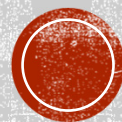


ULTRASSONOGRAFIA DOPPLER PARTE I

PROF. ANTONIO CARLOS CUNHA LACRETA JUNIOR



1

CONTEÚDO

- VASOS SANGUÍNEOS – ANATOMIA E FISILOGIA
- PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSONOGRÁFIA DOPPLER
- HEMODINÂMICA VASCULAR
- CARACTERÍSTICAS E PERFIS DE ONDAS DOPPLER VELOCIMÉTRICAS
- INSTRUMENTAÇÃO

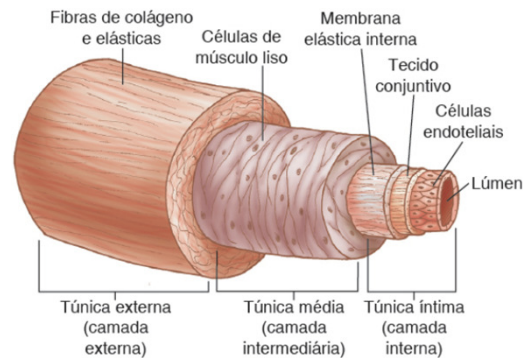
2

VASOS SANGUÍNEOS — ANATOMIA E FISIOLOGIA

■ VASOS SANGUÍNEOS

■ POSSUEM 3 CAMADAS

- TÚNICA INTERNA OU ÍNTIMA
 - MAIS INTERNA
 - CÉLULAS ENDOTELIAIS
- TÚNICA MÉDIA
 - INTERMEDIÁRIA
 - MÚSCULO LISO E FIBRAS ELÁSTICAS
 - MAIS ESPESSA NAS ARTÉRIAS
 - PODE MODIFICAR TAMANHO E FORMA DAS ARTÉRIAS
 - DAR RIGIDEZ E CONFIGURAÇÃO CILÍNDRICA
 - INFLUENCIADA POR HORMÔNIOS E OUTROS COMPOSTOS QUÍMICOS
- TÚNICA EXTERNA OU ADVENTÍCIA
 - MAIS EXTERNA
 - COLÁGENO E FIBRAS ELÁSTICAS
 - PROTEGE O VASO E O FIRMA NOS TECIDOS CIRCUNDANTES



3

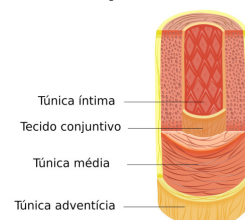
VASOS SANGUÍNEOS — ANATOMIA E FISIOLOGIA

- Vasos sanguíneos:

Túnica Adventícia: Tecido conjuntivo. Nesta túnica encontramos pequenas estruturas nervosas e vasculares que são destinadas à **inervação** e a **irrigação** dos vasos;

Túnica Média: É a camada intermediária composta por fibras musculares lisas e tecido elástico em quantidades variáveis de acordo com o **tipo de vaso**.

Túnica Íntima: Endotélio vascular.

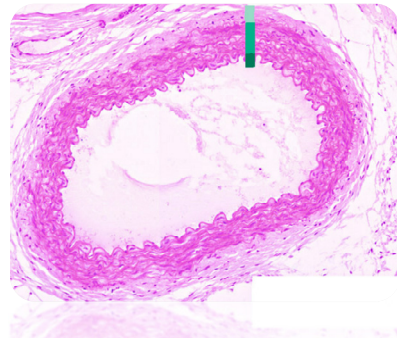
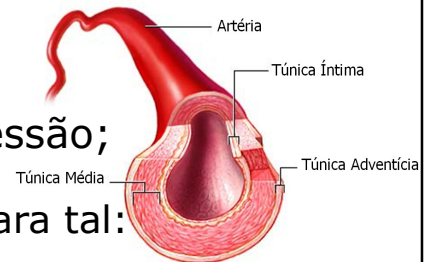


4

VASOS SANGUÍNEOS – ANATOMIA E FISIOLOGIA

- Artérias:

- Transporte de sangue sob alta pressão;
- Paredes devem ser especializadas para tal:
 - Rígidas e Elásticas;
 - ↑ Músculo liso
 - ↑ Fibras elásticas

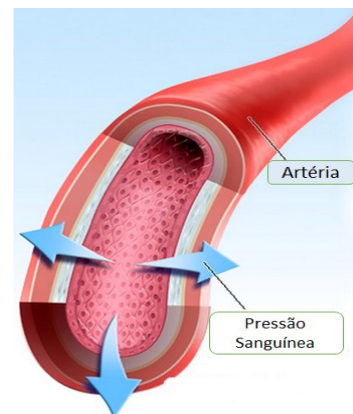


5

VASOS SANGUÍNEOS – ANATOMIA E FISIOLOGIA

- Artérias:

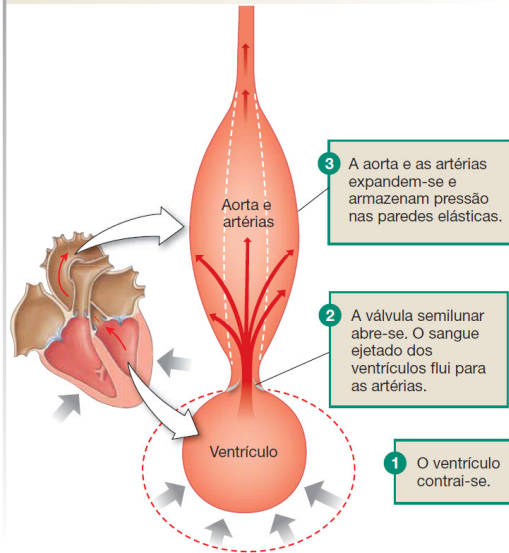
- Grande quantidade de **energia** é necessária para esticar a parede arterial;
- Com o estiramento essa energia é armazenada pelas **fibras elásticas**;
- Com a retração elástica da parede arterial, tal **energia é liberada**.



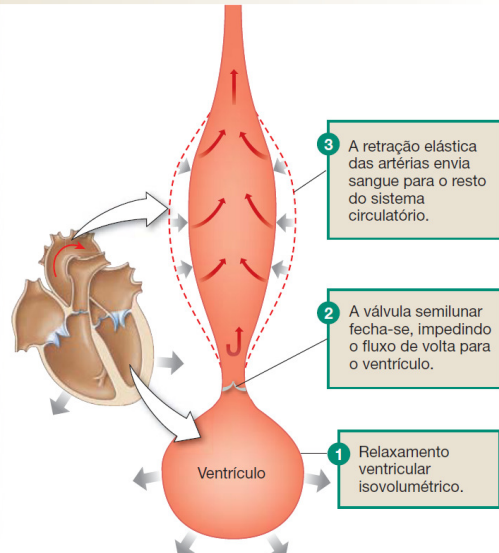
6

VASOS SANGÜÍNEOS – ANATOMIA E FISIOLÓGIA

(a) **Contração ventricular.** A contração dos ventrículos empurra o sangue para as artérias elásticas, causando seu estiramento.



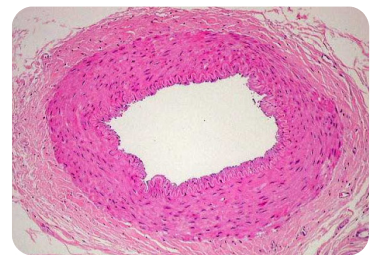
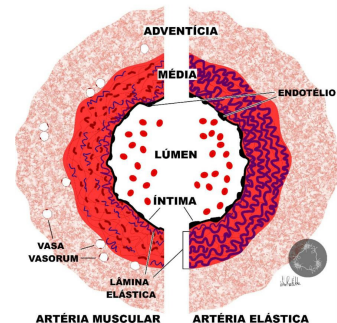
(b) **Relaxamento ventricular.** A retração elástica das artérias mantém a pressão direcionadora durante a diástole ventricular.



7

VASOS SANGÜÍNEOS – ANATOMIA E FISIOLÓGIA

- As grandes artérias se ramificam em artérias cada vez menores;
- A cada ramificação de menor calibre as características da parede mudam;
- O **tecido elástico** é gradativamente substituído por **músculo liso**;
- **Artérias Elásticas** → **Artérias Musculares**.
- Controle de seu diâmetro.
- Vasoconstrição e Vasodilatação!

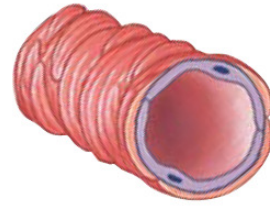


8

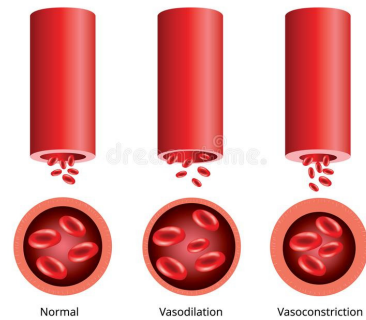
VASOS SANGUÍNEOS – ANATOMIA E FISIOLÓGIA

- Arteríolas:

- Parede predominantemente muscular;
- Condutos de controle do fluxo capilar;
- Capaz de ocluir completamente seu lúmen;
- Capaz de multiplicar seu diâmetro luminal;
- Altera o fluxo de acordo com a necessidade do tecido;
- Controlada principalmente por hormônios.



VASODILATION and VASOCONSTRICTION

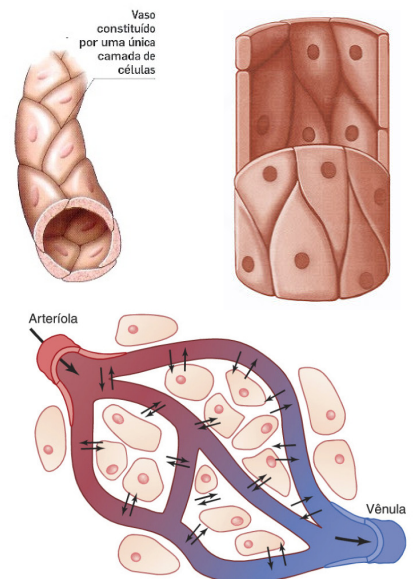


9

VASOS SANGUÍNEOS – ANATOMIA E FISIOLÓGIA

- Capilares:

- Menores vasos do sistema circulatório;
- Local de realização das trocas de substâncias entre o **sangue** e o **líquido intersticial** e **células teciduais**;
- Para facilitar as trocas os capilares não possuem fibras elásticas e nem musculares;
- Composto por **uma única camada endotelial** sustentada por uma lâmina basal de tecido conjuntivo.

