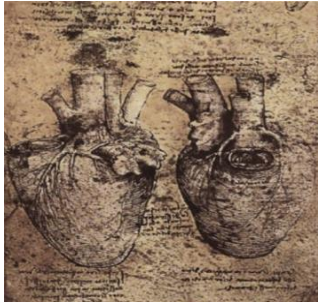


EFB0105_ Fisiologia da Atividade Motora I

*Revisão Fisiologia
cardiovascular básica*

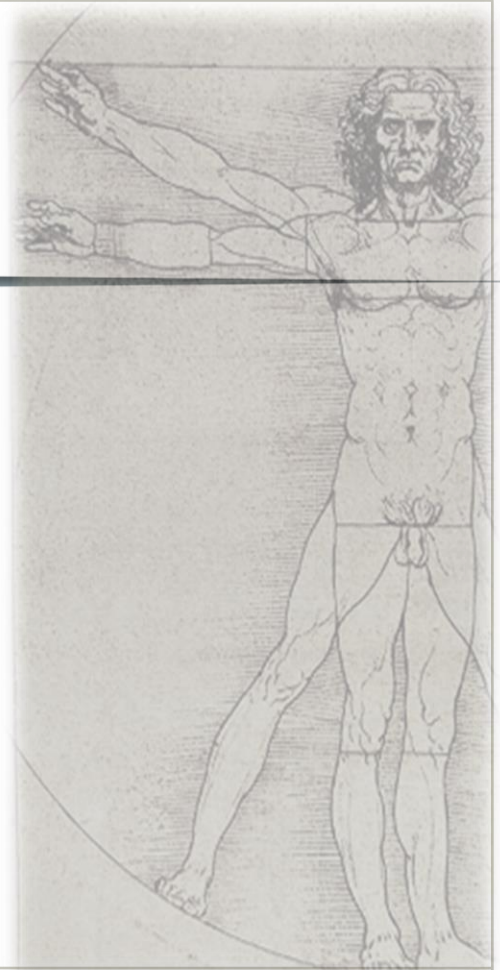
Patricia Chakur Brum

pcbrum@usp.br



Universidade de São Paulo

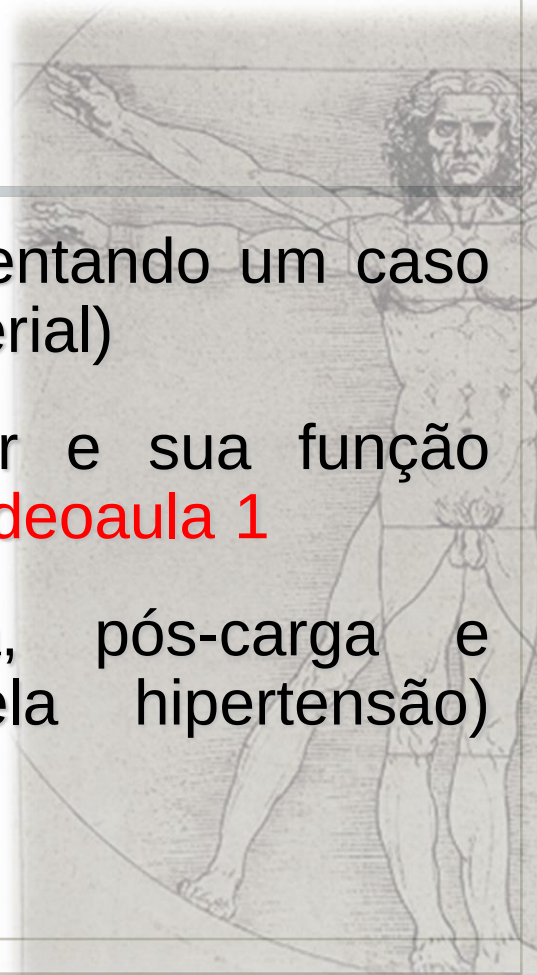
USP





Tópicos

- ✓ Revisão do sistema cardiovascular apresentando um caso de doença cardiovascular (hipertensão arterial)
- ✓ Componentes do sistema cardiovascular e sua função (alterações induzidas pela hipertensão)- **Videoaula 1**
- ✓ O coração como bomba (pré-carga, pós-carga e contratilidade)-(alterações induzidas pela hipertensão)
Videoaula 2
- ✓ Hemodinâmica- **Videoaula 3**



Doenças Crônicas e mortalidade global

- ✓ 41 milhões de pessoas morrem de doenças crônicas por ano, perfazendo 71% das mortes no mundo,
- ✓ Doença Cardiovascular (DCV) é 1ª causa de morte (17,9 milhões de pessoas/ano) seguida pelo câncer (8,8 milhões de pessoas/ano)

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs355/en/>
Junho 2018

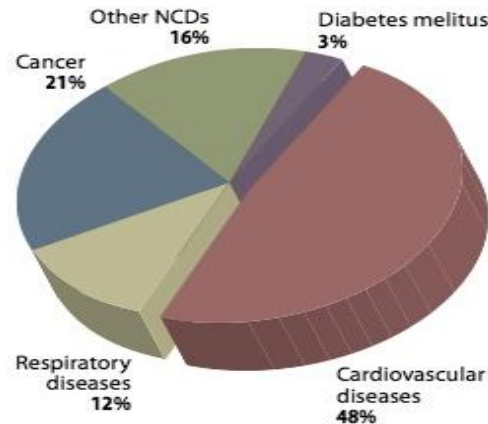


Figure 10 Distribution of global NCD by cause of death, both sexes (1, 6).

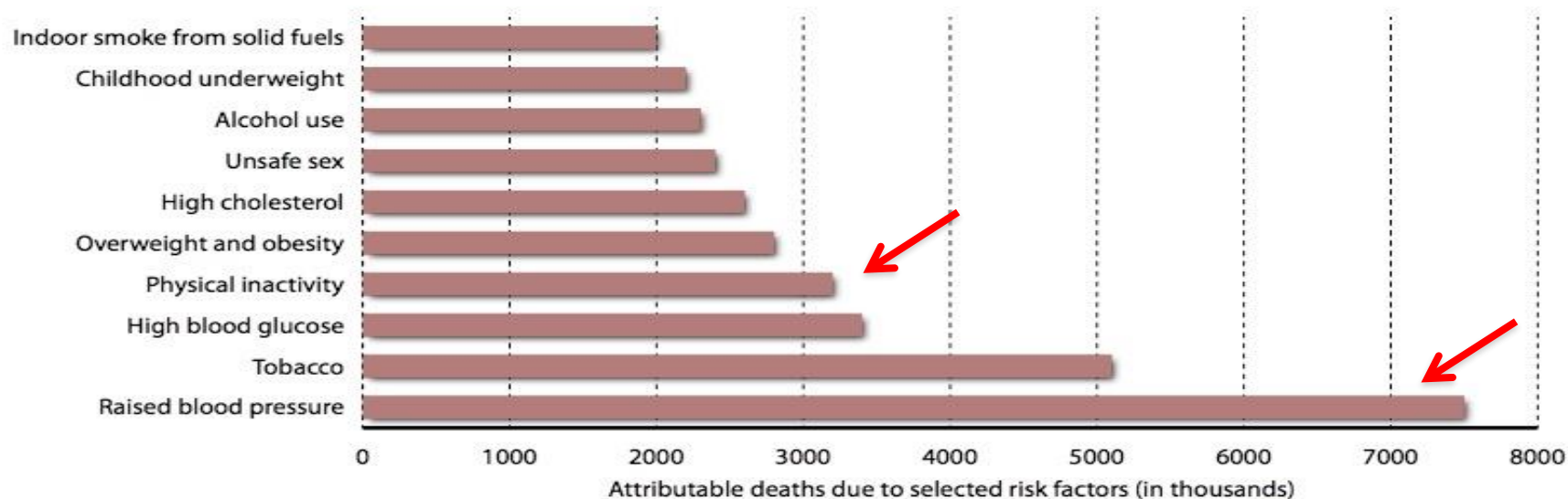
DCV e Cancer

↓
69% das mortes prematuras
no mundo

*Global Atlas on cardiovascular disease,
prevention and control*



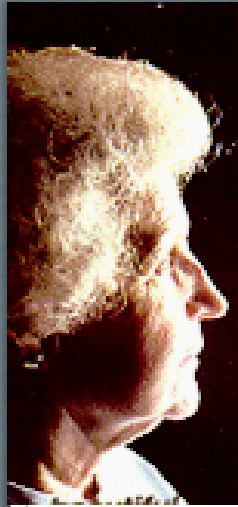
Figure 29 Ranking of 10 selected risk factors of cause of death (2).



Com o aumento da incidência e prevalência das doenças cardiovasculares, as *alterações morfofuncionais do sistema cardiovascular* necessitam ser melhor conhecidas para que a atuação de diferentes profissionais da área da saúde seja mais eficaz e de fato auxilie na melhora da condição de saúde desta parcela de nossa população!

Quais as alterações *morfofuncionais* que ocorrem nas *doenças cardiovasculares*?

Sistema cardiovascular

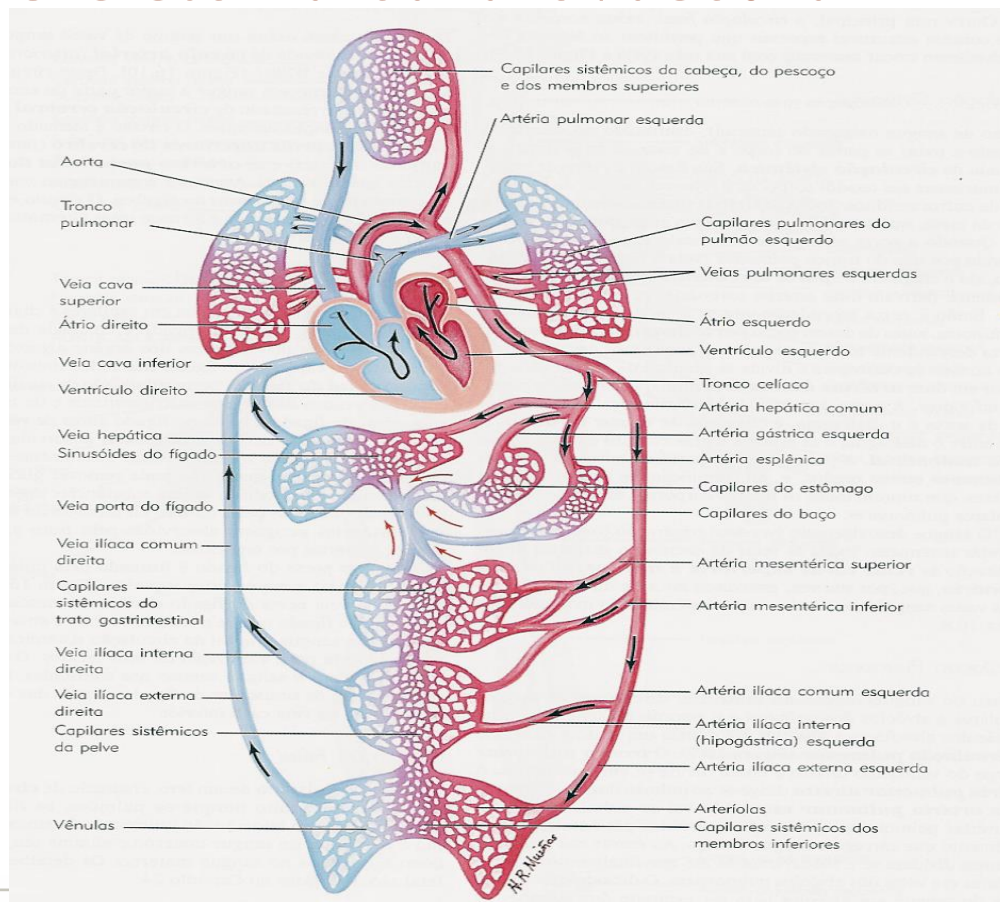


Sistema cardiovascular nas doenças cardiovasculares

Dona Amélia, 65 anos. É **hipertensa**, mas encontra-se sob uso de medicamento anti-hipertensivo (beta-bloqueador-atenolol e inibidor de enzima conversora de angiotensina-renitec).

