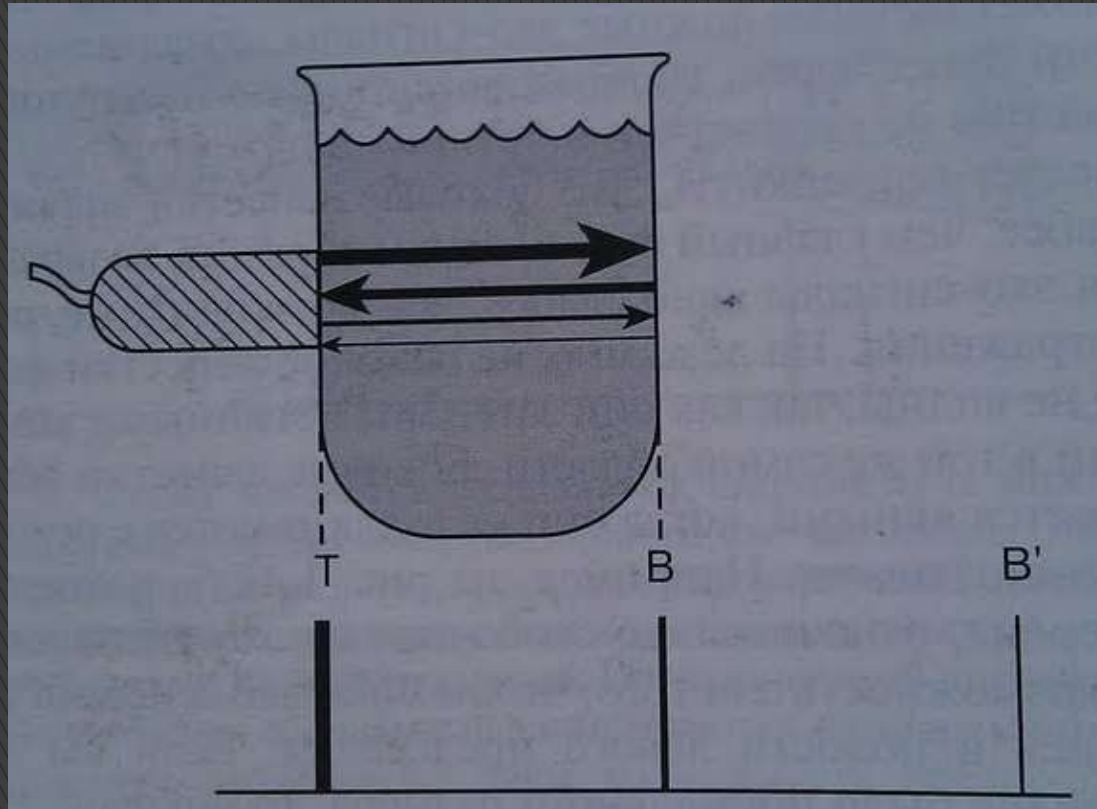
Артефакты

- ▶ *Артефакт (от лат. artefactum – искусственно сделанное), процесс или образование, несвойственные организму в норме и вызываемые самим методом его исследования .*

Артефакты

- ✓ Акустическая тень.
- ✓ Артефакт широкого луча или краевые эффекты (в полостных образованиях визуализируется плотный "осадок", ложные перегородки, появляется двойной контур).
- ✓ Скоростной артефакт (различная скорость распространения ультразвуковых волн в жидкостях и плотных тканях).
- ✓ Артефакт боковых лепестков.

Артефакты



- ▶ Эффект реверберации.

Артефакты



- ▶ Эффект ревербации.

Артефакты

- ✓ Внешнее электромагнитное воздействие (состоят из расходящихся линий и эхогенных полос, которые обычно располагаются по оси луча ультразвука).
- ✓ Артефакт эхогенности зоны фокусирования (сигналы, идущие из этой области, имеют большую интенсивность).
- ✓ Акустическое усиление (изображение будет более ярким в момент прохождения через жидкостные структуры из-за слабого, по сравнению с мягкими тканями, затухания.)