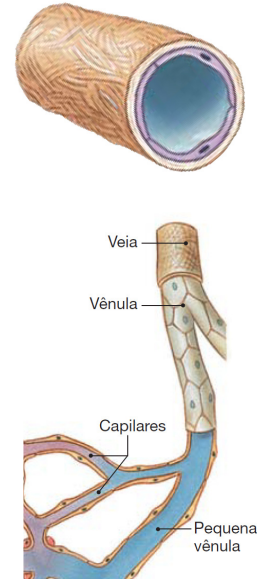


10

VASOS SANGÜÍNEOS – ANATOMIA E FISIOLÓGIA

- Vênulas:

- Semelhantes aos capilares;
- Sua parede delgada ainda possibilita pequenas trocas de substâncias;
- Conforme aumenta seu calibre ganha musculo liso em sua parede;
- Ao aumentarem seu diâmetro e espessura da parede se diferenciam em veias.

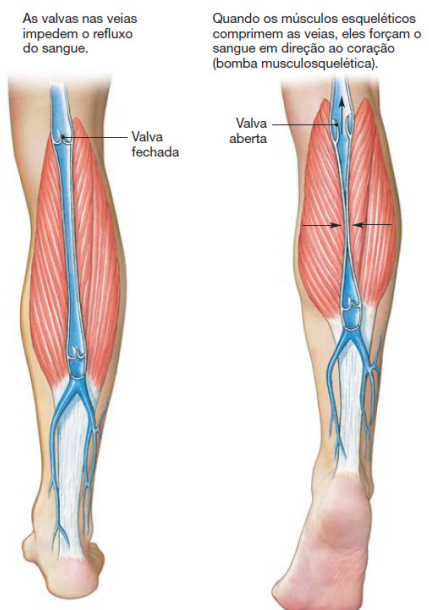


11

VASOS SANGÜÍNEOS – ANATOMIA E FISIOLÓGIA

- Veias:

- Endotélio e delgada camada muscular;
- **Número e diâmetro luminal** maiores que o das artérias;
- Alberga a maior parte do **volume sanguíneo**, atuando como reservatório;
- Possui válvulas unidirecionais que auxiliam no fluxo venoso;
- São **superficiais** ao contrário das **artérias** que se localizam em **planos profundos**.



	Dímetro	Espessura média da parede	Endotélio	Tecido elástico	Musculo liso	Tecido fibroso	
Artéria	0,1–10+ mm	1,0 mm					
Arteriola	10–100 µm	6,0 µm					
Capilar	4–10 µm	0,5 µm					
Vênula	10–100 µm	1,0 µm					
Veia	0,1–100+ mm	0,5 mm					

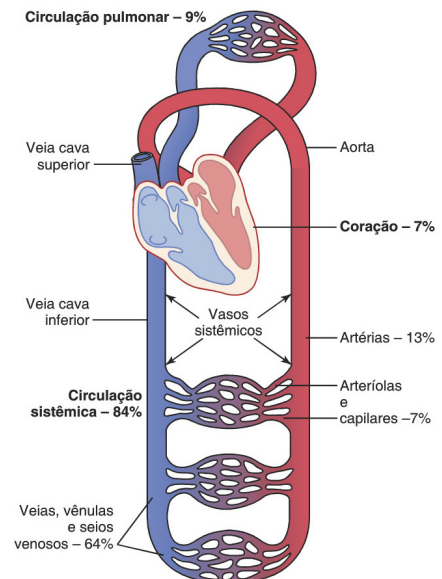
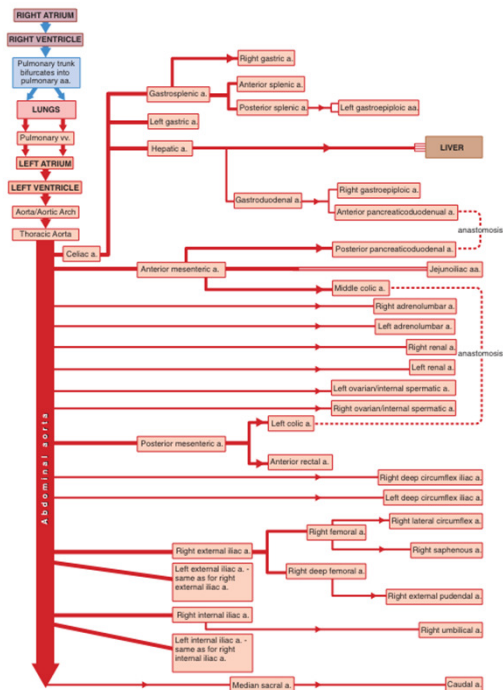
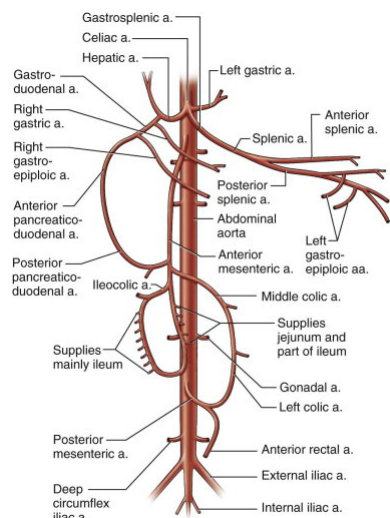


Figura 14-1 Distribuição do sangue (como porcentagem do sangue total) nas diferentes partes do sistema circulatório.

13

ANATOMIA VASCULAR ABDOMINAL

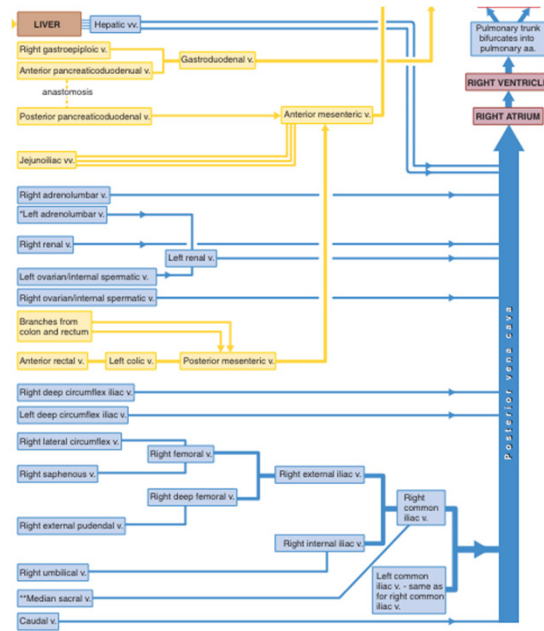
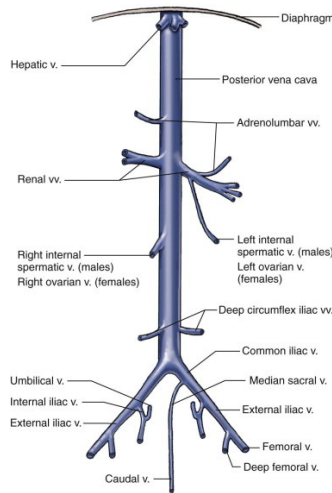
■ AORTA E COLATERAIS



14

ANATOMIA VASCULAR ABDOMINAL

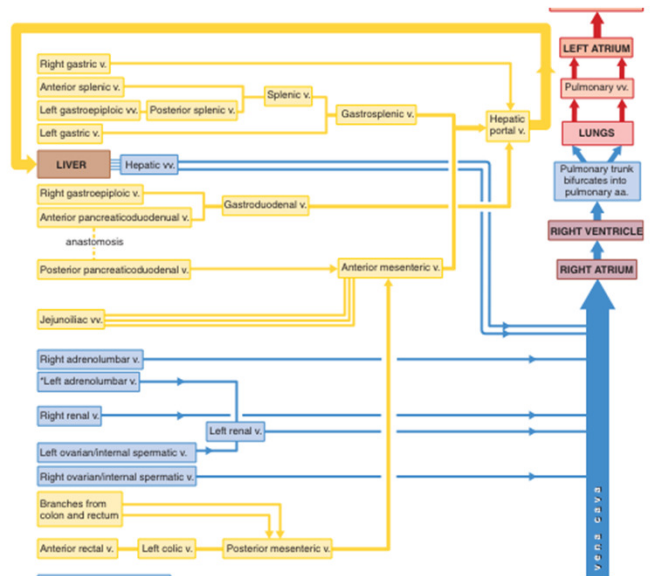
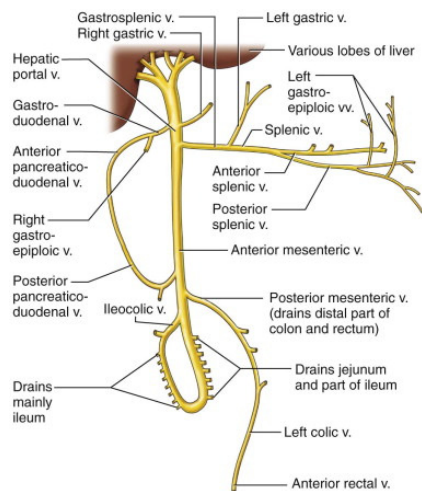
VCC E COLATERAIS



15

ANATOMIA VASCULAR ABDOMINAL

FORMAÇÃO DA PORTA

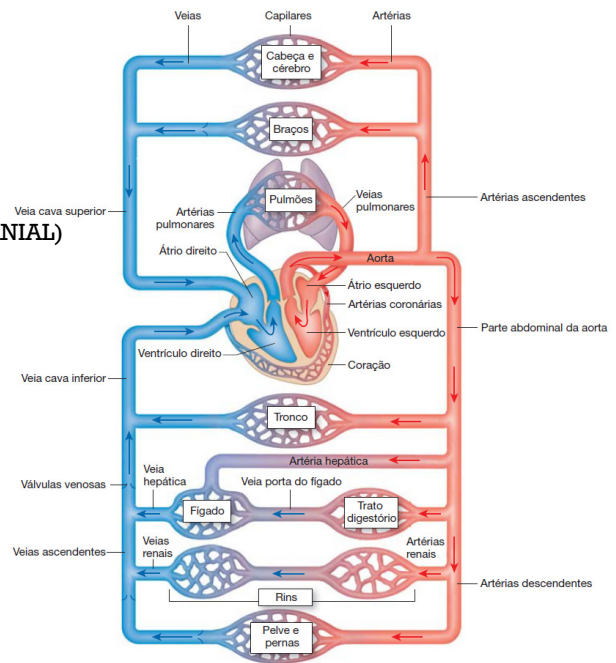
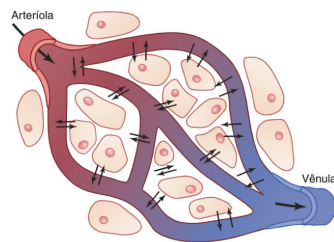


16

HEMODINÂMICA

▪ SISTEMA CIRCULATÓRIO

- CORAÇÃO
- GRANDES VASOS (AO E VC – CAUDAL E CRANIAL)
- REDE CAPILAR



17

FLUXO SANGUÍNEO

O QUE É?