O cardiologista da D. Amélia pediu que ela iniciasse um programa orientado de atividade física para terceira idade para ajudá-la com o tratamento da pressão. Vamos entender as alterações cardiovasculares associadas à hipertensão da D. Amélia?

O sistema cardiovascular



Relembrando os componentes do sistema cardiovascular

✓ Bomba

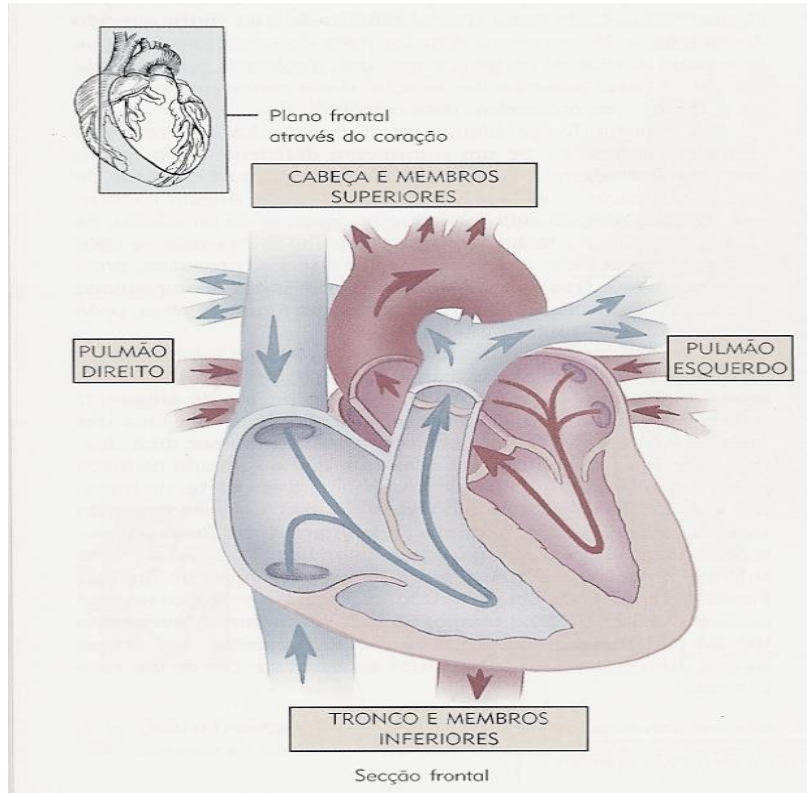


✓ Sistema de distribuição

✓ Sistema de resistência

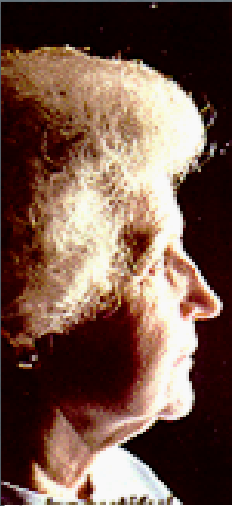
✓ Sistema de troca

✓ Sistema de coleta



Bomba propulsora: gerar fluxo

Débito cardíaco: volume de sangue ejetado pelo ventrículo por unidade de tempo

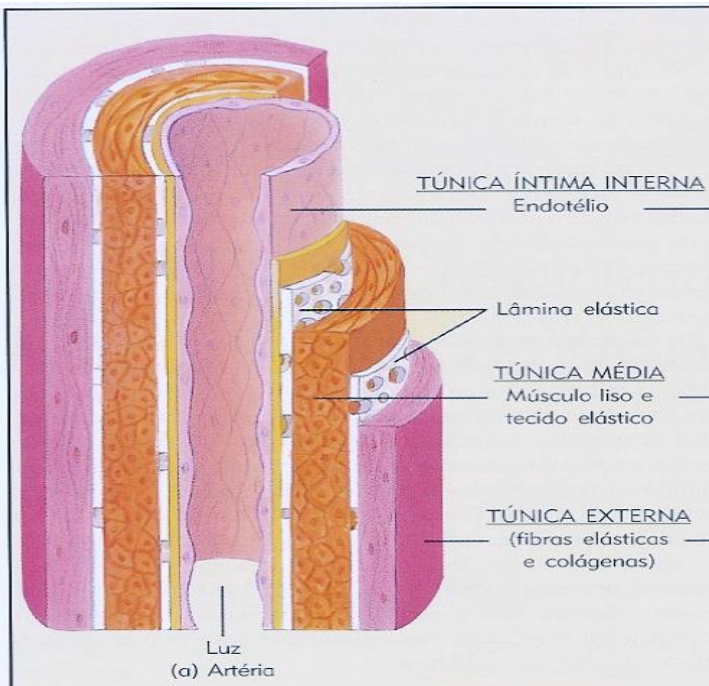


Alterações na bomba cardíaca na hipertensão

- ✓ Perda de miócitos cardíacos (redução na força de contração)
- ✓ Aumento da fibrose intersticial (redução no relaxamento cardíaco)
- ✓ Hipertrofia cardíaca com padrão concêntrico

Relembrando os componentes do sistema cardiovascular

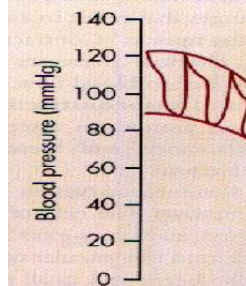
- ✓ Bomba
- ✓ Sistema de distribuição
- ✓ Sistema de resistência
- ✓ Sistema de troca
- ✓ Sistema de coleta



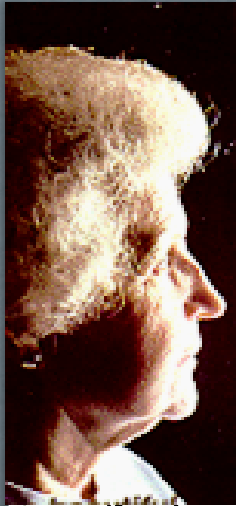
Recolhimento elástico

	Aorta	Artérias
Diametro	25 mm	4 mm
Espessura da parede	2mm	1 mm
Endotélio		
Tecido elático		
Músc. liso		
Tecido fibroso		

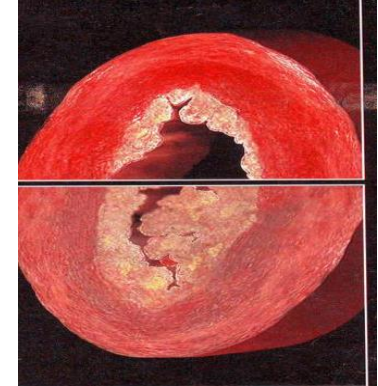
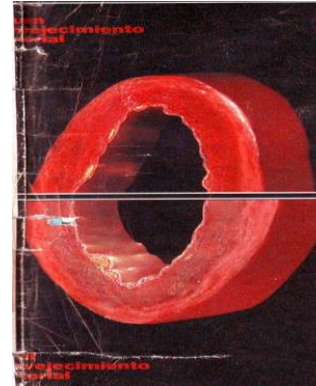
Fluxo Pulsátil



Alterações nas grandes artérias na hipertensão



Normotensão Hipertensão



Arterias elásticas proximais

- Enrijecimento arterial

Relembrando os componentes do sistema cardiovascular

- ✓ Bomba
- ✓ Sistema de distribuição
- ✓ Sistema de resistência
- ✓ Sistema de troca
- ✓ Sistema de coleta

