

EFB5764-4 Respostas cardiovasculares ao treinamento aeróbico

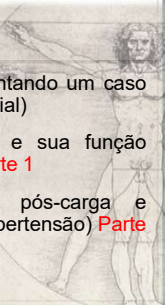
Revisão Fisiologia cardiovascular básica


Patricia Chakur Brum
pcbrum@usp.br



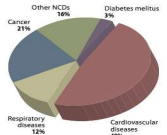

Tópicos

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



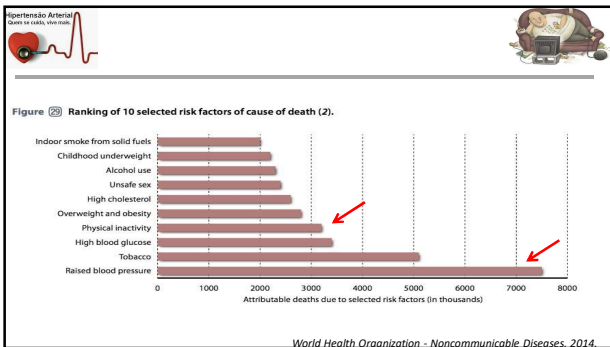
Doenças Crônicas e mortalidade global 

- ✓ 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



DCV e Cancer
69% das mortes prematuras no mundo

Global Atlas on cardiovascular disease, prevention and control




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

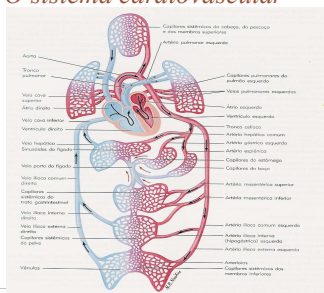
Sistema cardiovascular nas doenças cardiovasculares




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). Cansa-se ao subir escadas.

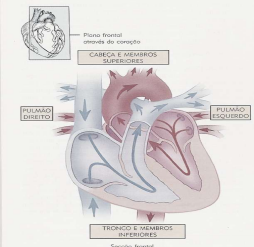
O cardiologista da D. Amélia pediu que ela iniciasse um programa orientado de atividade física para terceira idade para ajudá-la com o tratamento da pressão. Vamos entender as alterações cardiovasculares associadas à hipertensão da D. Amélia?

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

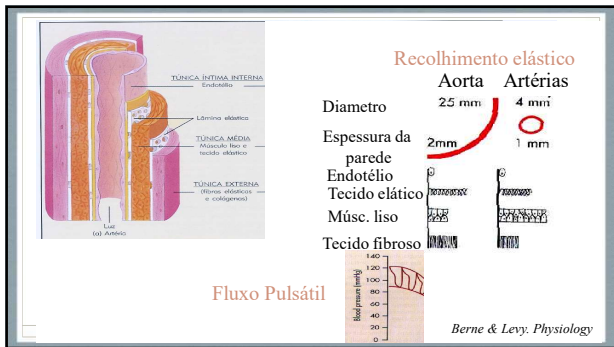


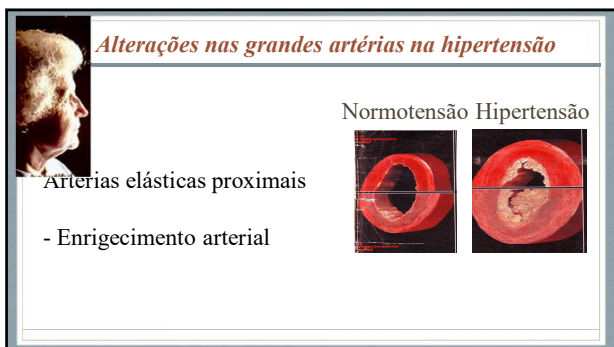
Alterações na bomba cardíaca na hipertensão

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

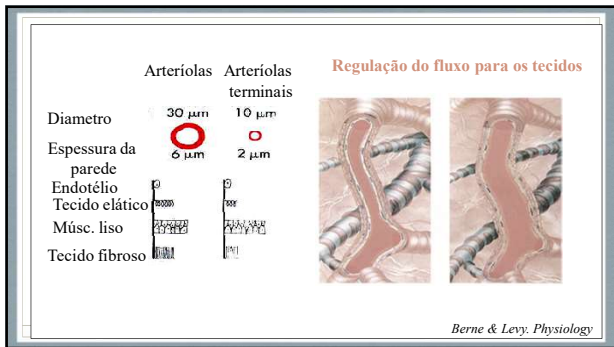
Relembrando os componentes do sistema cardiovascular