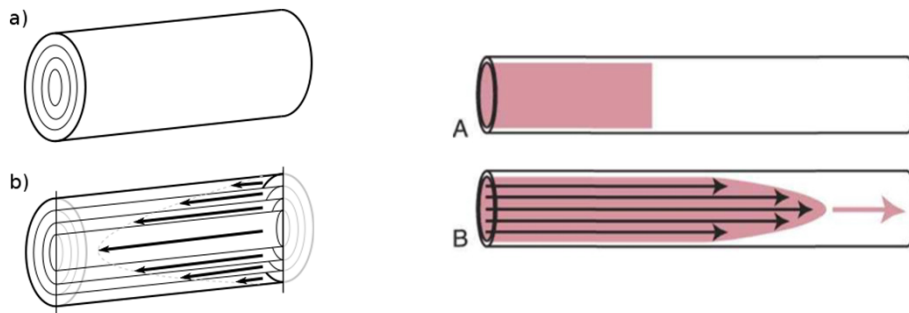
- Fluxo sanguíneo é a quantidade de sangue que passa por determinado vaso sanguíneo em um período específico de tempo.
- A unidade de medida é independente:
 - Mililitros por segundo, minuto ou hora
 - Litros por minuto ou hora...
- Equipamentos especiais podem mensurar fluxos, inclusive de forma externa, os fluxômetros.

18

FLUXO SANGUÍNEO

O QUE É?

- Na maioria dos vasos o fluxo flui em padrão laminar, camadas concêntricas
 - Várias lâminas em velocidades diferentes
- A lâmina central de maior velocidade (max. Velocidade)



19

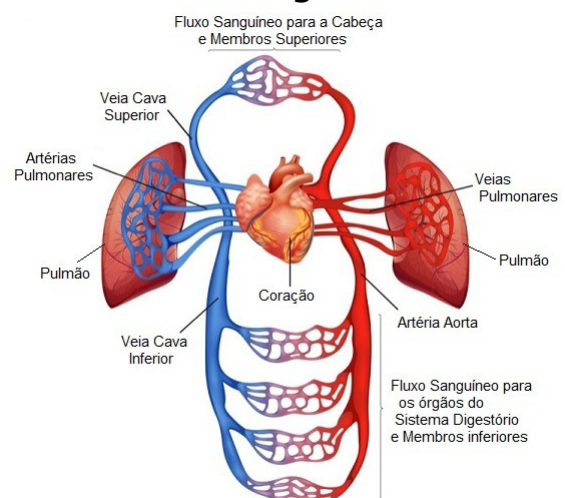
FLUXO SANGUÍNEO

COMO SE DÁ?

- Dois principais fatores determinam o fluxo sanguíneo:

- **Pressão sanguínea;**

- **Resistência.**



20

PRESSÃO SANGUÍNEA

- É a pressão que o sangue exerce sobre o vaso
- A pressão é diretamente proporcional ao fluxo – um aumenta o outro também
- O sangue flui de locais de alta pressão para locais de baixa pressão.
- A pressão sanguínea é mensurada em mmHg.
- Afetam a pressão sanguínea
 - Débito cardíaco = volume sistólico – diretamente proporcional a pressão
 - O volume sanguíneo = diretamente proporcional a pressão
 - Resistência periférica = diretamente proporcional a pressão

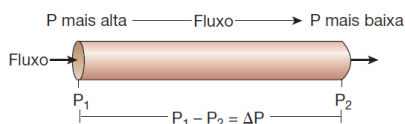
21

PRESSÃO SANGUÍNEA

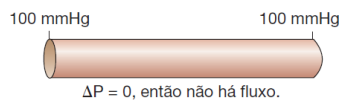
GRADIENTE DE PRESSÃO

O fluxo de líquido através de um tubo depende do gradiente de pressão.

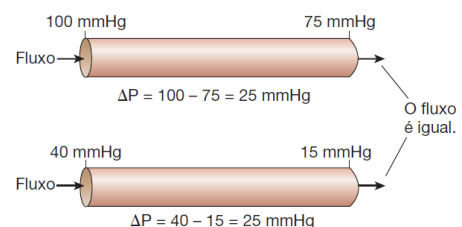
(c) O líquido flui somente se existir um gradiente de pressão positivo (ΔP).



Esse tubo não tem gradiente de pressão, ou seja, não tem fluxo.



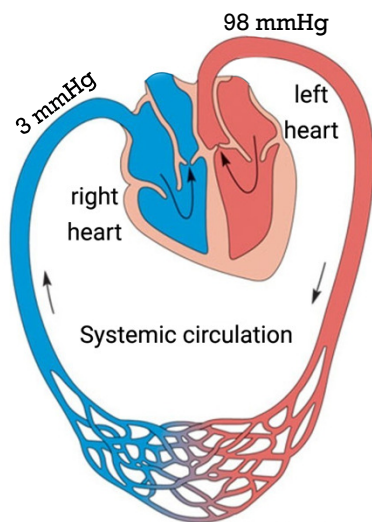
(d) O fluxo depende do gradiente de pressão (ΔP), não da pressão absoluta (P). ΔP é igual nestes tubos, portanto o fluxo é semelhante.



22

PRESSÃO SANGUÍNEA

GRADIENTE DE PRESSÃO



Conforme o sangue percorre os vasos sanguíneos e se distancia do coração a pressão sanguínea cai devido a perda de energia.

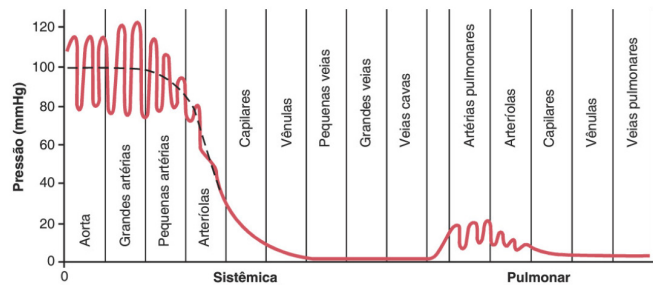
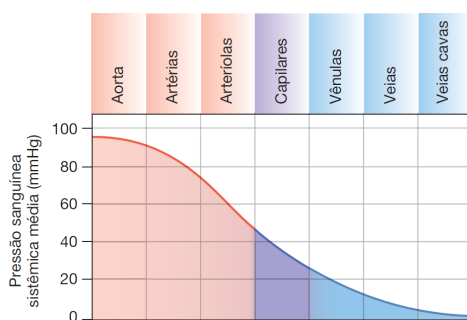
O sangue é ejetado do ventrículo esquerdo para a artéria aorta a uma pressão de aproximadamente 100 mmHg e com a perda de energia e pressão ao percorrer a circulação sistêmica chega até o átrio direito com aproximadamente ~ 0 mmHg.

Artéria Aorta $\rightarrow$ Veias Cavas
 $100 (P_1) - 0 (P_2) = 100 \text{ mmHg } (\Delta P)$.

23

PRESSÃO SANGUÍNEA

GRADIENTE DE PRESSÃO



24

PRESSÃO SANGUÍNEA

RESISTÊNCIA VASCULAR

- Redução do fluxo sanguíneo pelo sistema circulatório;
- A Resistência Vascular é inversamente proporcional ao Fluxo.
- Quanto maior a resistência menor o fluxo e vice-versa.
- **Quais parâmetros determinam a resistência?**

- Raio do vaso;
- Comprimento do vaso;
- Viscosidade do sangue.

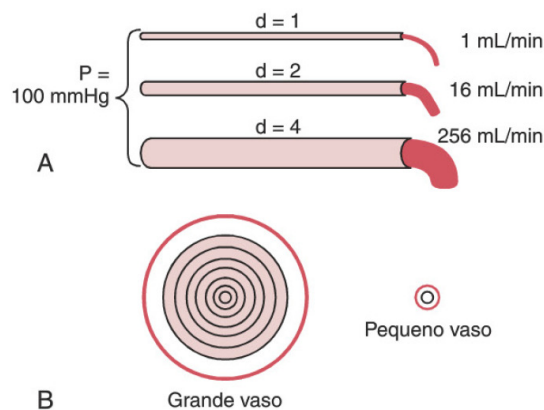
LEI DE POISEUILLE

25

PRESSÃO SANGUÍNEA

RESISTÊNCIA VASCULAR

- O **raio do vaso** é proporcional ao fluxo.
- Quanto maior o raio maior o fluxo sanguíneo.



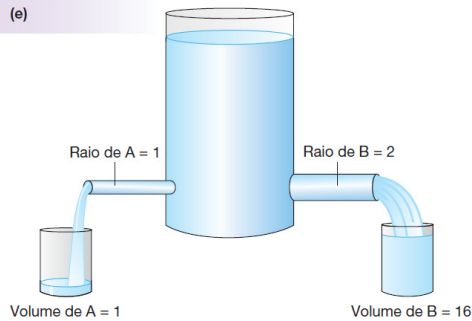
26

PRESSÃO SANGUÍNEA

RESISTÊNCIA VASCULAR

À medida que o raio do tubo diminui, a resistência ao fluxo aumenta.