Arteriolas Arteriolas terminais

Diametro

30 μm

10 μm

Espessura da
parede

6 μm

2 μm

Endotélio

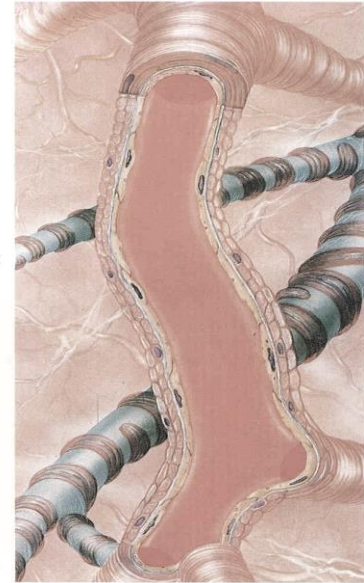
Tecido elástico

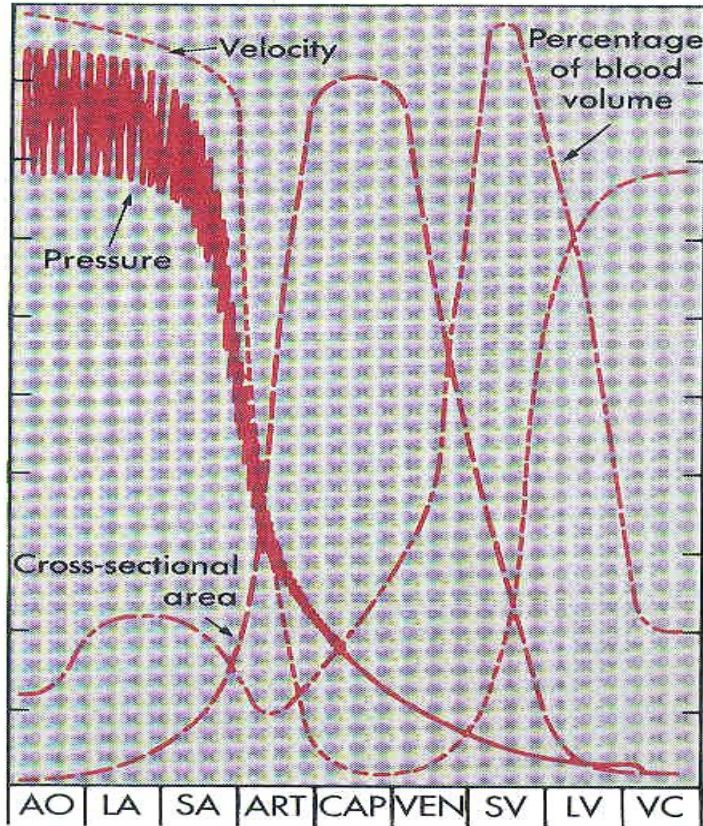
Músc. liso

Tecido fibroso

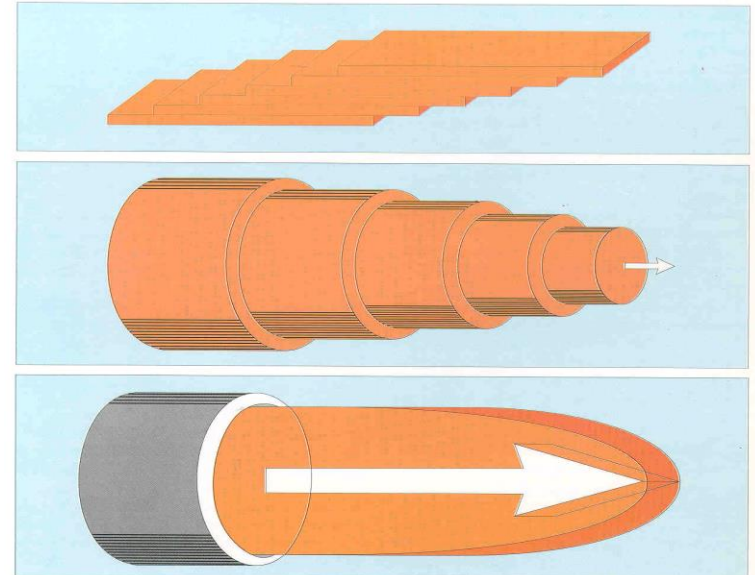


Regulação do fluxo para os tecidos





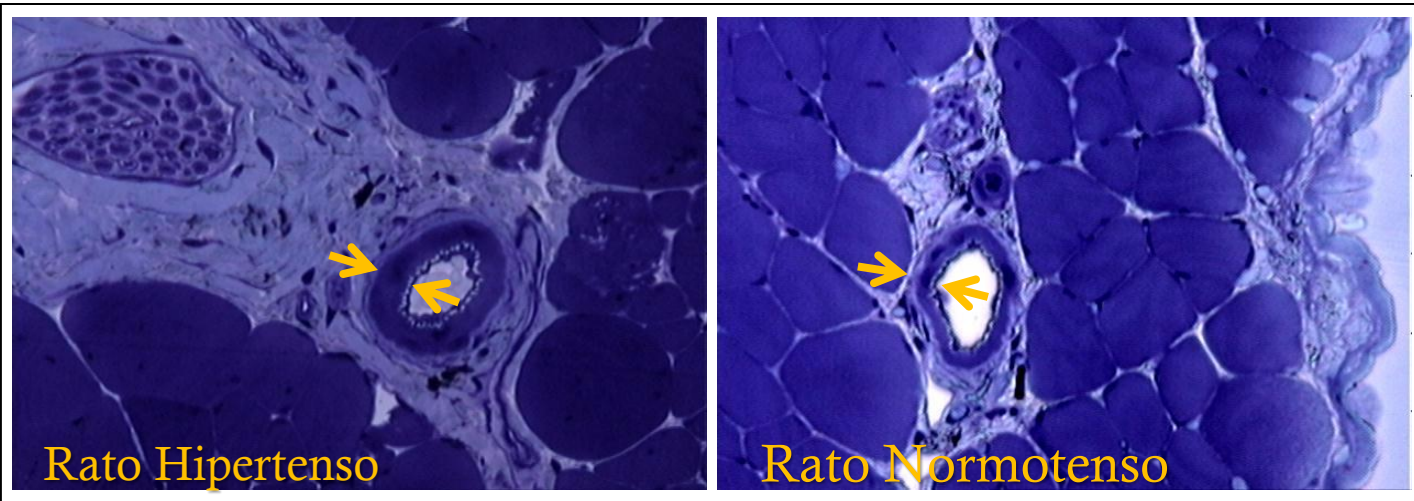
- ✓ Fluxo laminar
- ✓ Força tangencial paralela à direção do fluxo (movimento relativo das lamelas)



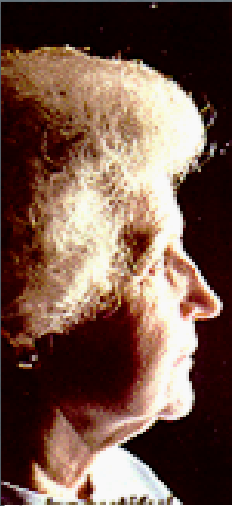
Alterações nos vasos de resistência na hipertensão

Arteriolas

- ✓ Aumento da espessura da parede
- ✓ Redução da sua luz



Amaral S.L et al.



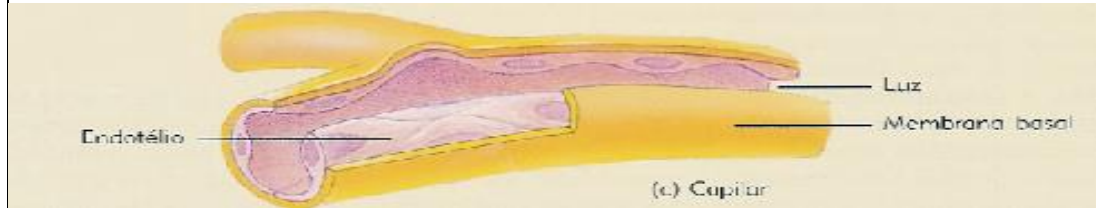
Alterações nos vasos de resistência na hipertensão

No que as alterações morfológicas nas arteríolas afetam sua função?

Haverá aumento na resistência periférica total e consequentemente na pressão arterial

Relembrando os componentes do sistema cardiovascular

- ✓ Bomba
- ✓ Sistema de distribuição
- ✓ Sistema de resistência
- ✓ Sistema de troca
- ✓ Sistema de coleta

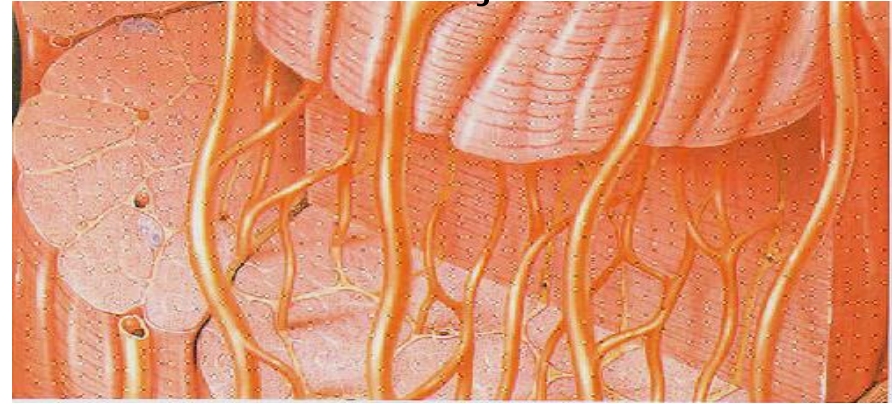


Sistema de troca por difusão

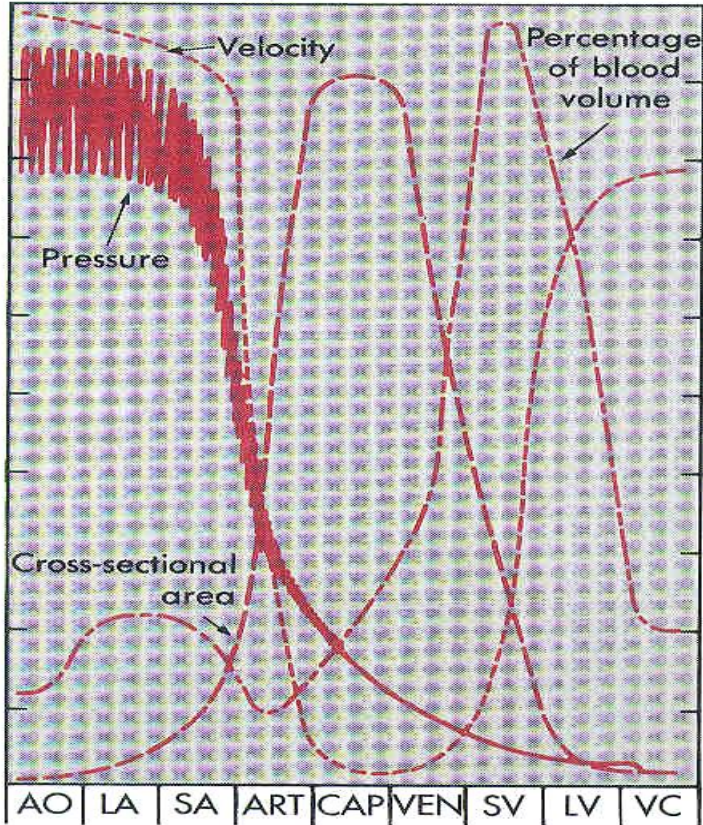


Diametro	Capilar
	$8 \mu\text{m}$
Espessura da parede Endotélio	$0.5 \mu\text{m}$

↑ Área de secção transversa

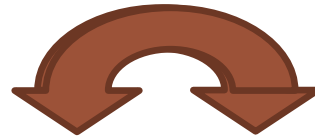
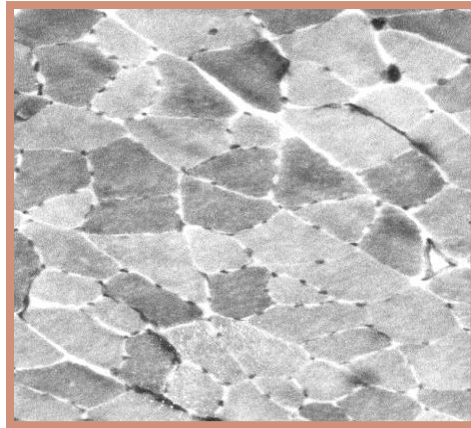


