

SISTEMA CIRCULATORIO

Aula 2:

Funcionamento do Sistema Circulatorio
Vasos Sanguineos

Tiana Kohlsdorf

Circulatorio - Aula 2 - Tiana Kohlsdorf

O que caracteriza um sistema circulatorio?

1. um liquido 'de transporte' que circula pelo sistema
2. um sistema de tubos, canais ou outros espacos atraves dos quais o liquido de transporte circula
3. uma ou mais bombas, ou estruturas propulsoras, que aplicam uma forca, estabelecem um gradiente de pressao, e direcionam o fluxo de liquido, no geral combinadas com valvulas de uma via que garantem um fluxo unidirecional

Circulatorio - Aula 2 - Tiana Kohlsdorf

O que caracteriza um sistema circulatorio?

1. um liquido 'de transporte' que circula pelo sistema
2. um sistema de tubos, canais ou outros espacos atraves dos quais o liquido de transporte circula
3. uma ou mais bombas, ou estruturas propulsoras, que aplicam uma forca, estabelecem um gradiente de pressao, e direcionam o fluxo de liquido, no geral combinadas com valvulas de uma via que garantem um fluxo unidirecional

Circulatorio - Aula 2 - Tiana Kohlsdorf

Circulatorio - Aula 2 - Tiana Kohlsdorf

ÁREA

↕

VELOCIDADE

↕

PRESSÃO

**EXISTE UMA FORTE
RELAÇÃO ENTRE
A PRESSÃO DO SISTEMA
E O FLUXO SANGUÍNEO**

Circulatorio - Aula 2 - Tiana Kohlsdorf

EXISTE UMA FORTE RELAÇÃO ENTRE A PRESSÃO DO SISTEMA E O FLUXO SANGUÍNEO

• as veias funcionam como um **reservatório de volume de sangue**, controlado pelo tônus da musculatura lisa associada aos vasos via estimulação simpática (as fibras lisas das veias possuem receptores alfa-adrenérgicos)

artérias, em contraste, são reservatórios de pressão

Circulatorio - Aula 2 - Tiana Kohlsdorf

HEMODYNÂMICA

Retorno Venoso

- quantidade de sangue que chega ao coração

Débito Cardíaco

- volume de sangue bombeado pelo coração por minuto

Débito Cardíaco = Frequência Cardíaca . Volume Sistólico

em humanos
 $5,6 \text{ L/minuto}$ ← $80 \text{ batimentos/minuto}$ × $0,07 \text{ L (= 70mL)}$

Circulatório - Aula 2 - Tiana Kohlendorf

HEMODYNÂMICA

Retorno Venoso

- quantidade de sangue que chega ao coração

Débito Cardíaco

- volume de sangue bombeado pelo coração por minuto

Pressão Arterial Média

- pressão de saída da aorta
- é uma função da **pressão sistólica (PS)** e da **pressão diastólica (PD)**

PAM = PD + 1/3 (PS - PD)

em humanos
 $\approx 100 \text{ mmHg}$ ← $\approx 120 \text{ mmHg}$ × $\approx 80 \text{ mmHg}$

Circulatório - Aula 2 - Tiana Kohlendorf

HEMODYNÂMICA

Fluxo de sangue:

depende dos mesmos fatores físicos que regem qualquer líquido

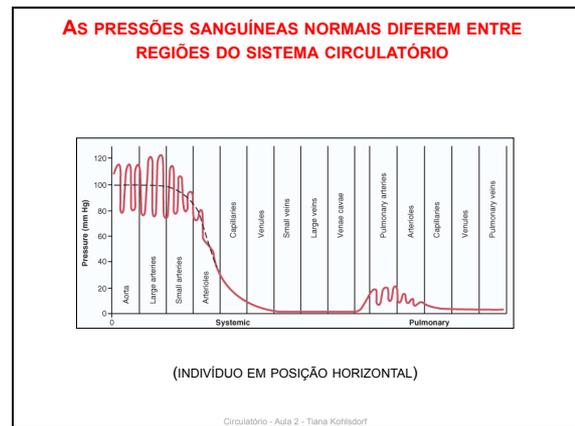
- o Pressão dirigindo o fluxo
- o Viscosidade do líquido
- o Dimensões do vaso

Fluxo = volume / tempo

→ Velocidade do fluxo (em qualquer ponto) não tem relação obrigatória com a distância até o coração

→ ÁREA TOTAL DE SECÇÃO TRANSVERSAL (área maior = maior velocidade → artérias, veias) (área menor = menor velocidade → capilares)

Circulatório - Aula 2 - Tiana Kohlendorf



HEMODYNÂMICA

Pressão Arterial Média

=

Débito Cardíaco

x

Resistência dos Vasos

$\Delta P = F \cdot R_t$

fluxo × resistência total

$(P_2 - P_1) = F \cdot R_t$

pressão aórtica × pressão veia cava

em humanos

$\approx 0 \text{ mmHg}$

$\approx 100 \text{ mmHg}$

Circulatório - Aula 2 - Tiana Kohlendorf

HEMODYNÂMICA

$\Delta P = F \cdot R_t$

fluxo × resistência total

$(P_2 - P_1) = F \cdot R_t$

- $F \propto \Delta P$ — diferença de pressão
- $F \propto 1 / L$ — comprimento/distância
- $F \propto 1 / \eta$ — viscosidade do líquido
- $F \propto r^4$ — raio
- $F \propto 1 / R$ — resistência

