



**USP**  
Universidade de São Paulo

# Respostas cardiovasculares ao exercício aeróbico e força (resistido) estático e dinâmico

Profa. Dra. Patricia Chakur Brum  
*pcbрум@usp.br*



aeróbico



resistido-estático  
isometria



resistido-dinâmico

# Tópicos

---

## ✓ Resposta cardiovascular ao exercício aeróbico (dinâmico)

- Efeito da duração e intensidade do exercício (**Vídeo 1**)
- Efeito da massa muscular envolvida

## ✓ Resposta cardiovascular ao exercício resistido (força) estático

- Efeito da duração e intensidade do exercício (**Vídeo 2**)
- Efeito da massa muscular envolvida

## ✓ Resposta cardiovascular ao exercício resistido (força) dinâmico

- Efeito da intensidade do exercício (**Vídeo 3**)
- Relação esforço : pausa
- Fadiga e medida da PA



aeróbico

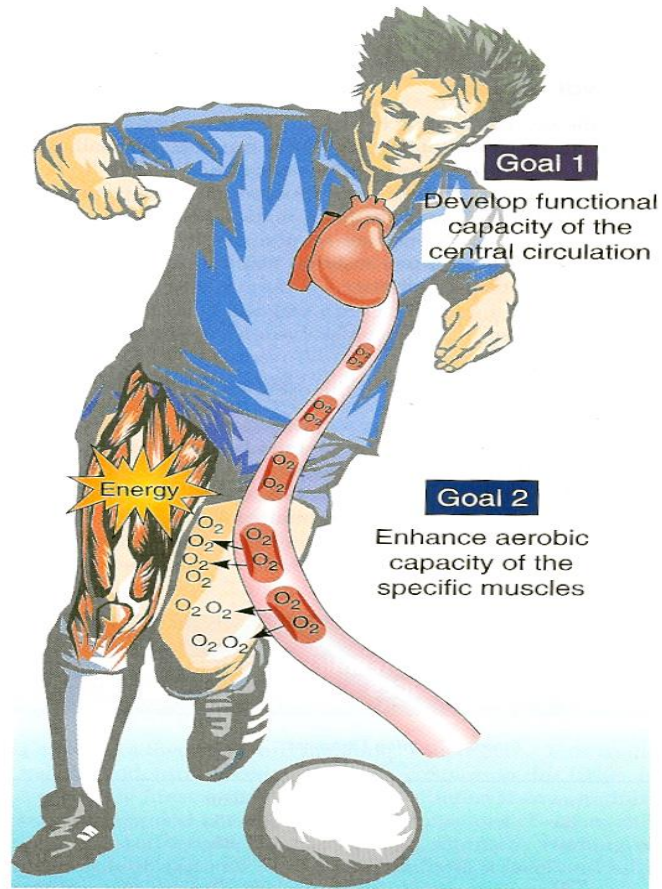


resistido-estático  
isometria



resistido-dinâmico

# Respostas cardiovasculares ao exercício aeróbico



Respostas cardiovasculares

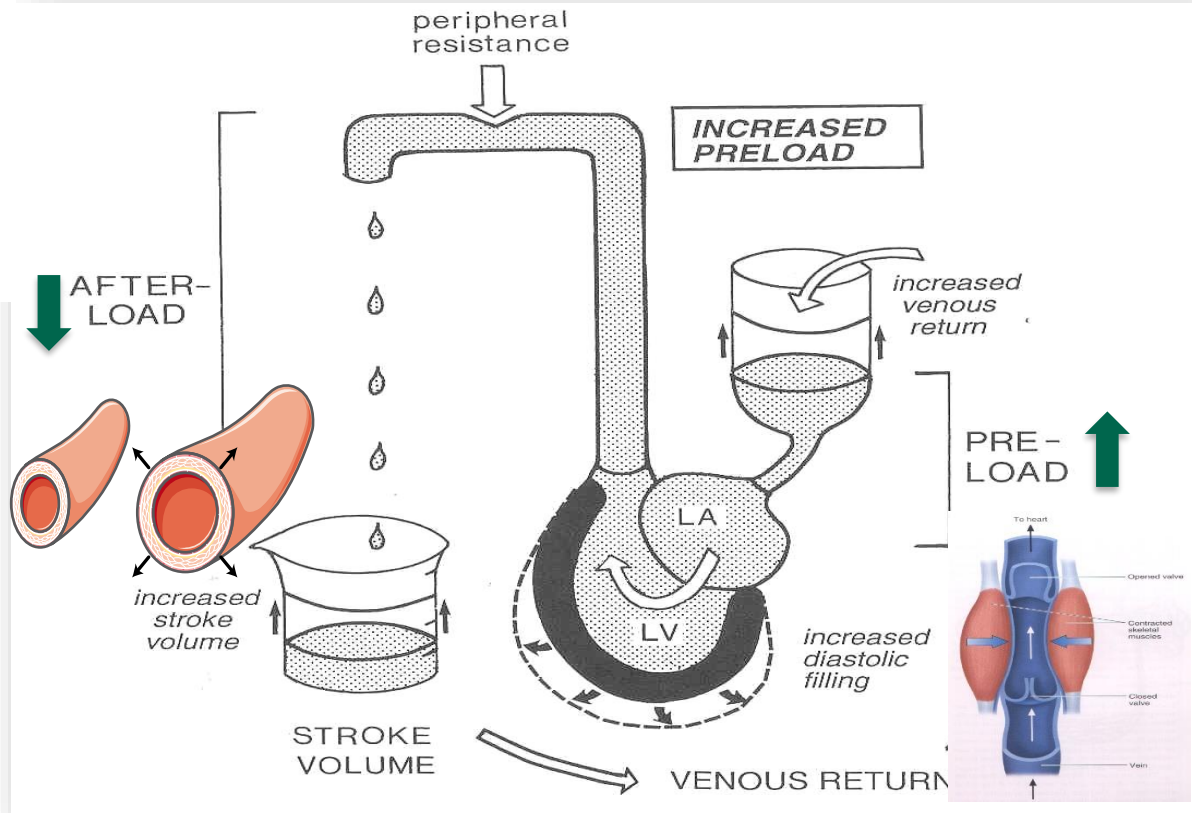


Demanda metabólica

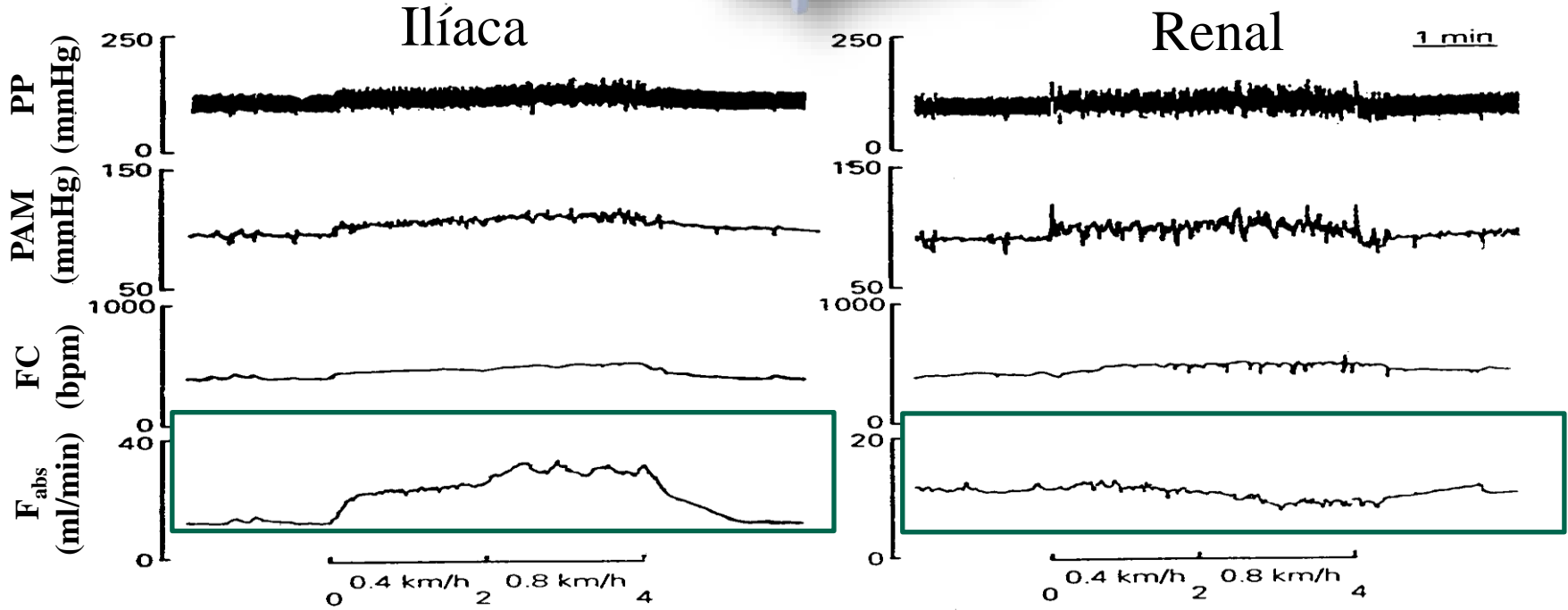
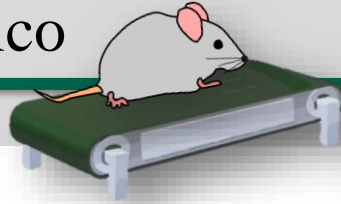