↓ Velocidade do fluxo

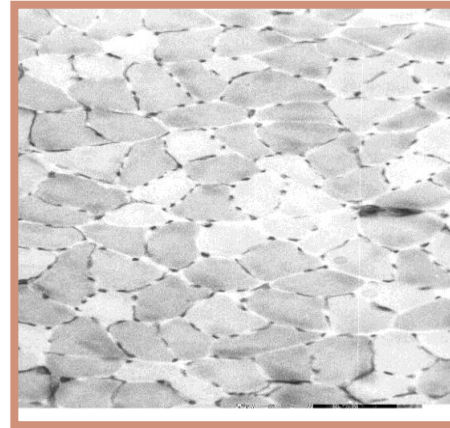


Alterações na capilarização na hipertensão

Hipertenso

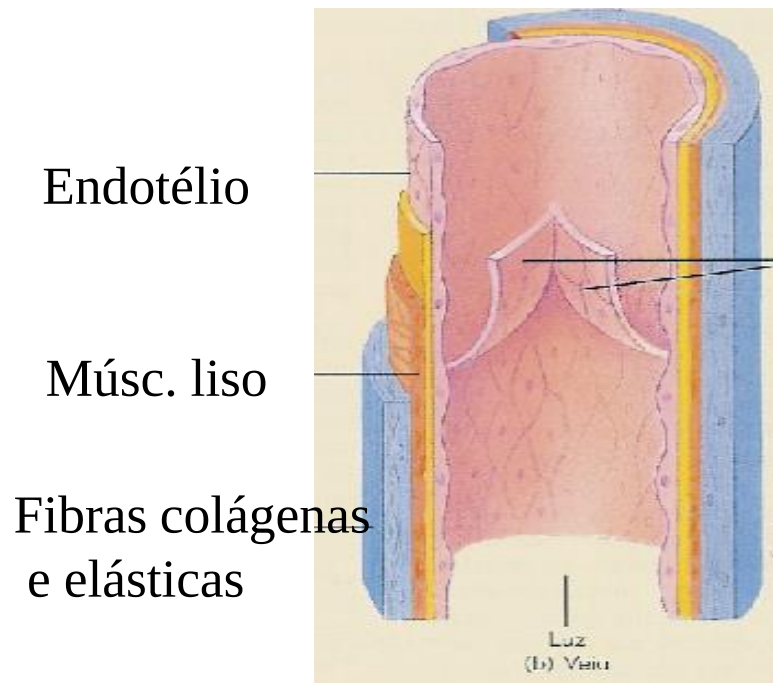


Normotenso



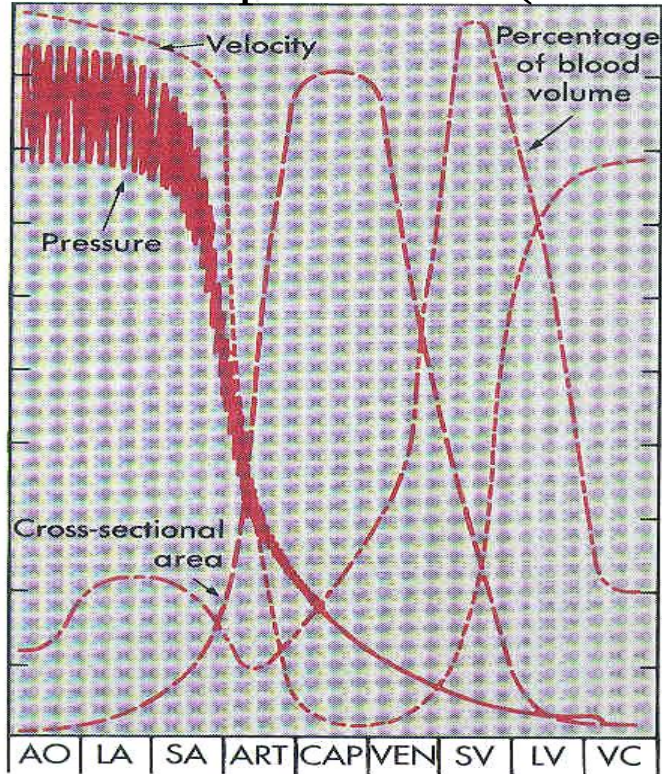
Relembrando os componentes do sistema cardiovascular

- ✓ Bomba
- ✓ Sistema de distribuição
- ✓ Sistema de resistência
- ✓ Sistema de troca
- ✓ Sistema de coleta

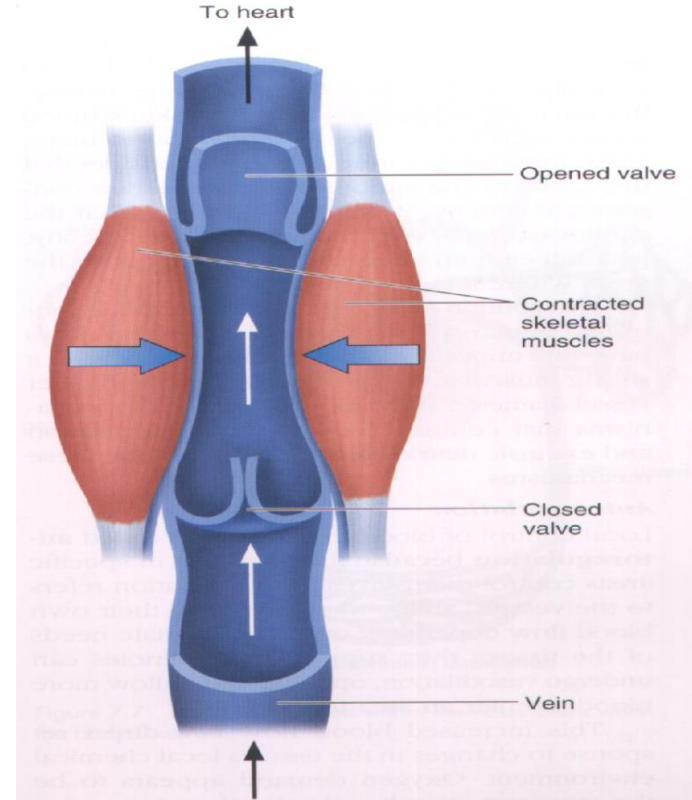


	Veias	Veia Cava
Diametro	5 mm	30 mm
Espeçura da parede	0.5 mm	1.5 mm
Endotélio		
Tecido elástico		
Músc. liso		
Tecido fibroso		

Sistema de baixa-pressão Grande-volume Vasos de capacitância ($\Delta P / \Delta V$)



Controle neural  Retorno venoso
Bomba muscular



Berne & Levy. Physiology

Alterações nos vasos de capacitância na hipertensão

*Podem estar associados a disfunção
valvular o que afetaria a função das
veias*

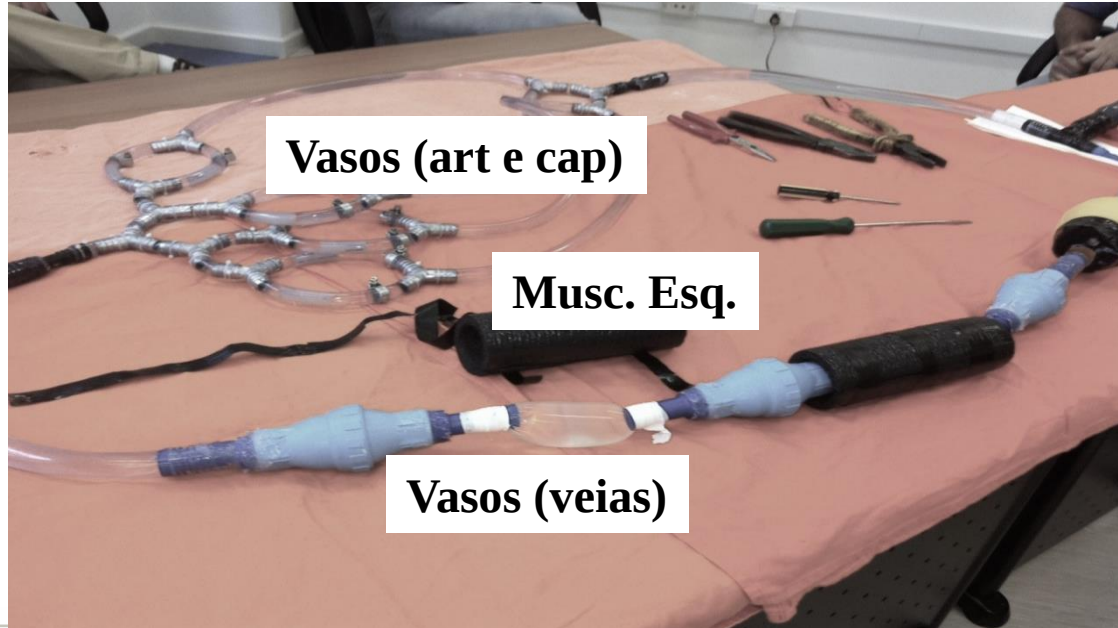
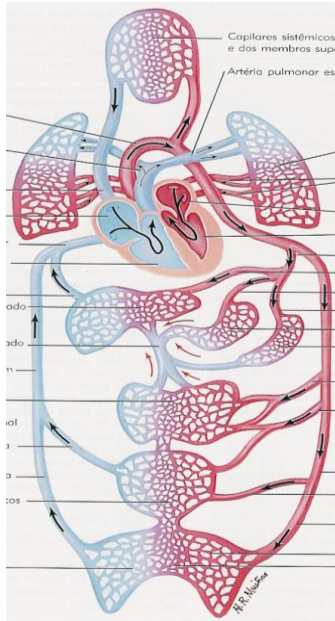
Com isso, haveria redução do retorno
venoso ao coração



A MODEL CIRCULATORY SYSTEM FOR USE IN UNDERGRADUATE PHYSIOLOGY LABORATORIES

Andrew M. Smith

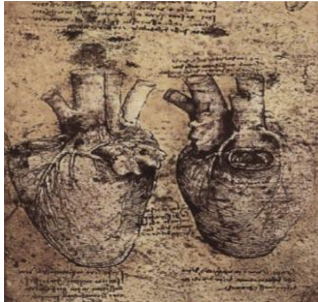
Department of Biological Sciences, Butler University, Indianapolis, Indiana 46208



EFB0105_ Fisiologia da Atividade Motora I

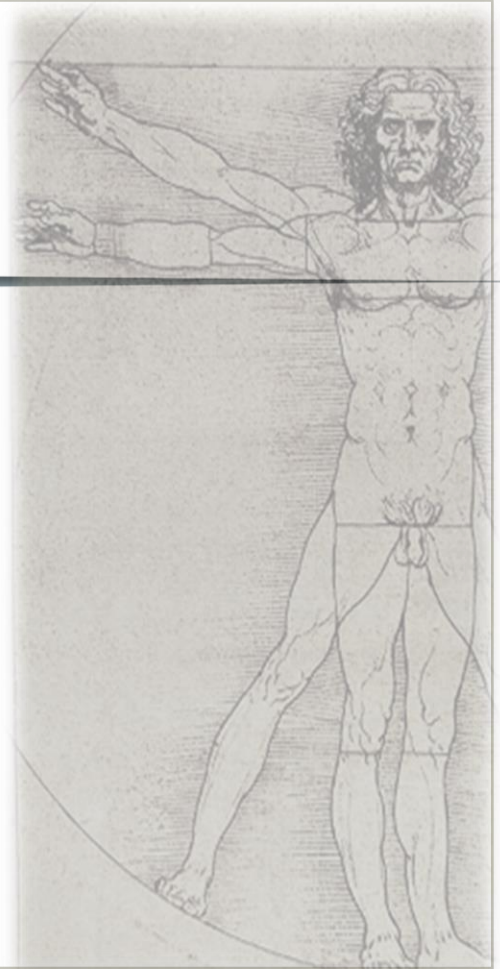
***Revisão Fisiologia
cardiovascular básica***