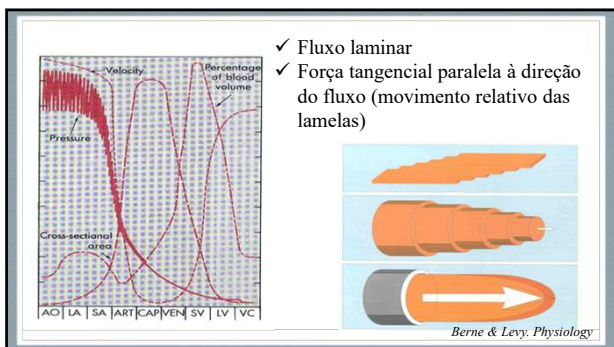
- ✓ Bomba
- ✓ Sistema de distribuição
- ✓ Sistema de resistência
- ✓ Sistema de troca
- ✓ Sistema de coleta






- Relembrando os componentes do sistema cardiovascular**
- ✓ Bomba
 - ✓ Sistema de distribuição
 - ✓ Sistema de resistência
 - ✓ Sistema de troca
 - ✓ Sistema de coleta







www.menti.com
Código: 35224099



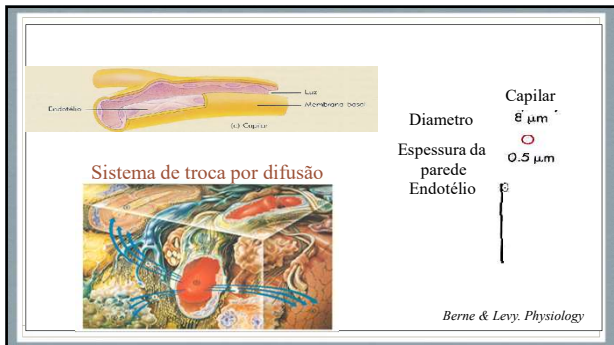
Alterações nos vasos de resistência na hipertensão

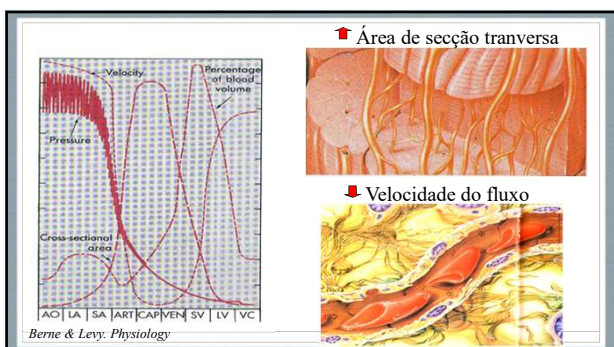
No que as alterações morfológicas nas arteríolas afetam sua função?

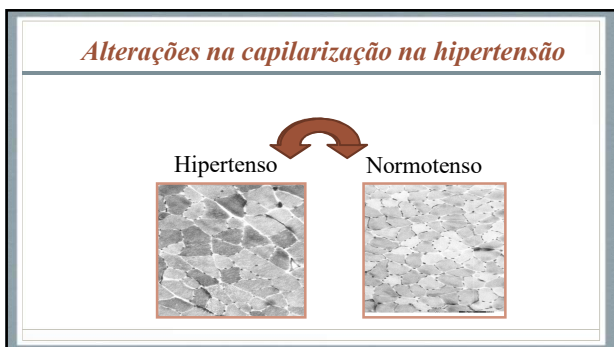
Haverá aumento na resistência periférica total e conseqüentemente na pressão arterial

Relembrando os componentes do sistema cardiovascular

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







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
Espessura da parede	0.5 mm	1.5 mm
Endotélio	Present	Present
Tecido elástico	Present	Present
Músc. liso	Present	Present
Tecido fibroso	Present	Present

Berne & Levy. Physiology

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

Fleg. Am J Cardiol, 57:33C-44C, 1986.

A MODEL CIRCULATORY SYSTEM FOR USE IN UNDERGRADUATE PHYSIOLOGY LABORATORIES

Andrew M. Smith
Department of Biological Sciences, Butler University, Indianapolis, Indiana 46208

Vasos (art e cap)
Musc. Esq.
Vasos (veias)
Coração

AM J PHYSIOL 277 (4 Pt 1): PHYSIOL EDUC 20:302-308 (2000)

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) **Parte 2**
- ✓ Hemodinâmica- Videoaula 3

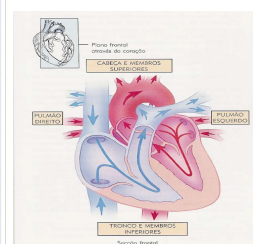
Como as alterações morfológicas no sistema cardiovascular, comentadas anteriormente afetam a função cardíaca?