Артефакты

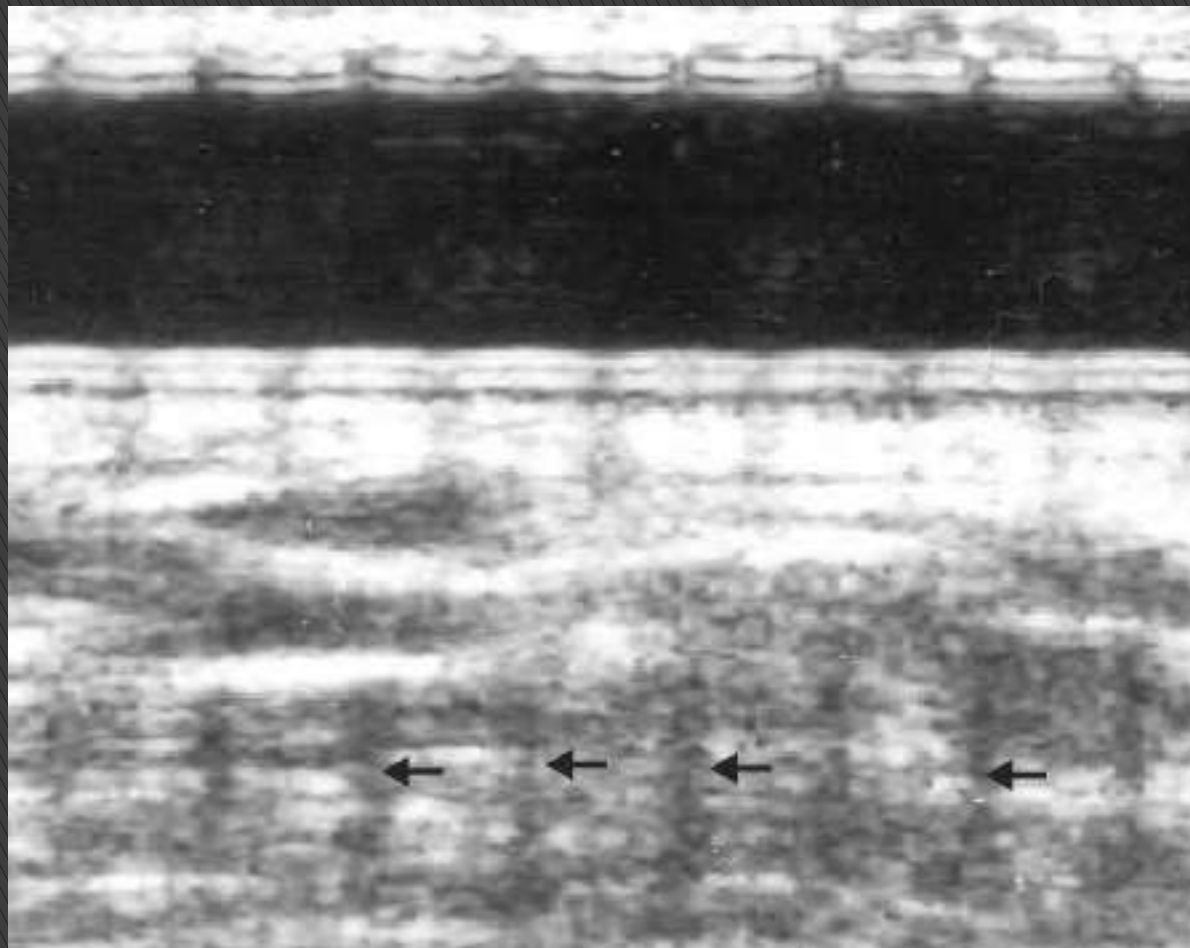
▶ Акустическая тень:



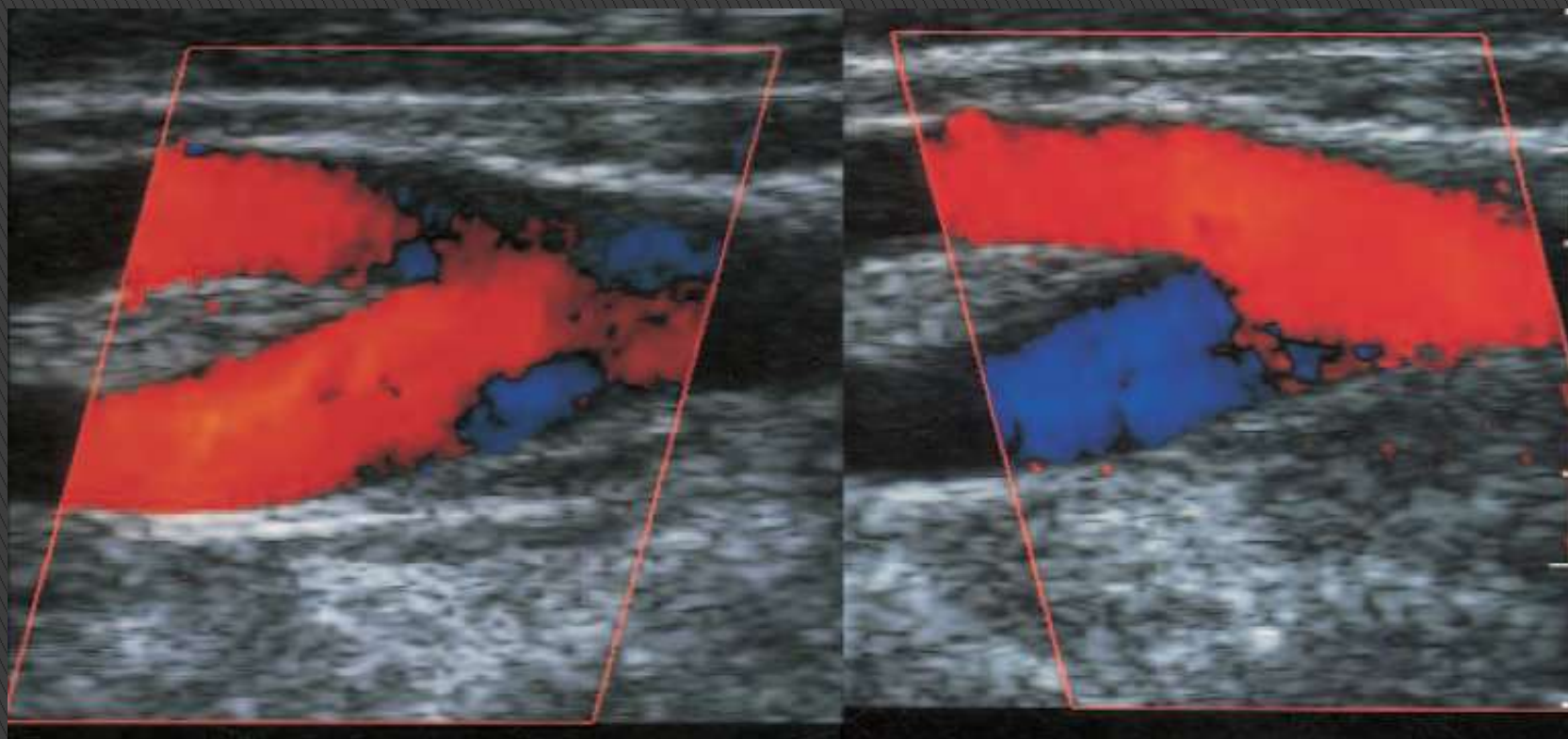
Артефакты



Артефакты



Артефакты



Артефакты

- ▶ S – подключичная артерия.
- ▶ M – зеркальное отображение.
- ▶ P – плевра.