Patricia Chakur Brum
pcbrum@usp.br



Universidade de São Paulo

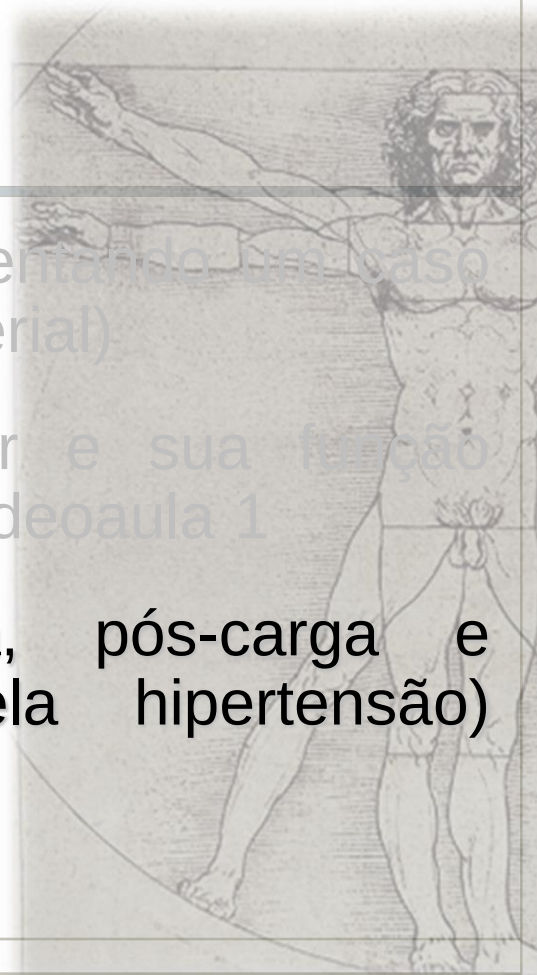
USP





Tópicos

- ✓ Revisão do sistema cardiovascular apresentando um caso de doença cardiovascular (hipertensão arterial)
- ✓ Componentes do sistema cardiovascular e sua função (alterações induzidas pela hipertensão)- Videoaula 1
- ✓ O coração como bomba (pré-carga, pós-carga e contratilidade)-(alterações induzidas pela hipertensão)
Videoaula 2
- ✓ Hemodinâmica- Videoaula 3



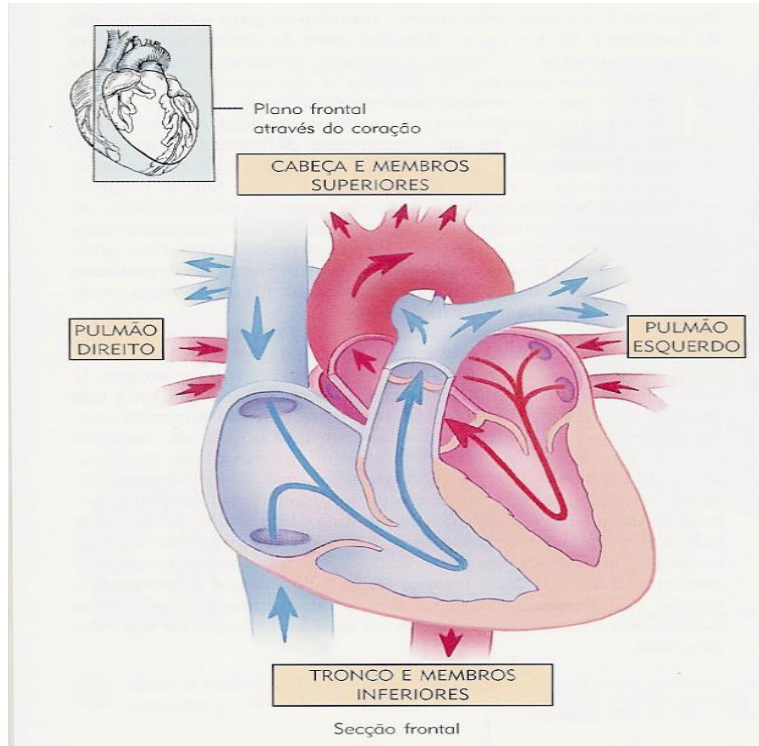
Como as alterações morfológicas no sistema cardiovascular, comentadas anteriormente afetam a função cardíaca?

O coração como bomba

O coração como bomba e sua função

- ✓ Débito cardíaco e seus componentes
- ✓ Frequência cardíaca: regulação intrínseca e extrínseca
- ✓ Volume sistólico: influência da pré-carga, pós-carga e contratilidade

O coração como bomba



Débito cardíaco (DC)
Frequência cardíaca (FC)

Volume sistólico
(VS)

- Pré-carga
- Pós-carga
- Contratilidade miocárdica

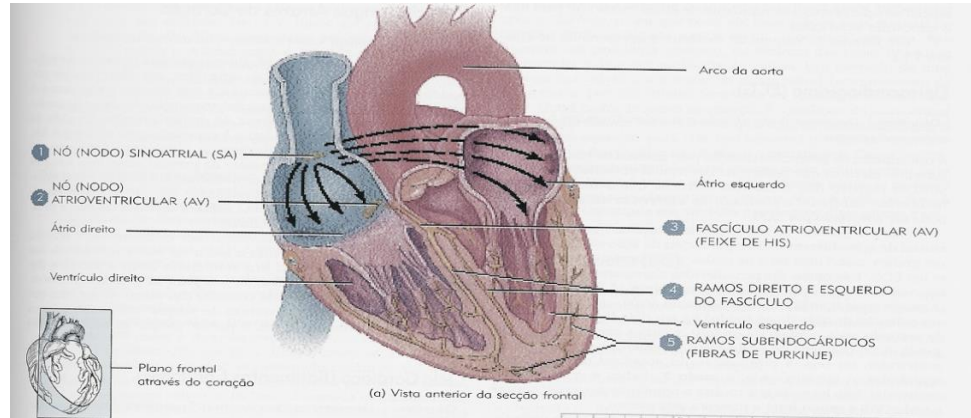
$$DC = FC \times VS$$

$$4900 \text{ ml/min} = 70 \text{ bat/min} \times 70 \text{ ml/bat}$$

O coração como bomba e sua função

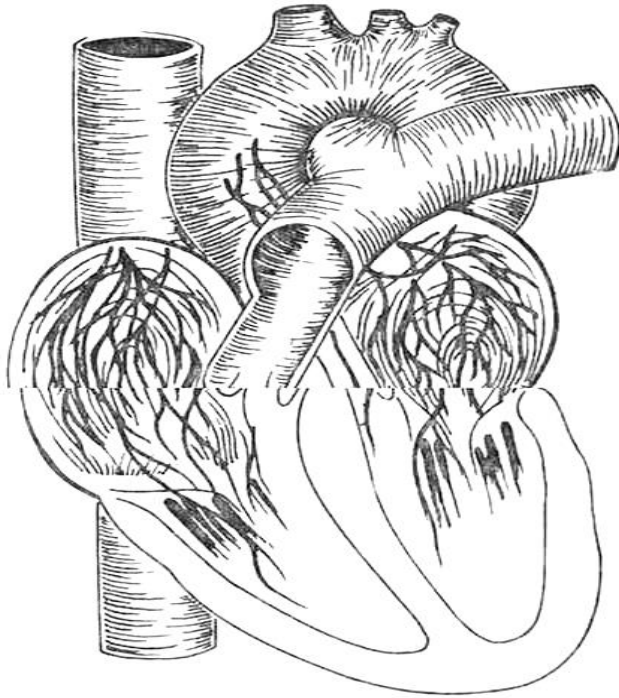
- ✓ Débito cardíaco e seus componentes
- ✓ **Frequência cardíaca: regulação intrínseca e extrínseca**
- ✓ Volume sistólico: influência da pré-carga, pós-carga e contratilidade

Frequência Cardíaca

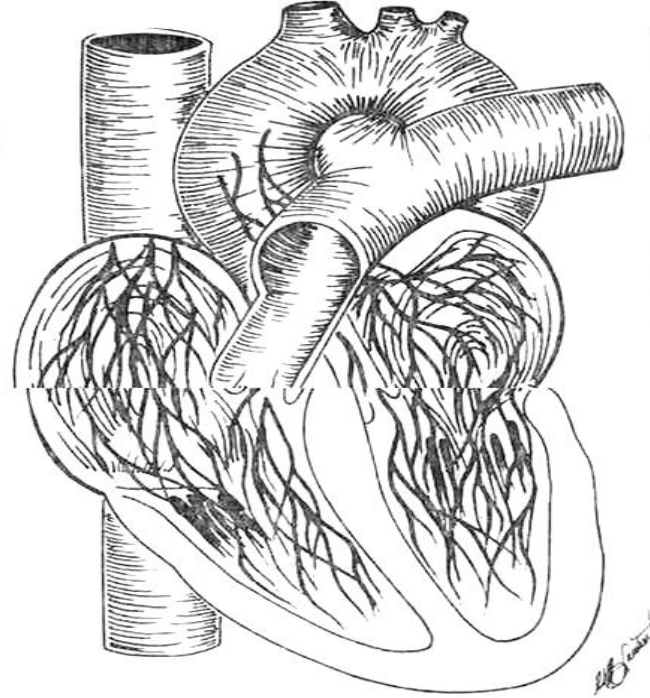


1. Nodo sinoatrial: marcapasso predominante
 2. Nodo atrioventricular: retardo do impulso
 3. Feixe de His
 4. Ramos direito e esquerdo
 5. Fibras de Purkinje
- } condução ventricular

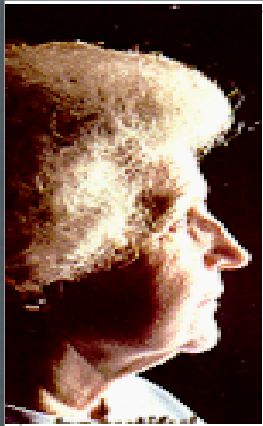
Controle Extrínseco da FC: Controle autonômico