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)

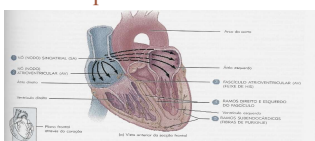
Volume sistólico (VS) {
-Pré-carga
-Pós-carga
-Contratilidade
miocárdica

$DC = FC \times VS$
4900 ml/min = 70 bat/min x 70 ml/bat

O coração como bomba e sua função

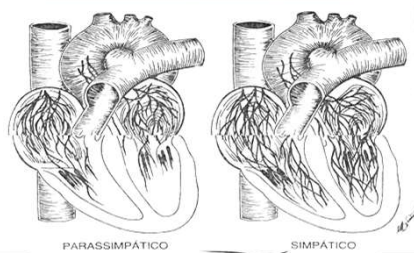
- ✓ Débito cardíaco e seus componentes
- ✓ Frequência cardíaca: regulação intrínseca e extrínseca
- ✓ Volume sistólico: influência da pré-carga, pós-carga e contratilidade

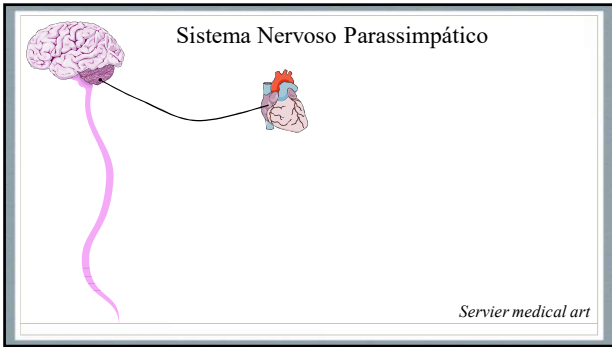
Frequência Cardíaca

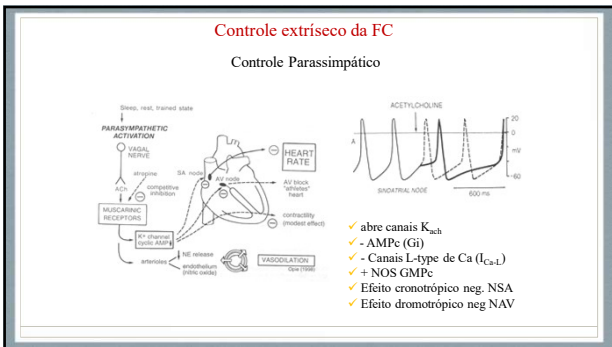


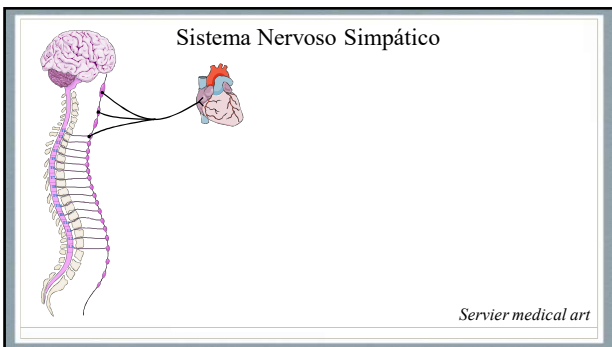
1. Nodo sinoatrial: marcapasso predominante
 2. Nodo atrioventricular: retardo do impulso
 3. Feixe de His
 4. Ramos direito e esquerdo
 5. Fibras de Purkinje
- } condução ventricular

Controle Extrínseco da FC: Controle autonômico

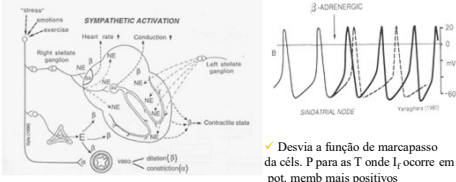









Controle extrínseco da FC
Controle Simpático




The diagram illustrates the sympathetic pathway from the brain (hypothalamus) through the right and left sympathetic ganglia to the heart. It shows the release of norepinephrine (NE) at the sinoatrial node and its effect on the heart rate. The ECG shows a normal sinus rhythm (B) and a tachycardic rhythm (C) after adrenergic stimulation, with a higher heart rate and a shorter P-R interval.

- ✓ Desvia a função de marcapasso da céls. P para as T onde I₁ ocorre em pot. memb mais positivos
- ✓ + AMPe (G_s)
- ✓ + Canais L-type de Ca (I_{Ca,L})
- ✓ Efeitos cronotrópico e dromotrópico positivos



O que ocorre com o controle intrínseco e extrínseco da FC com o envelhecimento?