(e)



Resistência $\propto \frac{1}{\text{raio}^4}$	
Tubo A	Tubo B
$R \propto \frac{1}{1^4}$	$R \propto \frac{1}{2^4}$
$R \propto 1$	$R \propto \frac{1}{16}$

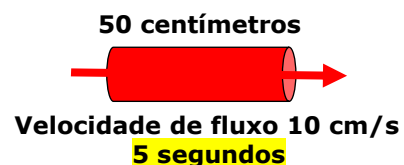
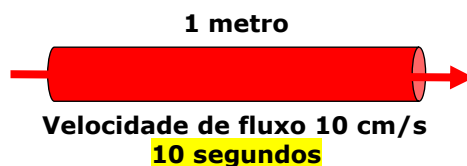
Fluxo $\propto \frac{1}{\text{resistance}}$	
Tubo A	Tubo B
Fluxo $\propto \frac{1}{1}$	Flow $\propto \frac{1}{\frac{1}{16}}$
Fluxo $\propto 1$	Flow $\propto 16$

27

PRESSÃO SANGUÍNEA

RESISTÊNCIA VASCULAR

- Quanto menor o comprimento do vaso maior o fluxo.
- Fluxo= Quantidade de sangue x Tempo (Mililitros por minuto) em determinado vaso.



28

PRESSÃO SANGUÍNEA

RESISTÊNCIA VASCULAR

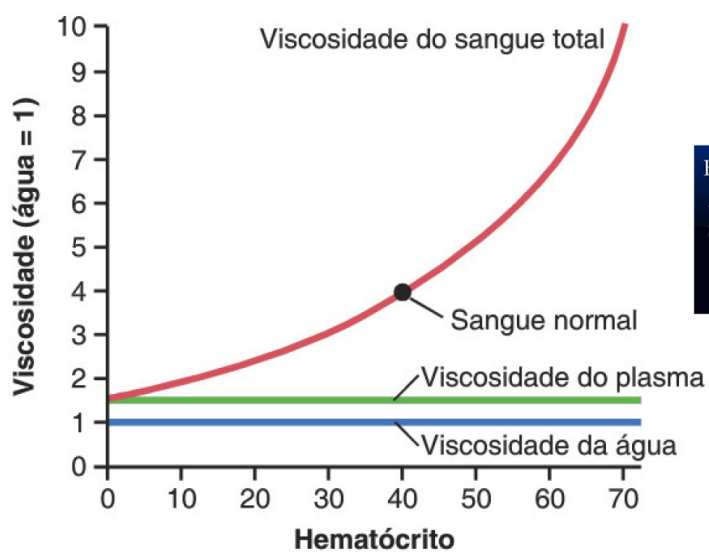
- A **viscosidade** é inversamente proporcional ao fluxo.
- Quanto maior a viscosidade (Hematócrito) menor o fluxo.



29

PRESSÃO SANGUÍNEA

RESISTÊNCIA VASCULAR

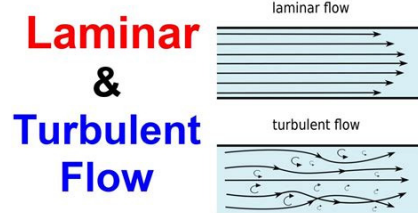


FLUIDO	DENSIDADE	VISCOSIDADE
ÁGUA	1,00 g/ml	0,0069 poise
SANGUE	1,05 g/ml	0,0350 poise
Policitemia		0,1000 poise
Anemia		0,0200 poise

30

FLUXO SANGUÍNEO TURBULENTO

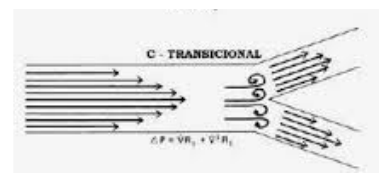
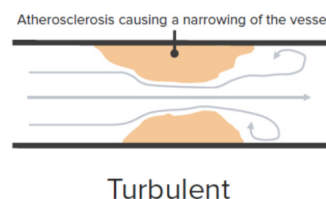
- A medida que a pressão aumenta o fluxo tb aumenta
 - Até que o fluxo laminar seja perturbado
- Corrente em linha reta tornam-se redemoinho ou vórtices e o fluxo não aumenta mais
 - Número de Reynolds – acima de 2.000
- Irregularidade de parede, estenoses e movimento corpóreo tb podem causar fluxo turbulento sem aumentar o NR



31

EQUAÇÃO DE BERNOULLI

- Pressão e velocidade são inversamente proporcionais
 - A separação de fluxos são gradientes de pressão
- Causada por mudança de direção (curva ou dobra) ou da geometria (alargamento e estreitamento)
- Na área de separação de fluxos, pressão aumenta e a velocidade diminui
- Nessa área a direção do fluxo muda em função da pressão alta para mais baixa



32

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

■ HISTÓRIA

Doppler observou que o comprimento de uma onda produzida por uma fonte em movimento se alterava



Johann Christian Andreas Doppler
1803-1853

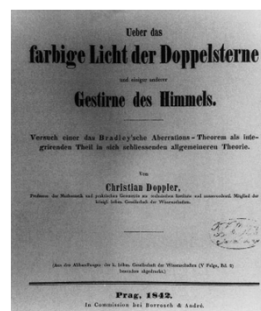
Na reunião da Sociedade Acadêmica da Boêmia realizada em Praga em 25 de março de 1842

33

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

■ HISTÓRIA

- A cor das estrelas muda a medida que o observador se afasta ou se aproxima
- Vermelho e Roxo
- O Universo se expande - Astronomia



Johann Christian Andreas Doppler
1803-1853

Sobre as cores da luz emitida pelas estrelas duplas

34

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

▪ HISTÓRIA

- Provou o Efeito Doppler experimentalmente pela acústica



Christophorus Henricus Didericus Buys Ballot
1817-1890

35

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

▪ HISTÓRIA

- Burgemeester Reigerstraat - Utrecht



Christophorus Henricus Didericus Buys Ballot
1817-1890

36

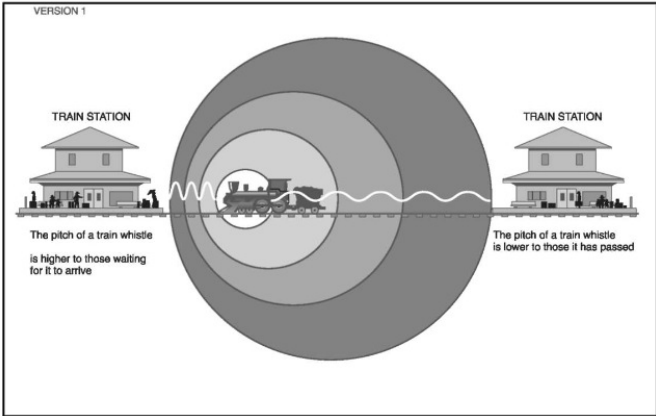
PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER



Fá	Quarta perfeita	$4/3=1,333$	175,956	1,335	176,220
Fá #	Quarta aumentada	$25/18=1,389$	183,348	1,414	186,648
Sol b	Quinta diminuta	$36/25=1,440$	190,080	1,414	186,648
Sol	Quinta perfeita	$3/2=1,500$	198,000	1,498	197,736

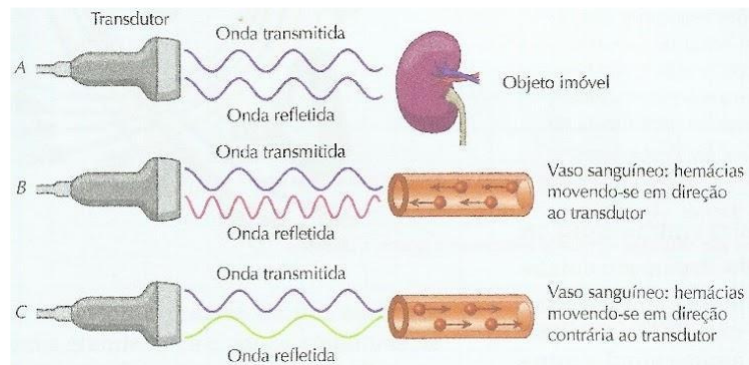
PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

■ PRINCÍPIO



PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

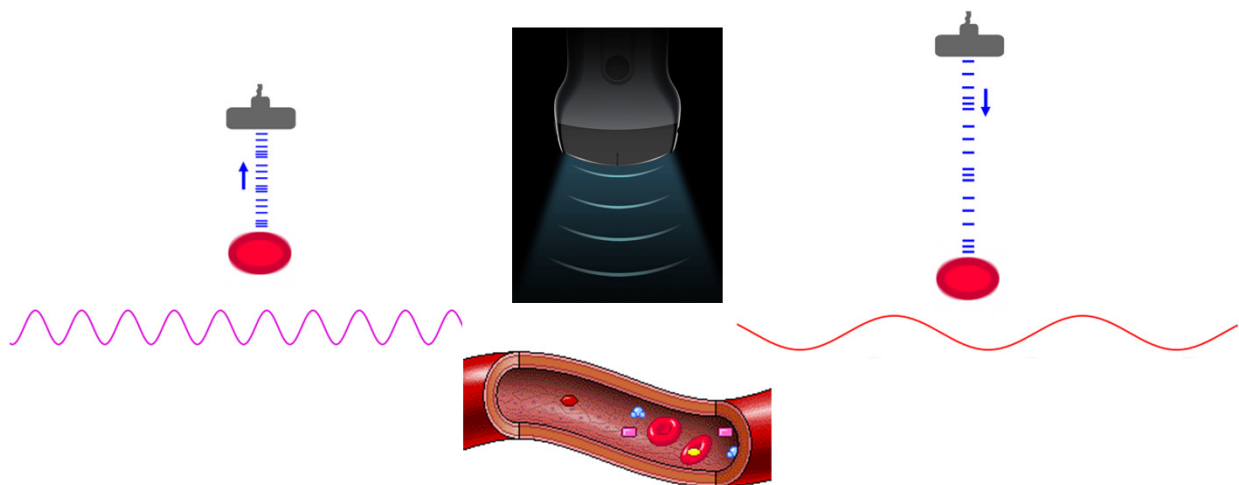
■ PRINCÍPIO APLICADO A ULTRASSONOGRAFIA



39

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

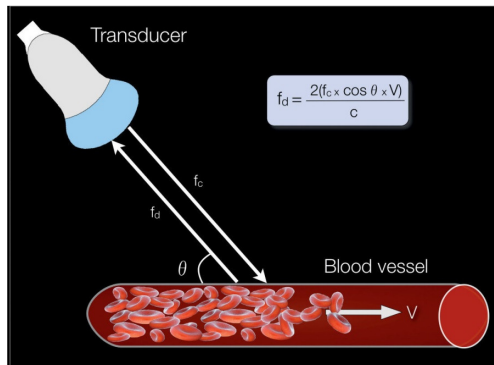
■ PRINCÍPIO APLICADO A ULTRASSONOGRAFIA



40

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

■ PRINCÍPIO APLICADO A ULTRASSONOGRRAFIA



$$\Delta F = (F_r - F_t) = \frac{2(V)(F_t)(\cos\theta)}{C}$$

Em que:

$\Delta F = (F_r - F_t)$ = frequência de deslocamento (*Doppler shift*)

F_t = frequência do feixe de US Doppler transmitida (frequência do transdutor)

F_r = frequência do feixe de US recebida (deslocada pelo movimento dos eritrócitos)

V = velocidade dos eritrócitos (velocidade do fluxo sanguíneo)

θ = ângulo de Doppler = ângulo entre o sentido do fluxo sanguíneo e o sentido do feixe de US Doppler

C = velocidade do som no tecido (presumida como constante em 1.540 m/s)

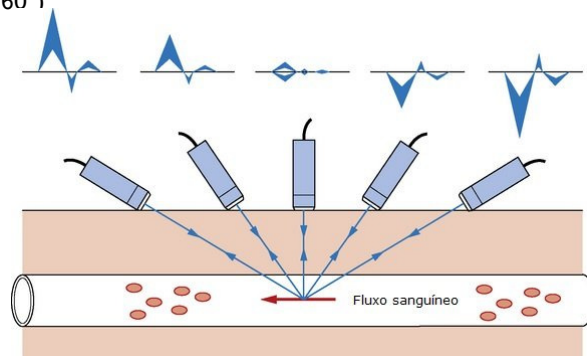
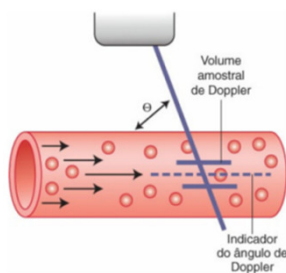
41

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

■ PRINCÍPIO APLICADO A ULTRASSONOGRRAFIA

- Uma dos principais objetivos da ferramenta é medir velocidade das hemácias/fluxo

- NOTA – ÂNGULO INSONAÇÃO (0 - 60°)



42



PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

- OBJETIVOS DA FERRAMENTA DOPPLER
 - DETERMINAR **PRESENÇA, DIREÇÃO E ÍNDICES HEMODINÂMICOS**
- MODOS DE PROCESSAMENTO DOPPLER
 - DOPPLER COLORIDO
 - DOPPLER DE AMPLITUDE – POWER DOPPLER
 - DOPPLER PULSADO
 - DOPPLER CONTÍNUO

43

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

- MODOS DE PROCESSAMENTO DOPPLER
 - DOPPLER COLORIDO
 - PRESENÇA
 - DIREÇÃO
 - VELOCIDADE SUBJETIVA
 - DEPENDENTE DO ÂNGULO



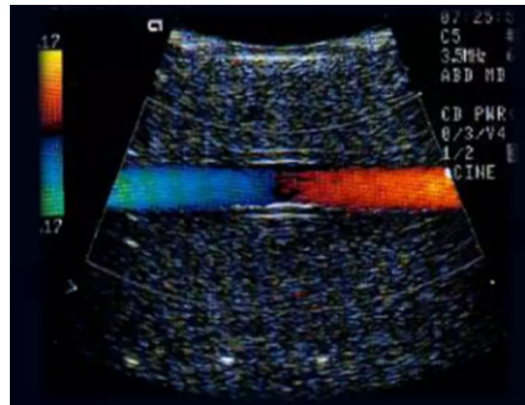
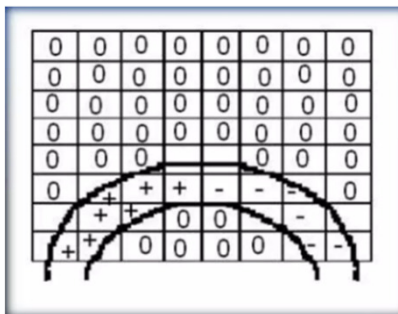
Escala em cinza – Ultrassonografia

44

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

■ MODOS DE PROCESSAMENTO DOPPLER

■ DOPPLER COLORIDO



45

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER



■ MODOS DE PROCESSAMENTO DOPPLER

■ DOPPLER DE AMPLITUDE (POWER)

- MAIS SENSÍVEL QUE O COLORIDO
- PRESENÇA
- NÃO PERMITE DETERMINAR DIREÇÃO
 - EQUIPAMENTOS MAIS MODERNOS
- VELOCIDADE SUBJETIVA - AVALIA MAIS A QUANTIDADE DE HEMÁCIAS
- MENOS DEPENDENTE DO ÂNGULO

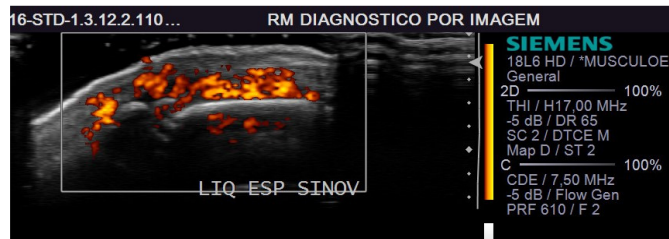


46

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

■ MODOS DE PROCESSAMENTO DOPPLER

■ DOPPLER DE AMPLITUDE



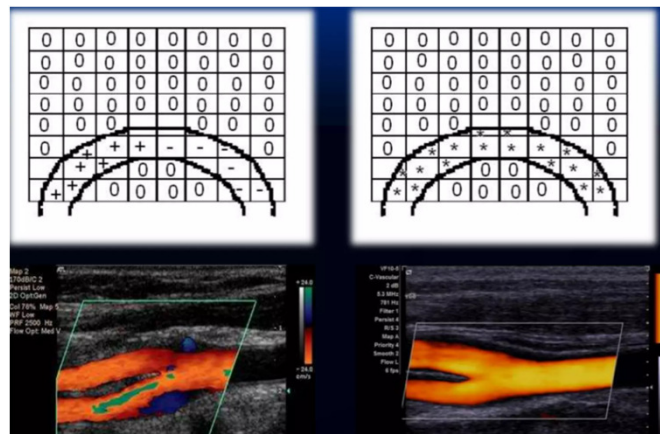
O *power* Doppler avalia a amplitude dos sinais recebidos, indicando o número de células em movimento, tornando-o mais sensível para avaliar pequenos vasos e baixas velocidades de fluxo, o que permite detectar mínimas alterações no fluxo sanguíneo. Esta característica é muito importante na avaliação de vasos de baixa resistência, vasos ocluídos e fluxo intraparenquimatoso

47

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

■ MODOS DE PROCESSAMENTO DOPPLER

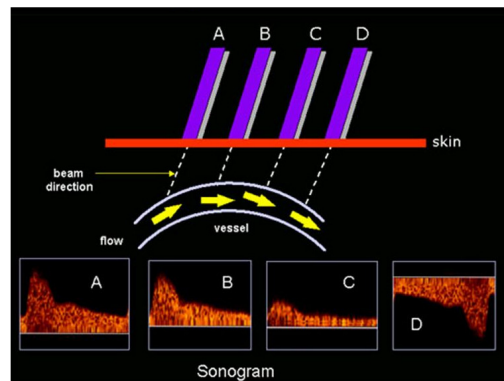
■ DOPPLER DE AMPLITUDE



48

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

- MODOS DE PROCESSAMENTO DOPPLER
- DOPPLER PULSADO OU ESPECTRAL



49

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

- MODOS DE PROCESSAMENTO DOPPLER
 - DOPPLER PULSADO
 - INFORMAÇÕES QUALITATIVAS
 - Presença
 - Direção
 - Morfologia de onda (espectros) – arterial, venosa, turbulência)
 - INFORMAÇÕES SEMIQUANTITATIVAS
 - Na dependência da morfologia do espectro dizer sobre condições do fluxo
 - INFORMAÇÕES QUANTITATIVAS
 - Velocidade (máxima, mínima e média), Resistência vascular (IR), Impedância do fluxo sanguíneo (IP), Volume de vazão, Tempo de aceleração, Gradiente de Pressão, Frequência cardíaca, Relação Sistólica/Diastólica

50

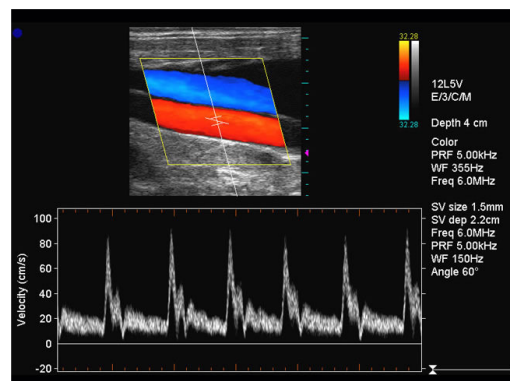
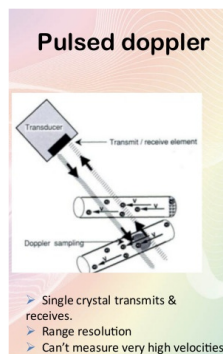
PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

- MODOS DE PROCESSAMENTO DOPPLER
 - DOPPLER PULSADO
 - DEPENDENTE DO ÂNGULO
 - AVALIA UM PONTO ESPECÍFICO E UMA AMOSTRA ESPECÍFICA
 - INFORMA VELOCIDADE DE FLUXO ESPECÍFICO (EM UM PONTO)

51

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

- MODOS DE PROCESSAMENTO DOPPLER
 - DOPPLER PULSADO



52

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

- MODOS DE PROCESSAMENTO DOPPLER

- NOTA – PRF (FREQUÊNCIA DE REPETIÇÃO DE PULSO)

- Emite um curto pulso de som com frequência específica
 - Envia /Espera/Recebe
 - Frequência de Repetição de Pulsos: PRF
 - Ecos originados do sangue em movimento: atingem o transdutor durante um pequeno intervalo de tempo
 - Fluxos lentos $PRF <$ / Fluxos rápidos $PRF >$ (diretamente proporcional a velocidade)
 - Profundidade determina o PRF
 - $>$ profundidade: $<$ PRF (inversamente proporcional ao fluxo)