PARASSIMPÁTICO



SIMPÁTICO



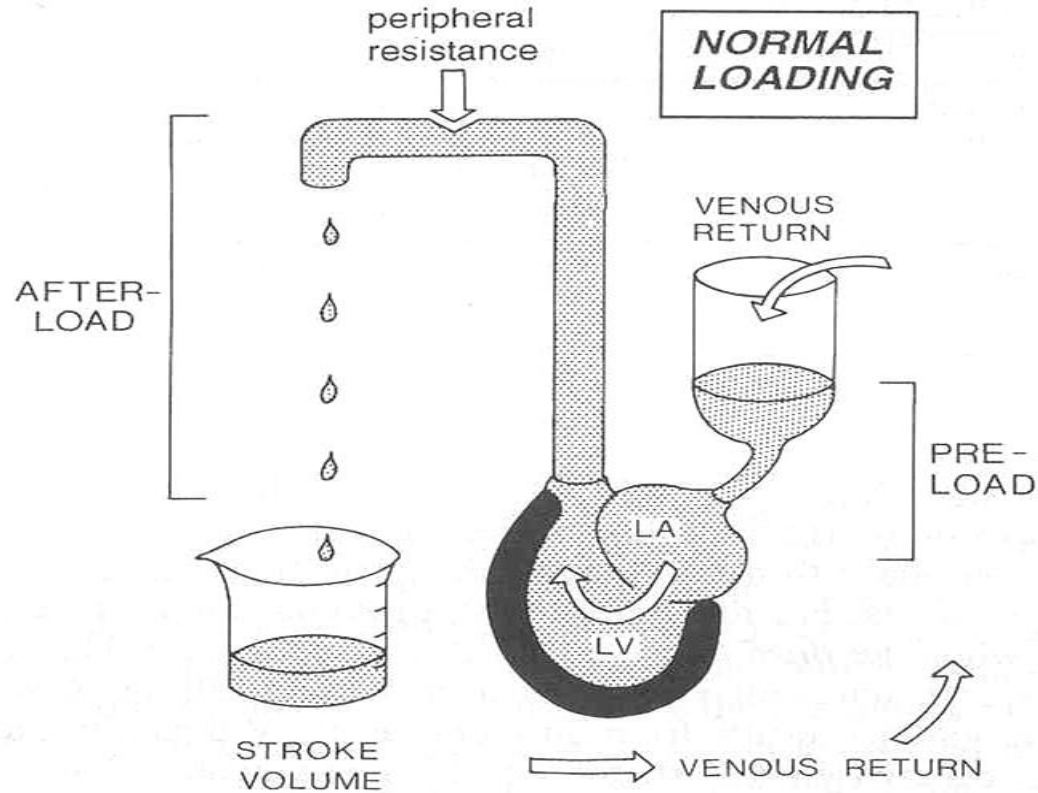
A hipertensão arterial é acompanhada de
disautonomia

Hipertensos apresentam um aumento da atividade nervosa
simpática para os vasos

O coração como bomba e sua função

- ✓ Débito cardíaco e seus componentes
- ✓ Frequência cardíaca: regulação intrínseca e extrínseca
- ✓ Volume sistólico: influência da pré-carga, pós-carga e contratilidade

Pré-carga, Pós-carga e Contratilidade



The Heart: Physiology, from Cell to Circulation by Lionel H. Opie

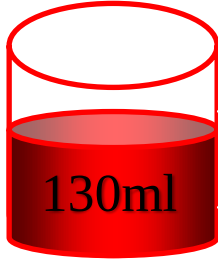
Volume Sistólico **Pré - carga**

Ventrículo: pré-carga é proporcional ao volume do ventrículo, a força ou estresse do músculo antes da contração iniciada



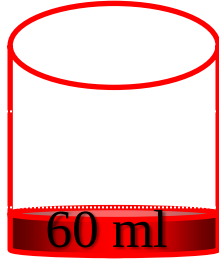
VE

VDF



130ml

VSF



60 ml

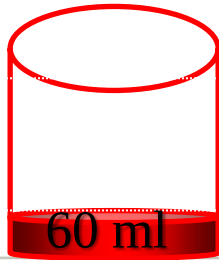
Volume sistólico= 70 ml



VE



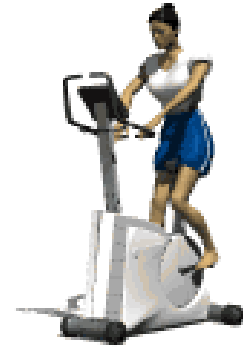
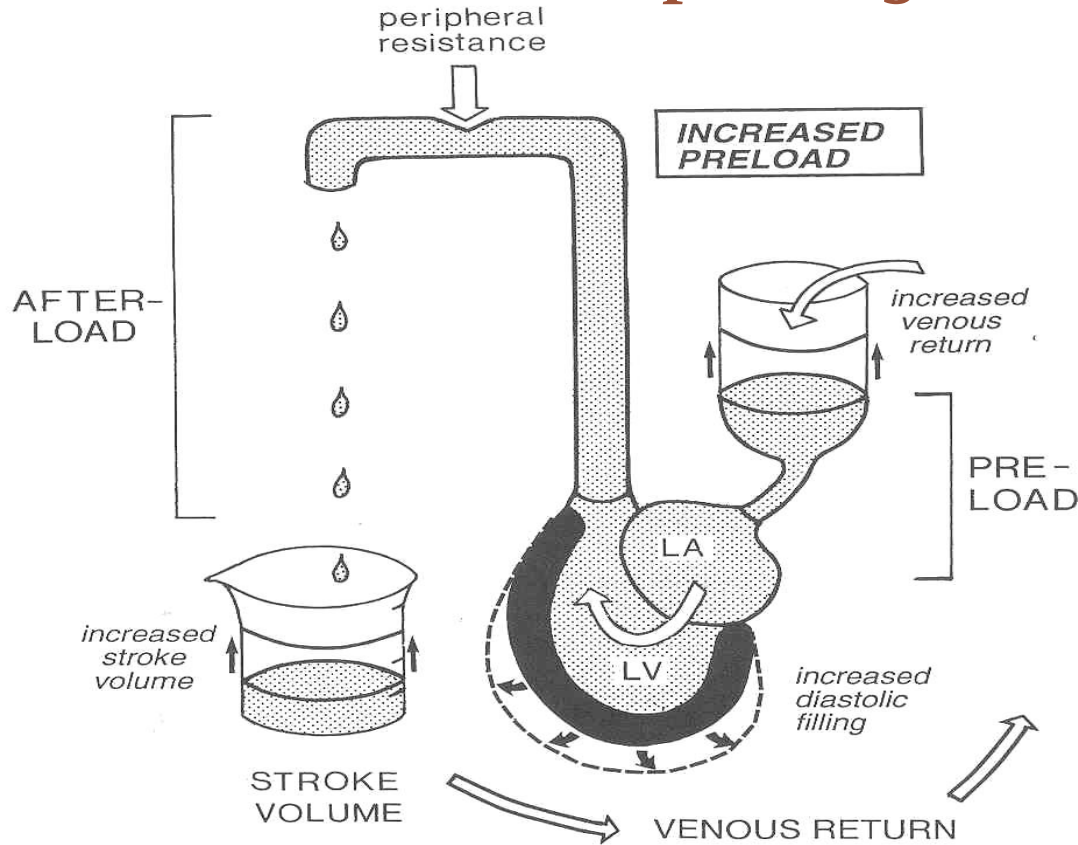
160ml



60 ml

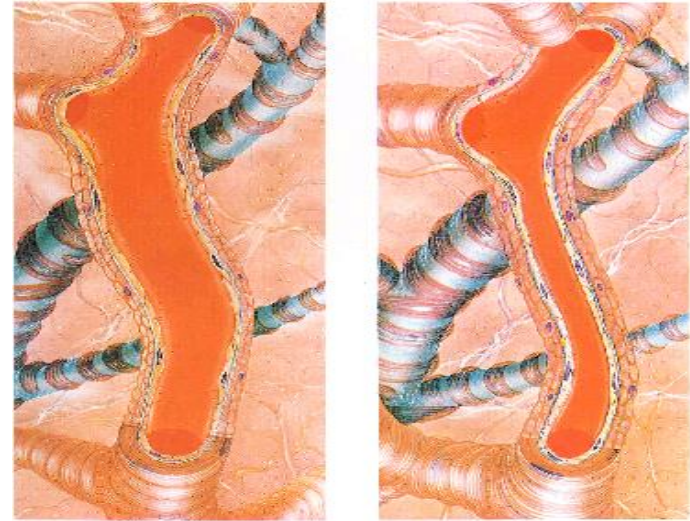
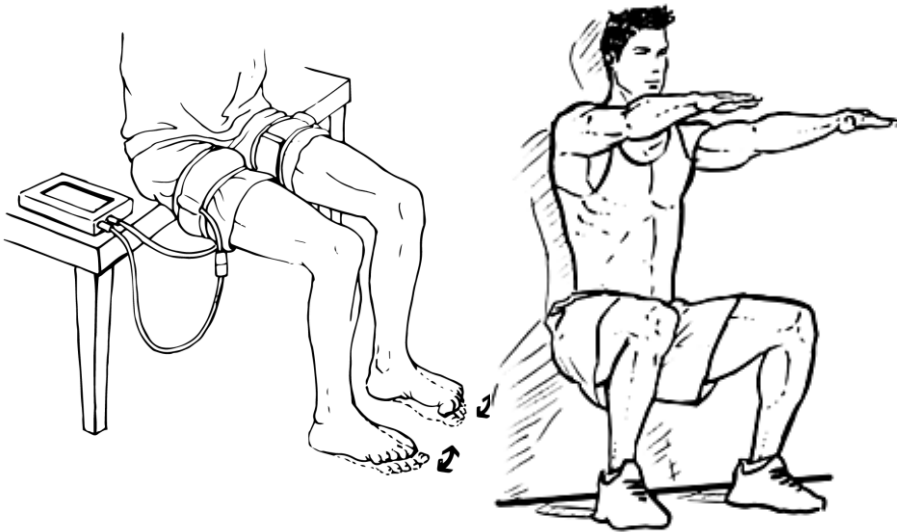
Volume sistólico= 100 ml

Aumento na pré carga



Volume Sistólico **Pós - carga**

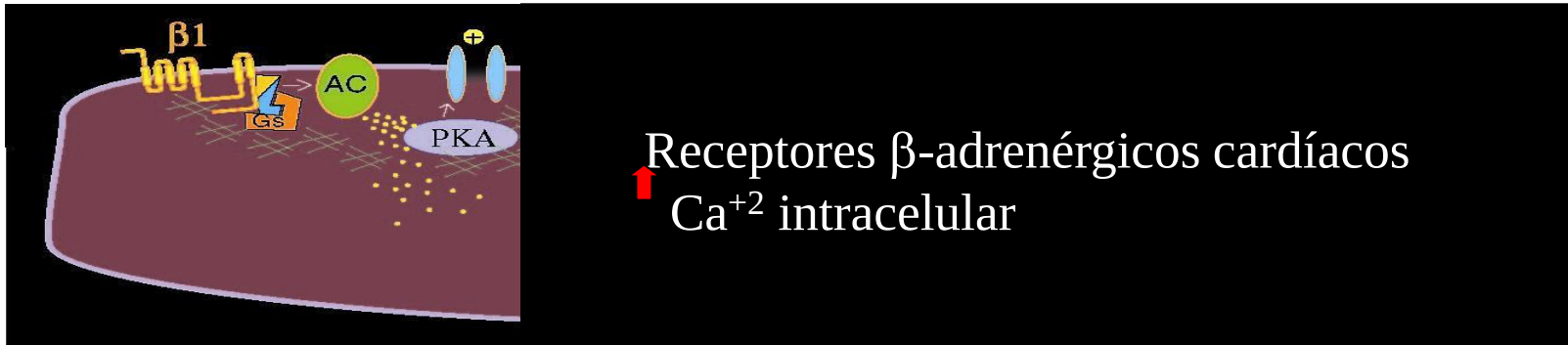
- Ventrículo: é proporcional a carga mecânica que se opõe, a ejeção ventricular.
- Coração como bomba: pós-carga é influenciada pela PA e RVP



↑ RVP---Pós-carga

Volume Sistólico Contratilidade

- Propriedade do músculo cardíaco que determina sua habilidade de contrair independente da pré- ou pós-carga



Em geral fatores que aumentam o estresse na parede do coração, aumentam a captação de oxigênio.