(R = 8Lη / π r⁴)

Circulatório - Aula 2 - Tiana Kohlendorf

HEMODYNÂMICA

Equação de Poiseuille

$$F = \frac{\pi \cdot \Delta P \cdot r^4}{8 \cdot \eta \cdot L}$$

- embora sistemas circulatórios reais violem quase todas as suposições da **Equação de Poiseuille**, ela ainda provê um bom resumo de fatores que afetam o fluxo de sangue

Circulatório - Aula 2 - Tiana Kohlendorf

VARIAÇÕES NAS CARACTERÍSTICAS DOS VASOS

A

$P = 100 \text{ mmHg}$

- $d = 1$ → 1 ml/min
- $d = 2$ → 16 ml/min
- $d = 4$ → 256 ml/min

B

Large vessel vs Small vessel

Altera não só a magnitude do fluxo, mas também o tipo de movimento do fluido

Circulatório - Aula 2 - Tiana Kohlendorf

CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO DO SANGUE

Fluxo laminar:

- alinhado no vaso sanguíneo
- perfil de velocidade parabólica
- pulsátil nas grandes artérias
- contínuo nos pequenos vasos
- silencioso

(Fluxo turbilhonado: não-alinhado e barulhento)

Circulatório - Aula 2 - Tiana Kohlendorf

CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO DO SANGUE

Flow

Laminar Flow vs Turbulent Flow

Perfusion Pressure

Turbulência ↓ fluxo
(em qualquer pressão de perfusão)

Circulatório - Aula 2 - Tiana Kohlendorf

- quando o volume sanguíneo e/ou a pressão arterial diminuem...

inibição dos BARORRECEPTORES localizados nos SEIOS CAROTÍDEOS (nas artérias CARÓTIDAS)

↓

ativação do SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO SIMPÁTICO

↓

contração das veias aumentando o RETORNO VENOSO

Circulatório - Aula 2 - Tiana Kohlendorf



PRESSÃO HIDROSTÁTICA

- pressão gerada pela coluna de líquido abaixo de um ponto de referência

$$Ph = h \cdot \delta \cdot g$$

altura da coluna de líquido aceleração da gravidade
densidade do líquido

- em uma pessoa em pé (utilizando o átrio direito como referência vertical)

	PRESSÃO HIDROSTÁTICA SOMENTE	PRESSÃO HIDROSTÁTICA + PRESSÃO ARTERIAL
pressão no ÁTRIO DIREITO	0 mmHg	0 mmHg
pressão no PÉ	+100 mmHg	+190 mmHg
pressão na CABEÇA	-10 mmHg	80 mmHg

Circulatório - Aula 2 - Tiana Kohlendorf

PRESSÃO HIDROSTÁTICA

A

A postura afeta as pressões sanguíneas em diferentes pontos do sistema

Gravitational Effect on Blood Pressure

Circulatório - Aula 2 - Tiana Kohlendorf

- o **retorno venoso** em vertebrados que possuem orientação vertical depende do bombeamento das veias, realizado pela movimentação dos músculos de membros inferiores e auxiliado por válvulas.

Circulatório - Aula 2 - Tiana Kohlendorf

E SE PENSARMOS EM ORGANISMOS COM DIFERENTES TAMANHOS E POSTURAS???

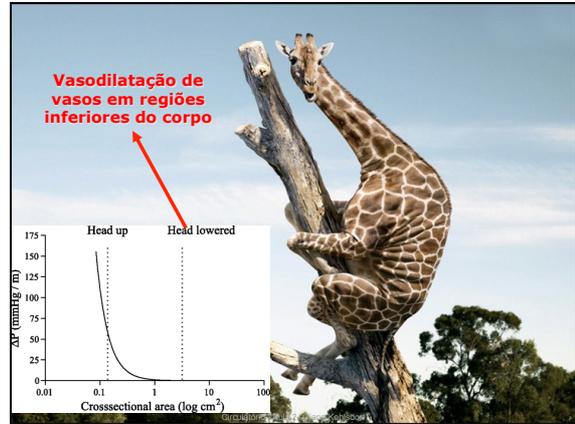
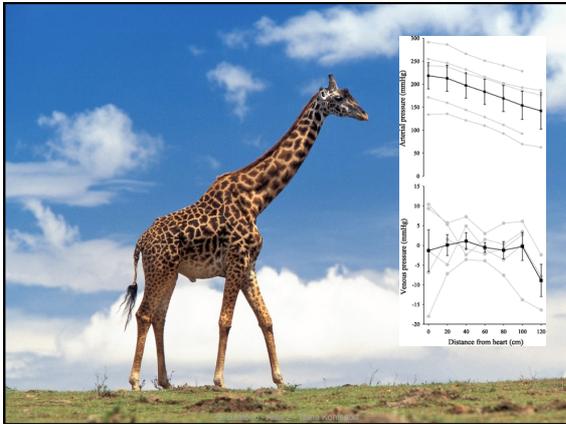
Circulatório - Aula 2 - Tiana Kohlendorf

Esses conceitos (e suas relações) são mesmo relevantes para o funcionamento de um organismo?

- é necessário gerar pressão suficiente para que o sangue possa atingir alturas de mais de 3 metros

solução: vasoconstrição de veias em regiões inferiores do corpo

Circulatório - Aula 2 - Tiana Kohlendorf



PRÓXIMA AULA TEÓRICA:

Evolução do Coração nos Vertebrados

Circulatório - Aula 2 - Tiana Kohladorf