53

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

- MODOS DE PROCESSAMENTO DOPPLER

- DOPPLER CONTÍNUO

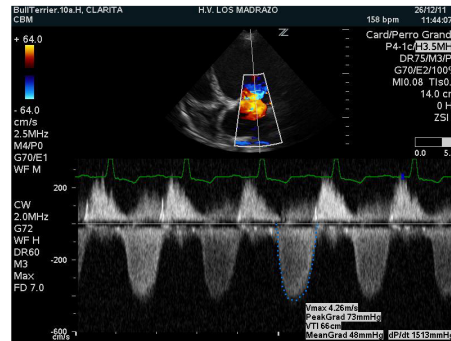
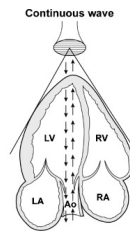
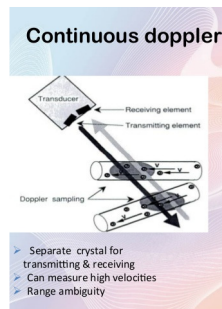
- Amostragem é contínua (não espera retorno dos ecos)
 - Não é seletivo – capta todo o fluxo (todos os elementos do feixe)
 - Determina direção do fluxo
 - Determina valores altos de velocidade de fluxo

54

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

■ MODOS DE PROCESSAMENTO DOPPLER

■ DOPPLER CONTÍNUO



55

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

■ ARTEFATOS DOPPLER

- ALIASING
- CLUTTER
- ESPELHO
- FLASH
- TWINKLING - CINTILAÇÃO
- VOLUME DE AMOSTRA INADEQUADO

56

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

▪ ARTEFATOS DOPPLER

▪ ALIASING

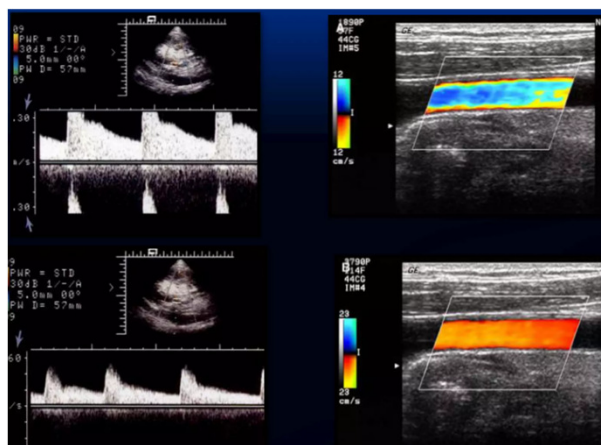
- Ocorre quando a taxa de pulsos (PRF) é insuficiente para medir a velocidade do fluxo na amostra
- Se a frequência Doppler for maior que a metade do PRF – Ideal PRF 2x a frequência Doppler
- Limite ou frequência Nyquist – $FN = PRF/2$

57

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

▪ ARTEFATOS DOPPLER

▪ ALIASING



58

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

■ ARTEFATOS DOPPLER

■ ALIASING – COMO CORRIGIR?

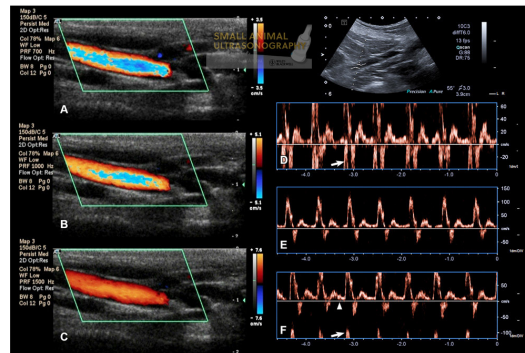
- Aumentar o PRF / Escala de velocidade
- Deslocar a linha de base
- Aumentar o ângulo de insonação
- Utilizar transdutores com frequência mais baixa

59

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

■ ARTEFATOS DOPPLER

■ ALIASING – COMO CORRIGIR?



60

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

■ ARTEFATOS DOPPLER

■ ESPELHO - Semelhante ao que ocorre no modo B

■ ESPECTRAL

- Imagem semelhante à curva verdadeira em sentido oposto na curva espectral
- Mais comum em pequenos vasos
- Geralmente com sinal fraco
- Causas – Ângulo Doppler próximo a 90° e Ganho muito alto

■ Colorido

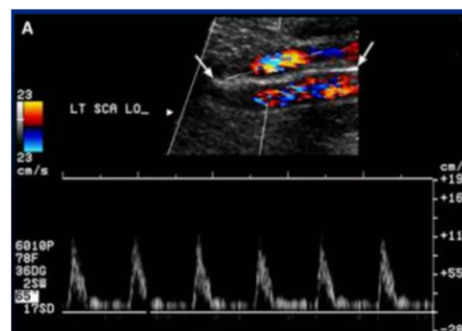
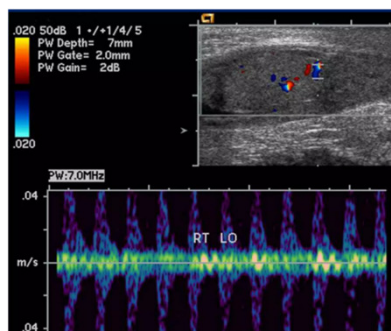
- Imagem de fluxo colorido espelhada em estrutura reflexiva

61

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

■ ARTEFATOS DOPPLER

■ ESPELHO - Semelhante ao que ocorre no modo B



62

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

- ARTEFATOS DOPPLER

- FLASH

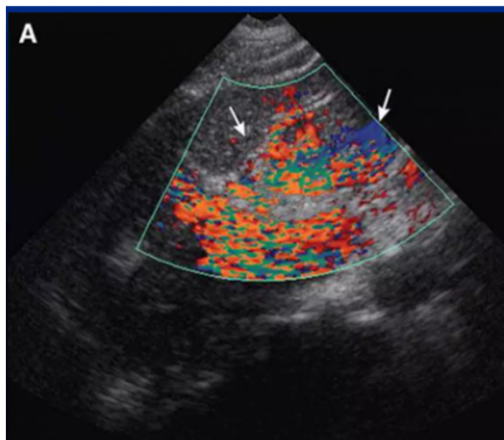
- Banda de cor produzida por tecidos em movimento
 - Alças intestinais, Diafragma, Movimento do transdutor, etc...
 - Movimento do paciente!!!!

63

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

- ARTEFATOS DOPPLER

- FLASH



64

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

- ARTEFATOS DOPPLER

- CLUTTER

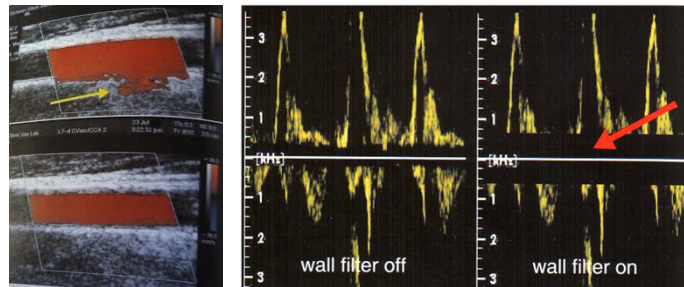
- Sinais indesejáveis causados por sinais de baixa frequência decorrente das paredes dos vasos
 - Corrigido usando filtro de parede

65

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

- ARTEFATOS DOPPLER

- CLUTTER



66

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

- ARTEFATOS DOPPLER

- TWINKLING

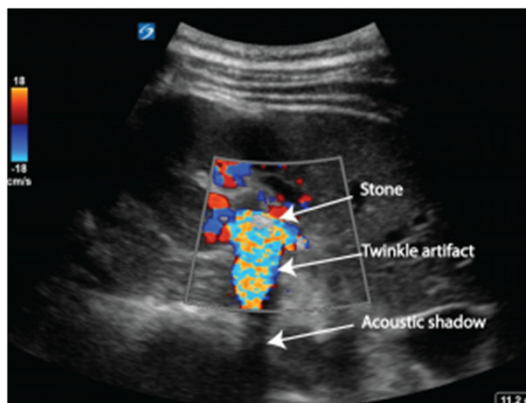
- Descrito em 1996 por Rahmouni e colaboradores
 - Artefato de cor posterior a estruturas estacionárias fortemente reflexivas, preferencialmente de superfície irregular ou granular – cálculos
 - Mais comum com PRF baixo
 - Filtro de parede pode excluir o sinal

67

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

- ARTEFATOS DOPPLER

- TWINKLING



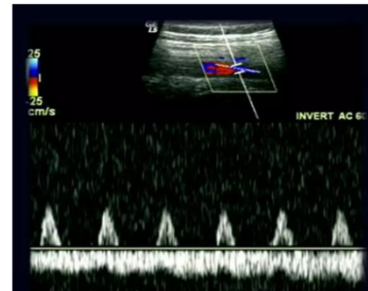
68

PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ULTRASSOGRAFIA DOPPLER

- ARTEFATOS DOPPLER

- VOLUME DE AMOSTRA INADEQUADO

- Volume amostral grande demais
 - Fluxo de mais de um vaso no mesmo volume de amostra