Portanto, aumentos na pré-carga, pós carga e contratilidade aumentam o consumo de oxigênio do miocárdio.

Pós carga

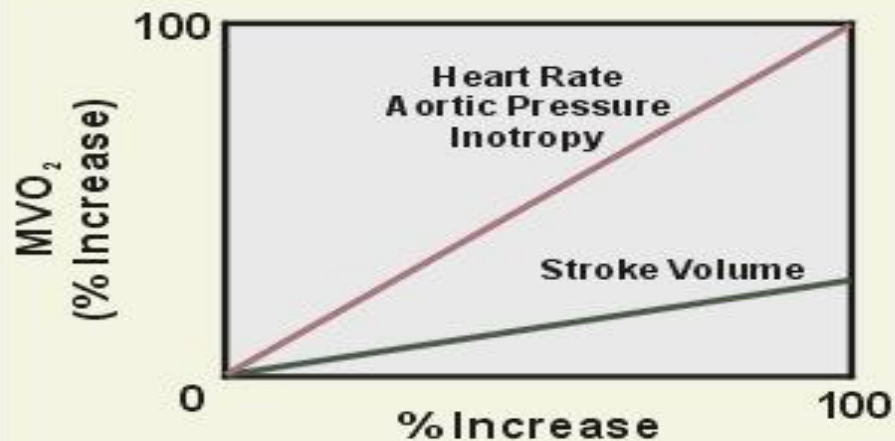
Pré-carga



Uma estimativa $m\dot{V}O_2$ é o duplo produto (DP) onde:

Contratilidade

$$DP = PAS \times FC$$

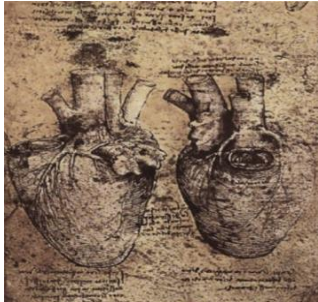


Effects of changes in heart rate, aortic pressure, inotropic state, and stroke volume on myocardial oxygen consumption (MVO₂). Changes in stroke volume have a much smaller influence on MVO₂ than changes in heart rate, inotropy, or aortic pressure.

EFB0105_ Fisiologia da Atividade Motora I

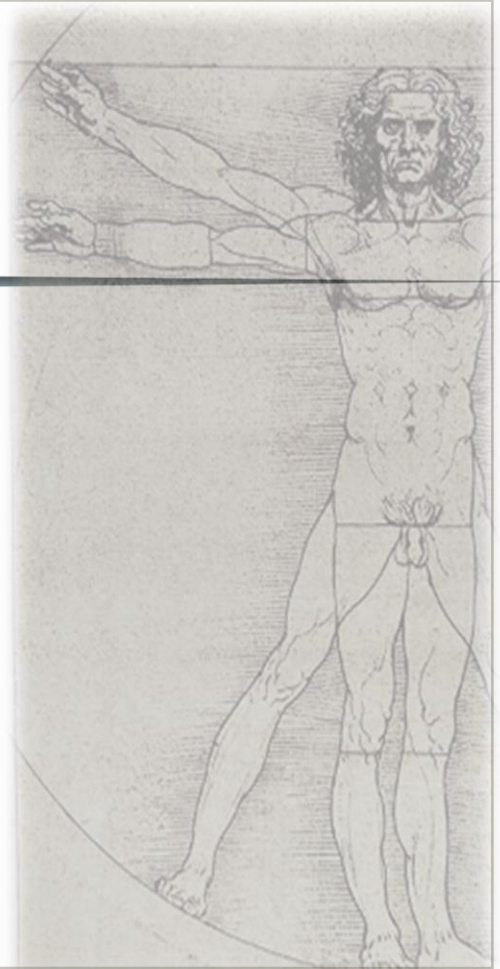
***Revisão Fisiologia
cardiovascular básica***

Patricia Chakur Brum
pcbrum@usp.br



Universidade de São Paulo

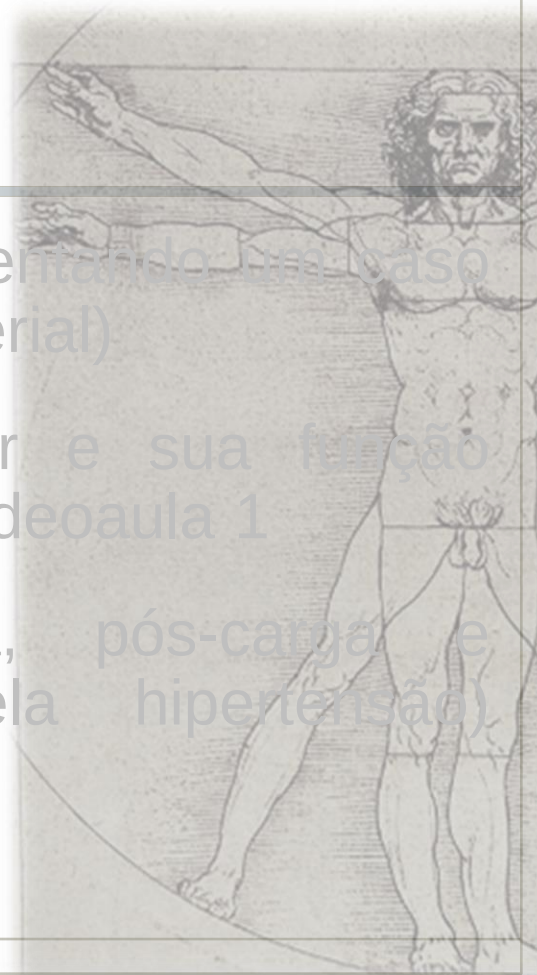
USP

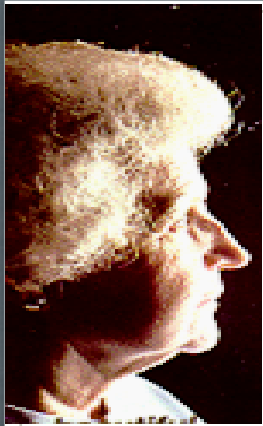




Tópicos

- ✓ Revisão do sistema cardiovascular apresentando um caso de doença cardiovascular (hipertensão arterial)
- ✓ Componentes do sistema cardiovascular e sua função (alterações induzidas pela hipertensão)- Videoaula 1
- ✓ O coração como bomba (pré-carga, pós-carga e contratilidade)-(alterações induzidas pela hipertensão)- Videoaula 2
- ✓ Hemodinâmica- **Videoaula 3**





Os medicamentos anti-hipertensivos que a D. Amélia toma são: **atenolol (beta bloqueador)** e **renitec (vasodilatador que é inibidor da enzima conversora de angiotensina)**. Como esses medicamentos reduzem a pressão arterial?

Hemodinâmica: leis da física que governam o fluxo de sangue para os tecidos

Hemodinâmica

- ✓ Pressão arterial
- ✓ Resistência periférica
- ✓ Inter-relação entre pressão arterial, débito cardíaco e resistência

Pressão Arterial

Definição

Pressão: força/área

Pressão arterial: força exercida pelo sangue na parede das artérias.

Fatores que influenciam a pressão arterial

Débito cardíaco

Volemia (relação conteúdo/continente)

Resistência vascular periférica

$$PAM = DC \times RVP$$

$$93 \text{ mmHg} = 5 \text{ l/min} \times 18,6 \text{ mmHg/(l/min)}$$

Pressão Arterial Média

SISTÓLICA (PAS) – pressão durante a contração do ventrículo (sístole)
dura 1/3 do ciclo cardíaco
Repouso – 120 mmHg

DIASTÓLICA (PAD) – pressão no leito vascular durante a diástole
dura 2/3 do ciclo cardíaco
repouso – 80 mmHg
 $PAM = (PAS - PAD)/3 + PAD$
 $93 \text{ mmHg} = (120 - 80)/3 + 80$

Hemodinâmica

- ✓ Pressão arterial
- ✓ Resistência periférica
- ✓ Inter-relação entre pressão arterial, débito cardíaco e resistência