<p>Controle intrínseco</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Apoptose de células de marcapasso, fibrose e perda de células do sistema de condução 	<p>Controle extrínseco</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Redução do parassimpático ✓ Aumento do simpático
--	---



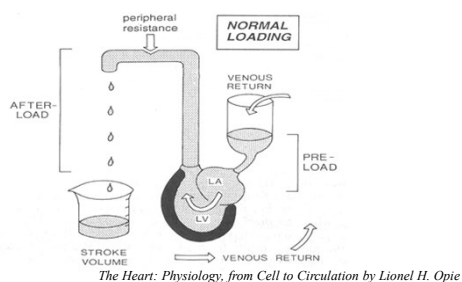
A hipertensão arterial é acompanhada de disautonomia

Hipertensos apresentam um aumento da atividade nervosa simpática para os vasos

O coração como bomba e sua função

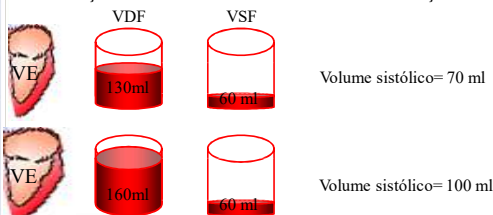
- ✓ Débito cardíaco e seus componentes
- ✓ Frequência cardíaca: regulação intrínseca e extrínseca
- ✓ Volume sistólico: influência da pré-carga, pós-carga e contratilidade

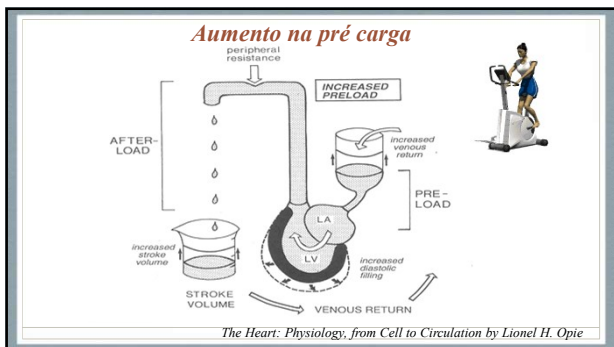
Pré-carga, Pós-carga e Contratilidade



**Volume Sistólico
Pré - carga**

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





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

Receptores β-adrenérgicos cardíacos
↑ Ca²⁺ intracelular

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.

FC
Contratilidade

Pós carga

Pré-carga

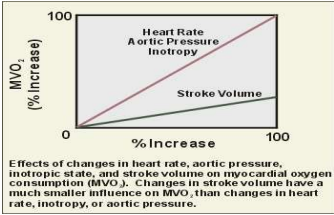
Demanda de O₂




Uma estimativa mVO₂ é o duplo produto (DP) onde:
DP = PAS x FC

www.menti.com

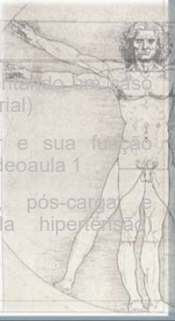
Código:




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

 **Tópicos**

- ✓ Revisão do sistema cardiovascular apresentando breves aspectos 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- **Parte 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/contínente)

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

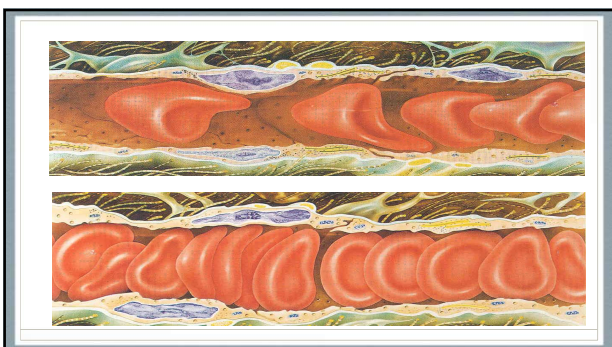
Viscosidade do sangue – glóbulos vermelhos e proteínas

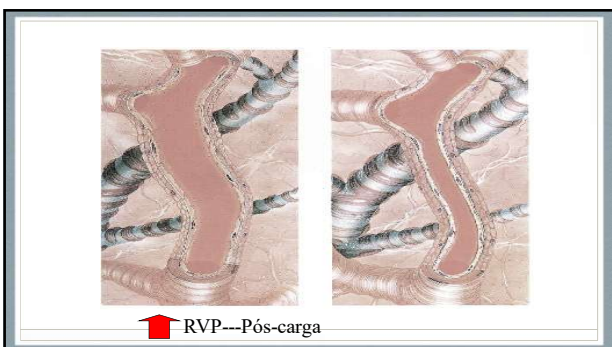
Comprimento do vaso

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

Resistência vascular periférica total (RVP)

Depende da somatória das resistência 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?

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

↓FC x ↓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!!!



$Q = P \times A \times v$

1 $Q = \frac{\Delta P \pi r^4}{8 \eta l}$ $\frac{\pi r^4}{8 \eta l} = C$

2 $Q \propto r^4$ $Q = \Delta P \times C$ $C = \frac{1}{R}$

3 $Q \propto \frac{1}{l}$ $Q = \frac{\Delta P}{R}$

4 $Q \propto \frac{1}{r}$ $\Delta P = Q \times R$ $PA = QC \times RPT$

Servier medical art