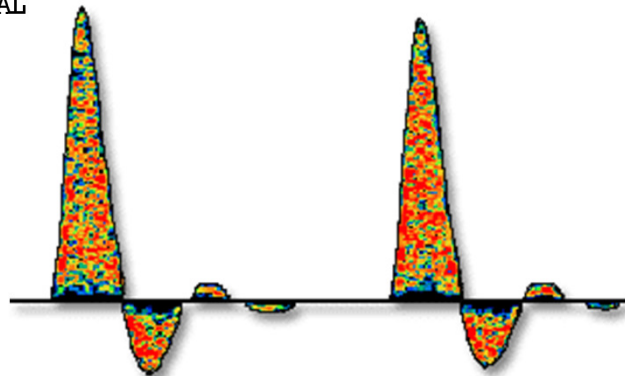


69

CARACTERÍSTICAS E PERFIS DE ONDAS DOPPLER VELOCIMÉTRICAS AVALIAÇÃO QUALITATIVA

- COMPONENTES DA ONDA ARTERIAL

- Ritmo cardíaco
 - Curvas de fluxo
 - Morfologia da onda
 - Sístole
 - Diástole



70

CARACTERÍSTICAS E PERFIS DE ONDAS DOPPLERVELOCIMÉTRICAS

COMPONENTES DA ONDA ARTERIAL



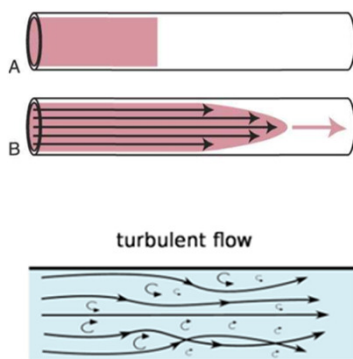
Ritmo cardíaco

- Deve ser regular dentro da referência de frequência da espécie
- Ritmos irregulares interferem no volume de sangue ejetado – maior/menor tempo de enchimento diastólico
 - Maior tempo – maior volume ejetado – maior velocidade de fluxo e vice versa
- Ex: paciente com extrassístole teremos duas velocidades de pico sistólico (VPS) – baixa na extrassístole e mais alta na sístole seguinte – descartar análise dessas ondas
- Igualmente em pacientes bradicárdicos, taquicárdicos ou em fibrilação

71

CARACTERÍSTICAS E PERFIS DE ONDAS DOPPLERVELOCIMÉTRICAS

COMPONENTES DA ONDA ARTERIAL



Curvas de fluxo

- Sangue ejetado do coração tem fluxo plano
- Conforme caminha as hemácias do centro para a periferia perdem velocidade (fluxo laminar)
- Locais estreitos, curvas e bifurcações – quebra das lâminas – hemácias com grande variabilidade de velocidades – fluxo turbilhonado
- Alguns fluxos turbilhonados assumem padrão perturbado ou em roda moinho, locais onde há alargamento abrupto da luz do vaso – aneurismas

72

CARACTERÍSTICAS E PERFIS DE ONDAS DOPPLERVELOCIMÉTRICAS

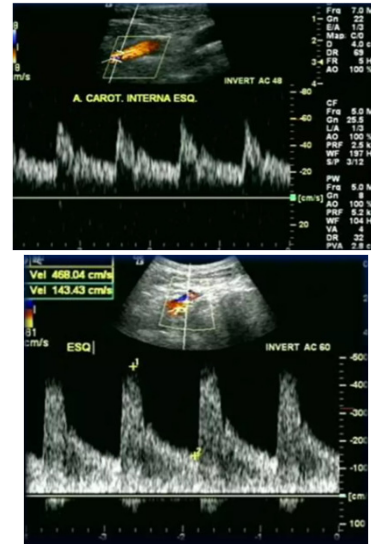
Curvas de Fluxo

FLUXO LAMINAR

- Cor clara no centro e escura na borda
- Faixa espectral mais estreita e janela sistólica limpa

FLUXO TURBULENTO

- Múltiplas cores
- Faixa espectral mais estreita e janela sistólica mais larga (fechada)



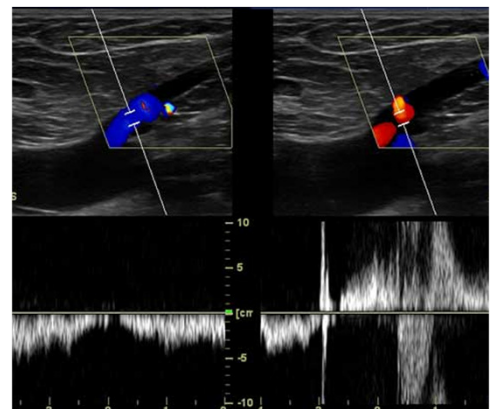
73

CARACTERÍSTICAS E PERFIS DE ONDAS DOPPLERVELOCIMÉTRICAS

Curvas de fluxo

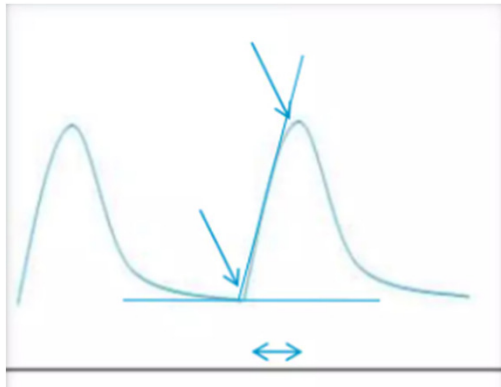
FLUXO PERTURBADO

- Faixa de fluxo invertida e espectro bidirecional



74

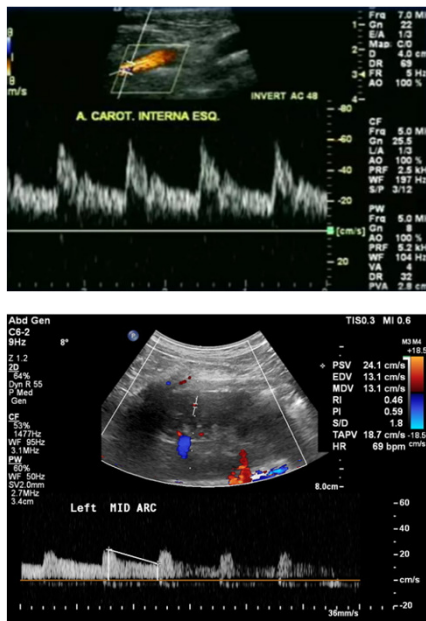
CARACTERÍSTICAS E PERFIS DE ONDAS DOPPLERVELOCIMÉTRICAS



- Componente Sistólico
 - Rampa sistólica inicial
 - Morfologia do pico sistólico
 - VPS
 - Aceleração define o grau de inclinação da rampa