Resistência Vascular

Definição

Resistência dos vasos à passagem do sangue

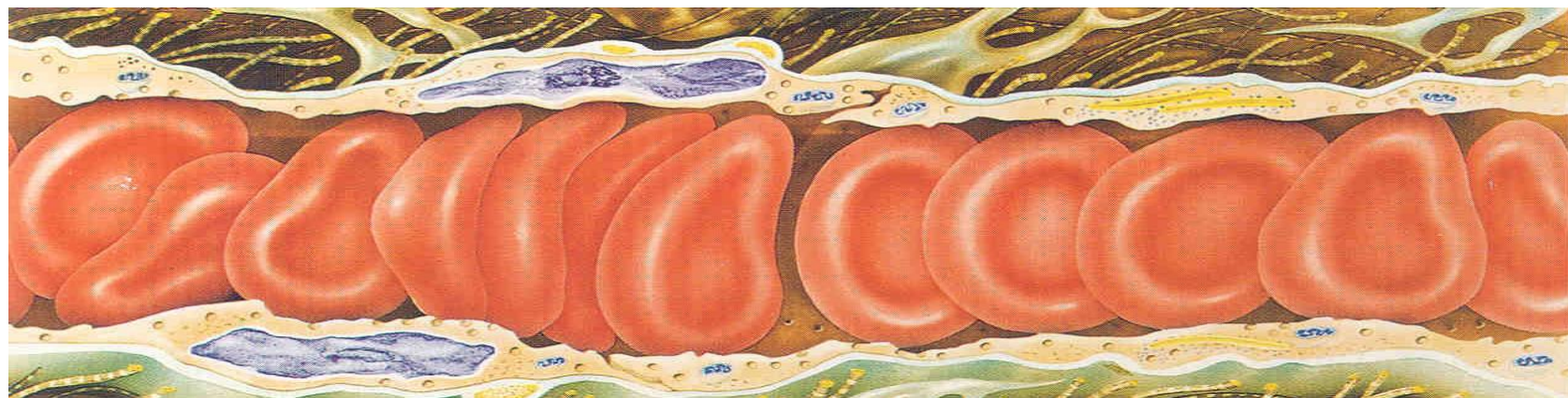
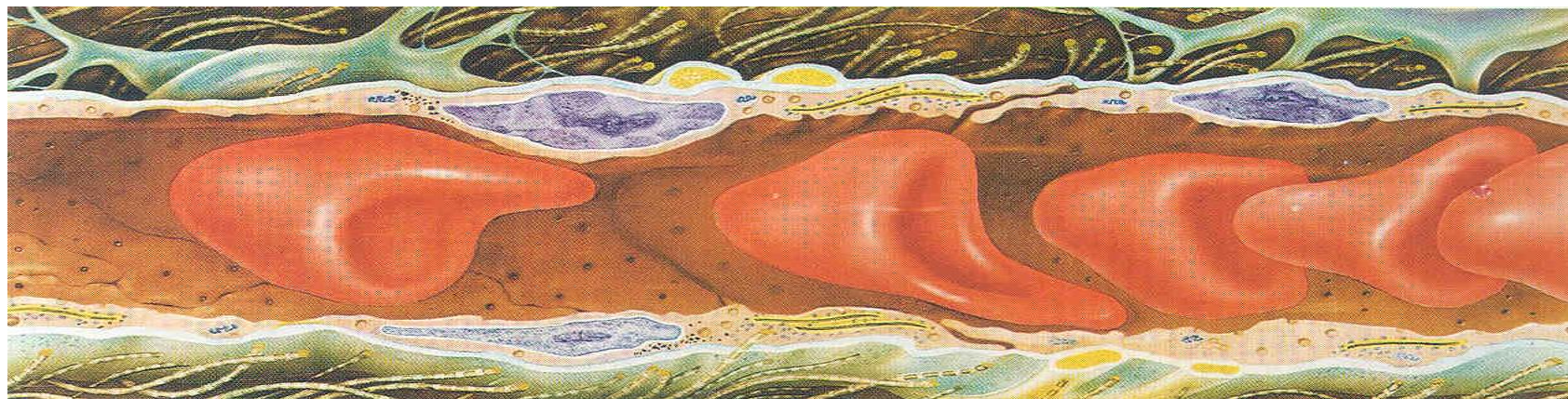
Viscosidade do sangue – glóbulos vermelhos e proteínas

Comprimento do vaso

Raio dos Vasos (diâmetro)– estado de constrição ou dilatação

Resistência vascular periférica total (RVP)

Depende da somatória das resistências ao longo dos diversos leitos vasculares





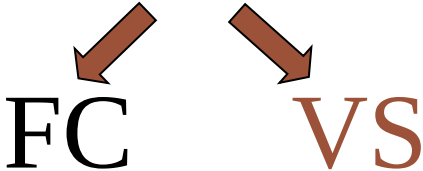
↑ RVP---Pós-carga

Hemodinâmica

- ✓ Pressão arterial
- ✓ Resistência periférica
- ✓ Inter-relação entre pressão arterial, débito cardíaco e resistência

Inter-relação pressão, fluxo e resistência

Fatores hemodinâmicos

$$PA = DC \times RVP$$


FC VS

- ✓ Pré-carga
- ✓ Pós-carga
- ✓ Contratilidade

Os medicamentos anti-hipertensivos que a D. Amélia toma são: **atenolol** (beta bloqueador) e **renitec** (vasodilatador que é inibidor da enzima conversora de angiotensina). Como esses medicamentos reduzem a pressão arterial?

$$\downarrow\downarrow PA = \downarrow DC \times \downarrow RVP$$

$$\downarrow FC \times \downarrow VS$$

✓ Pré-carga

↓ ✓ Pós-carga

↓ ✓ Contratilidade

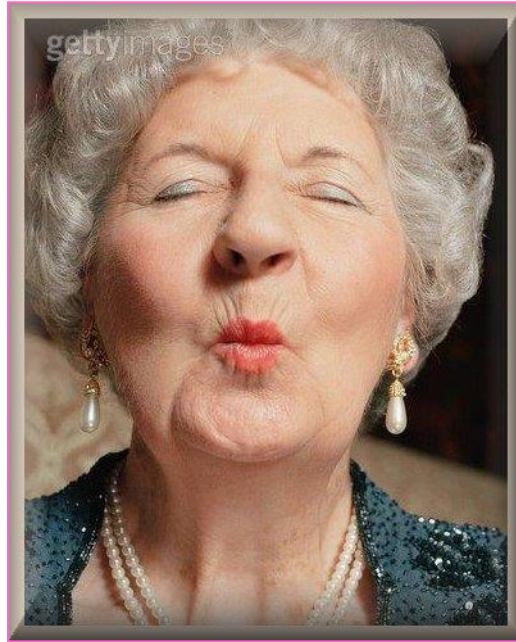
Leitura Recomendada:

Fisiologia. Profa Margarida de Mello Aires

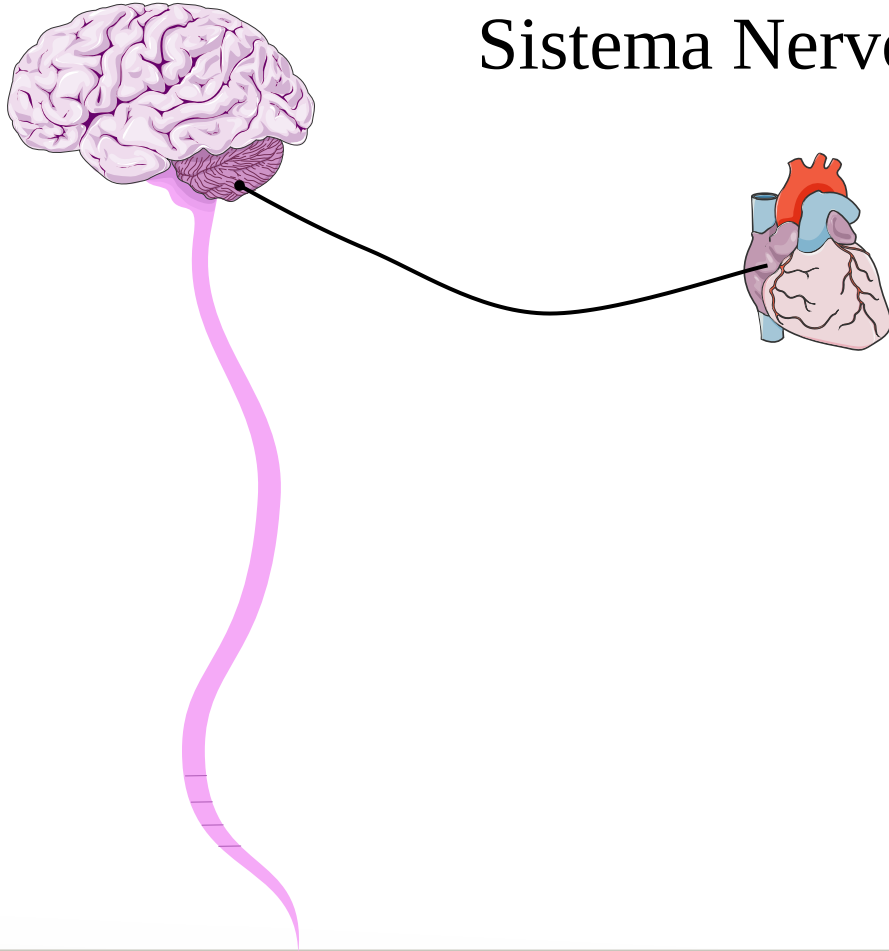
Fisiologia. Berne & Levy

Cem Bilhões de Neurônios. Robert Lent

Muito obrigada pela atenção!!!

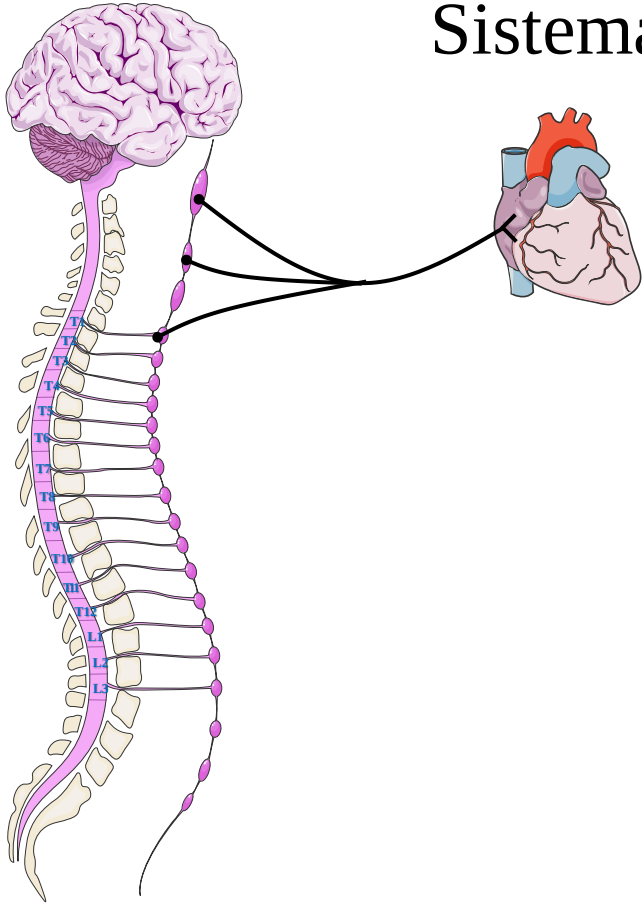


Sistema Nervoso Parassimpático

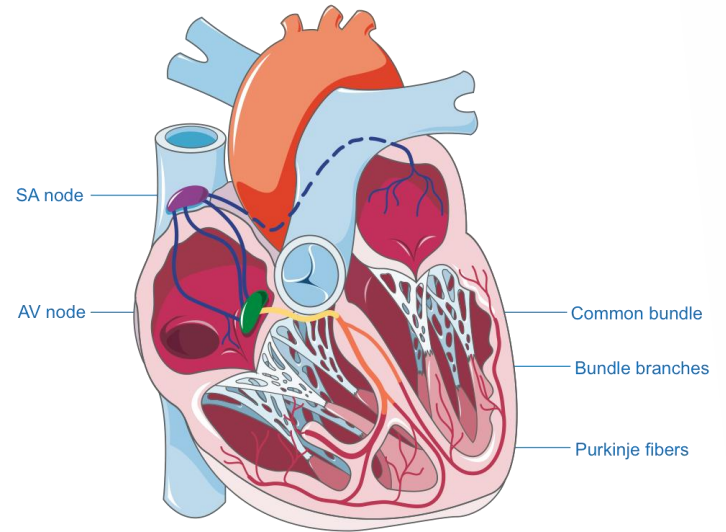


Servier medical art

Sistema Nervoso Simpático



Servier medical art



Servier medical art