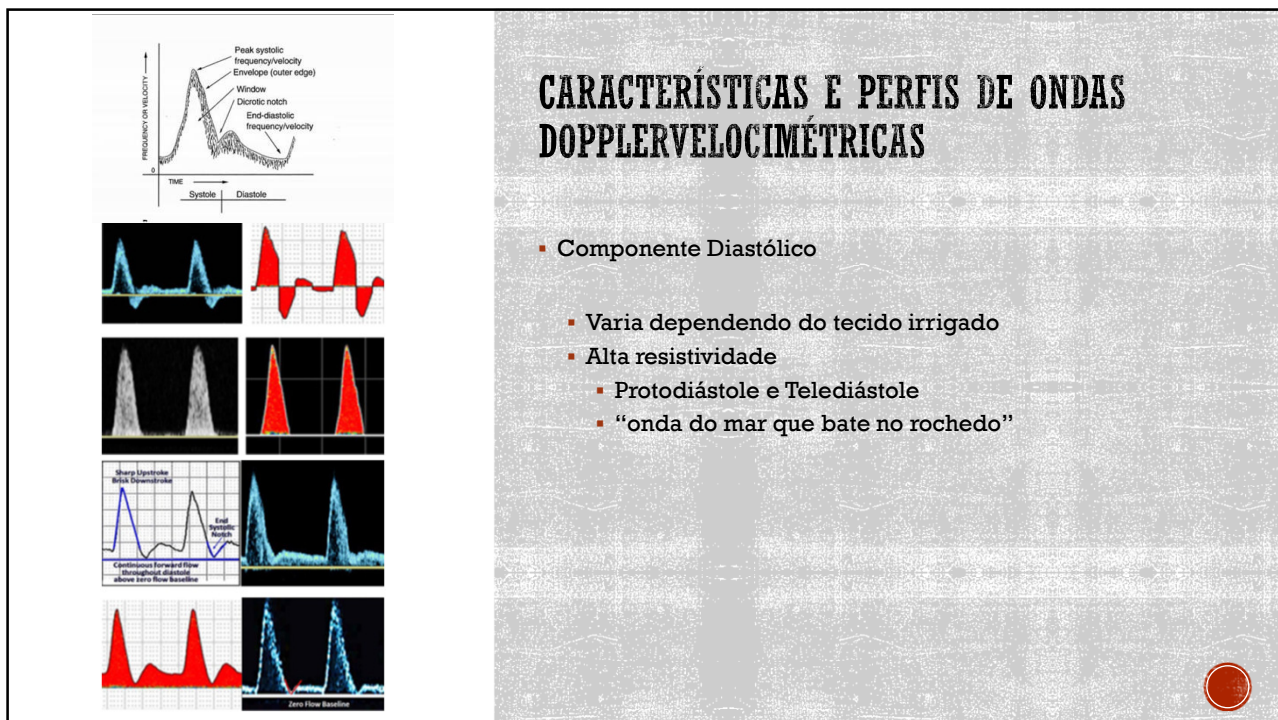
75

CARACTERÍSTICAS E PERFIS DE ONDAS DOPPLERVELOCIMÉTRICAS

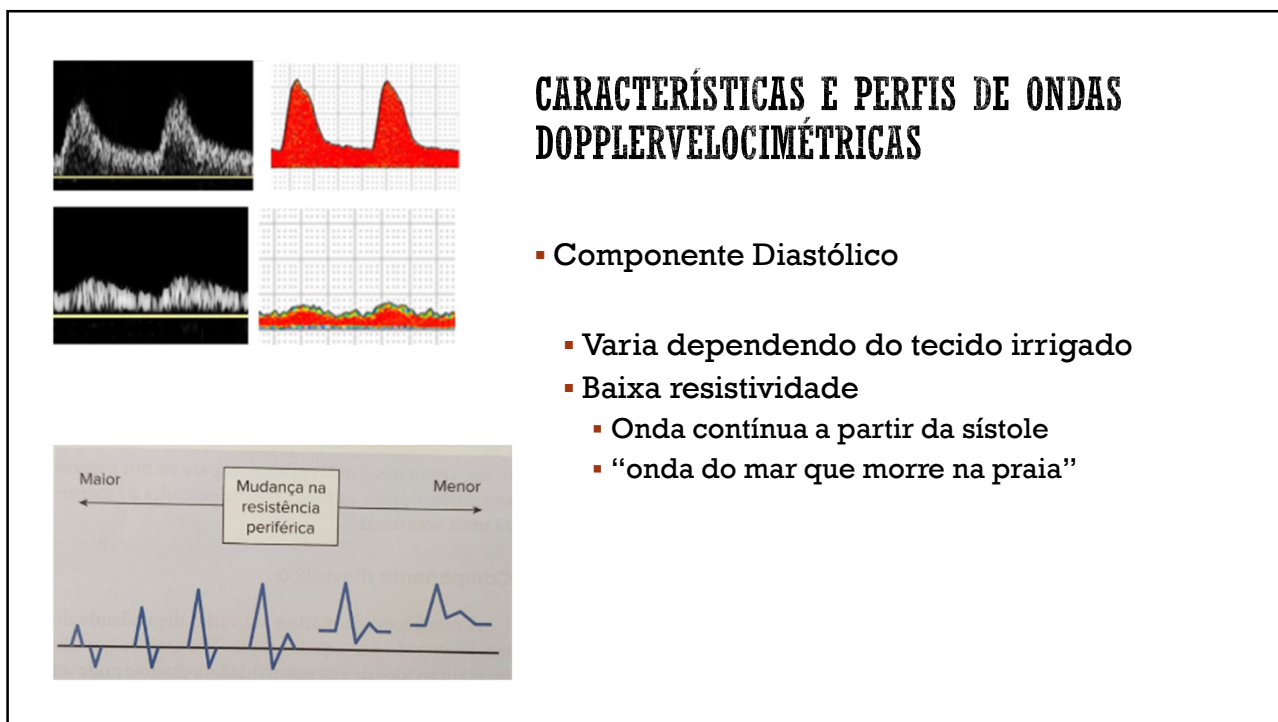


- Componente Sistólico
 - Rampa sistólica inicial
 - Morfologia do pico sistólico
 - VPS
 - Aceleração define o grau de inclinação da rampa

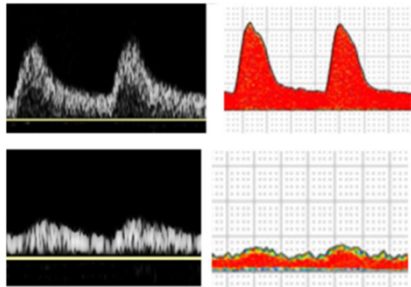
76



77

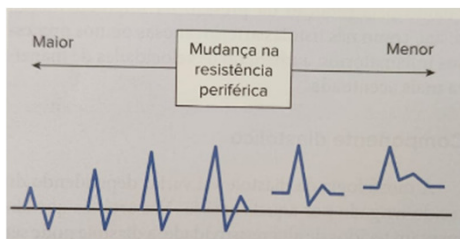


78



CARACTERÍSTICAS E PERFIS DE ONDAS DOPPLERVELOCIMÉTRICAS

- Componente Diastólico
 - Varia dependendo do tecido irrigado
 - Baixa resistividade
 - Onda contínua a partir da sístole
 - “onda do mar que morre na praia”

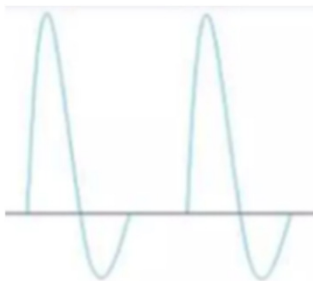


79



CARACTERÍSTICAS E PERFIS DE ONDAS DOPPLERVELOCIMÉTRICAS

- Descritores da onda arterial
 - Quanto a direção de fluxo
 - Unidirecional
 - Bidirecional



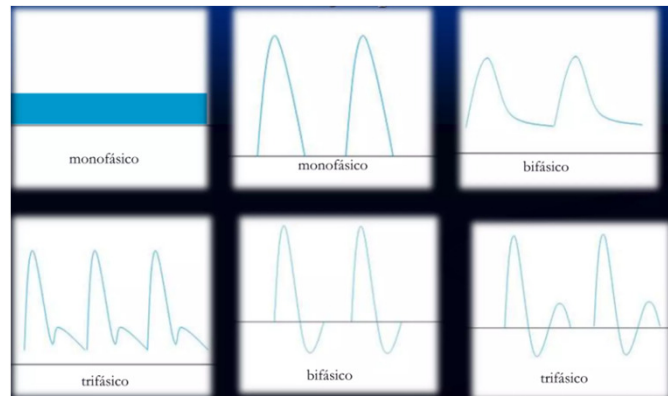
80

CARACTERÍSTICAS E PERFIS DE ONDAS DOPPLERVELOCIMÉTRICAS

- Descritores da onda arterial

- Quanto à fase em relação à linha de base

- Monofásica
 - Multifásica



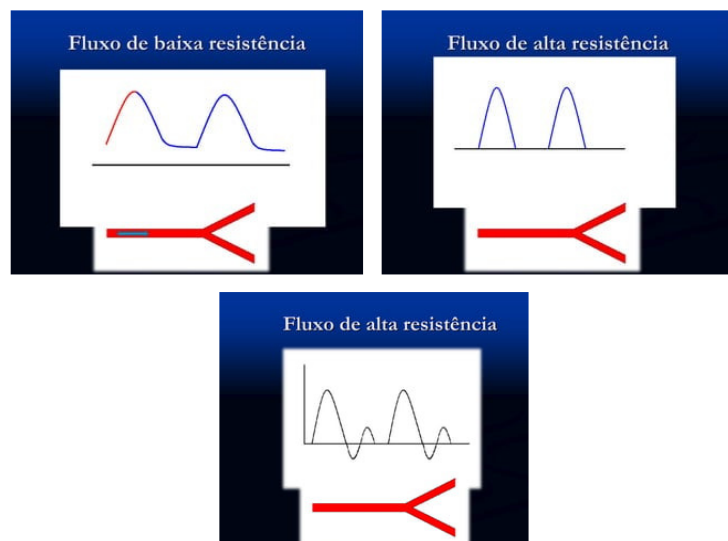
81

CARACTERÍSTICAS E PERFIS DE ONDAS DOPPLERVELOCIMÉTRICAS

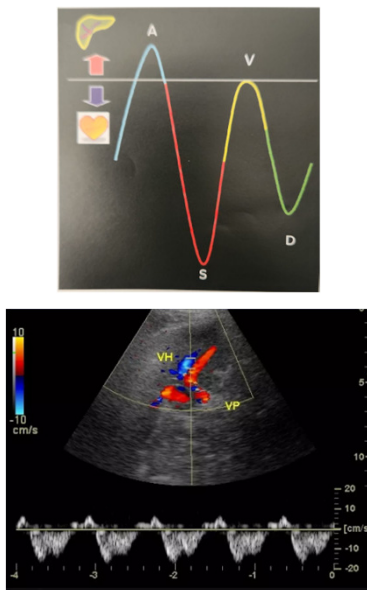
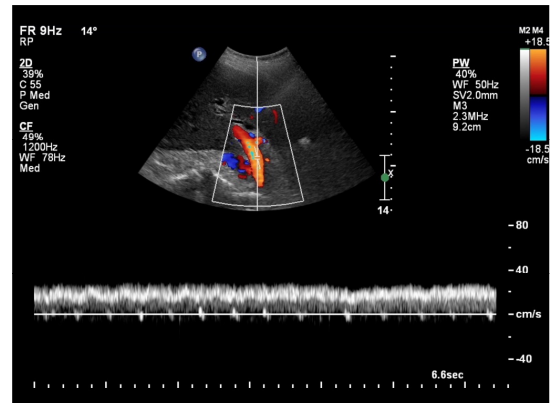
- Descritores da onda arterial

- Quanto à resistividade

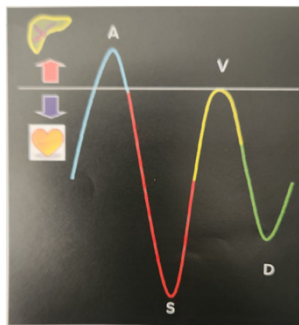
- Baixa
 - Intermediária
 - Alta



82



84



CARACTERÍSTICAS E PERFIS DE ONDAS DOPPLERVELOCIMÉTRICAS

■ Descritores da onda Venosa

- Quanto a direção de fluxo
 - Unidirecional
 - Bidirecional
- Quanto ao padrão
 - Fásico no ponto de vista respiratório e cardíaco
 - Essencialmente anterólogo pois está retornando ao coração
 - Em geral anterólogo e multifásico
 - Bifásico quando somente A é retrógrada
 - Tetrafásico quando a V também é retrógrada

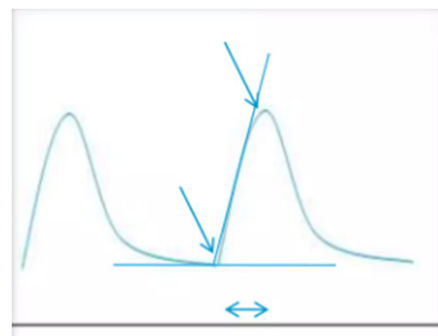
85

CARACTERÍSTICAS E PERFIS DE ONDAS DOPPLERVELOCIMÉTRICAS AVALIAÇÃO QUANTITATIVA E SEMIQUANTITATIVA

■ ANÁLISE ESPECTRAL

■ AVALIAÇÃO QUANTITATIVA

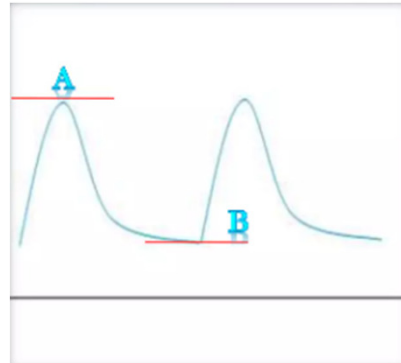
- VELOCIDADE DE PICO SISTÓLICO (m/s ou cm/s)
- VELOCIDADE DIASTÓLICA (m/s ou cm/s)
- ACELERAÇÃO
 - TEMPO (s ou ms)
 - ÍNDICE (m/s^2 ou cm/s^2)



86

CARACTERÍSTICAS E PERFIS DE ONDAS DOPPLERVELOCIMÉTRICAS

- ANÁLISE ESPECTRAL
- AVALIAÇÃO SEMIQUANTITATIVA
 - RELAÇÃO SÍSTOLE/DIÁSTOLE – A/B
 - ÍNDICE DE RESISTIVIDADE (IR) – $(A/B)/A$
 - ÍNDICE DE PULSATILIDADE (IP) – $(A/B)/MÉDIA$



87

FIM...ATÉ A AULA II

88