Aumento de fluxo para a musculatura em atividade

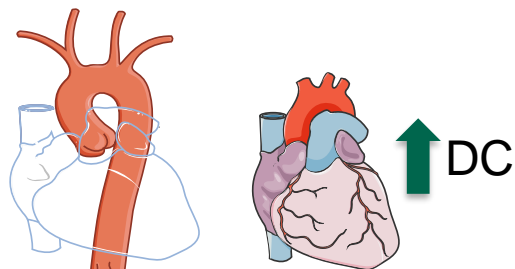
# Respostas cardiovasculares ao exercício aeróbico



# Fluxo sanguíneo muscular e renal durante o exercício físico dinâmico

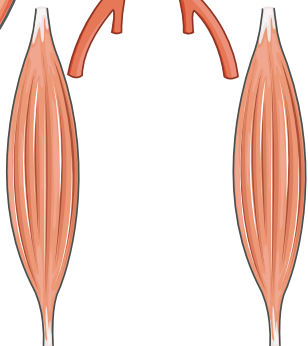
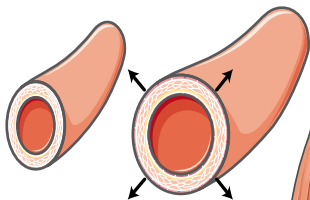


# Respostas cardiovasculares ao exercício aeróbico



↑ DC

↓ RVP



Sobrecarga de volume

↑ PA = ↑ DC x ↓ RVP

↑ FC

↑ VS

↑ Pré-carga

↓ Pós-carga

↑ Contratilidade

↑ Aumento do fluxo sanguíneo para musculatura em exercício

Ilustrações: Servier Medical art

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

# Tópicos

---

## ✓ Resposta cardiovascular ao exercício aeróbico (dinâmico)

- Efeito da duração e intensidade do exercício (**Vídeo 1**)
- Efeito da massa muscular envolvida

## ✓ Resposta cardiovascular ao exercício resistido (força) estático

- Efeito da duração e intensidade do exercício (**Vídeo 2**)
- Efeito da massa muscular envolvida

## ✓ Resposta cardiovascular ao exercício resistido (força) dinâmico

- Efeito da intensidade do exercício (**Vídeo 3**)
- Relação esforço : pausa
- Fadiga e medida da PA



aeróbico



resistido-estático  
isometria



resistido-dinâmico

# Prática

## Resposta cardiovascular ao exercício aeróbico (dinâmico)

✓ duração e intensidade do exercício

Voluntário: **FSL**, 51 anos 170 cm e 71,5 kg

✓ Exercício em ciclo ergômetro em carga submáxima

✓ Variáveis coletadas

✓ PAS, PAD----calcular a PAM –  $PAM = (PAS - PAD / 3) + PAD$

✓ FC

✓ Calcular o duplo produto –  $DP = PAS \times FC$

Situação 1: **Duração**- exercício físico realizado ao longo de 10 minutos (tempo 0- rep, 5 e 10 min)

Situação 2: **Intensidade** (carga 2 > que a da situação1) ao longo de 10 minutos



aeróbico



**Duração: variáveis ao longo do tempo-  
Intensidade (40%FC reserva)**

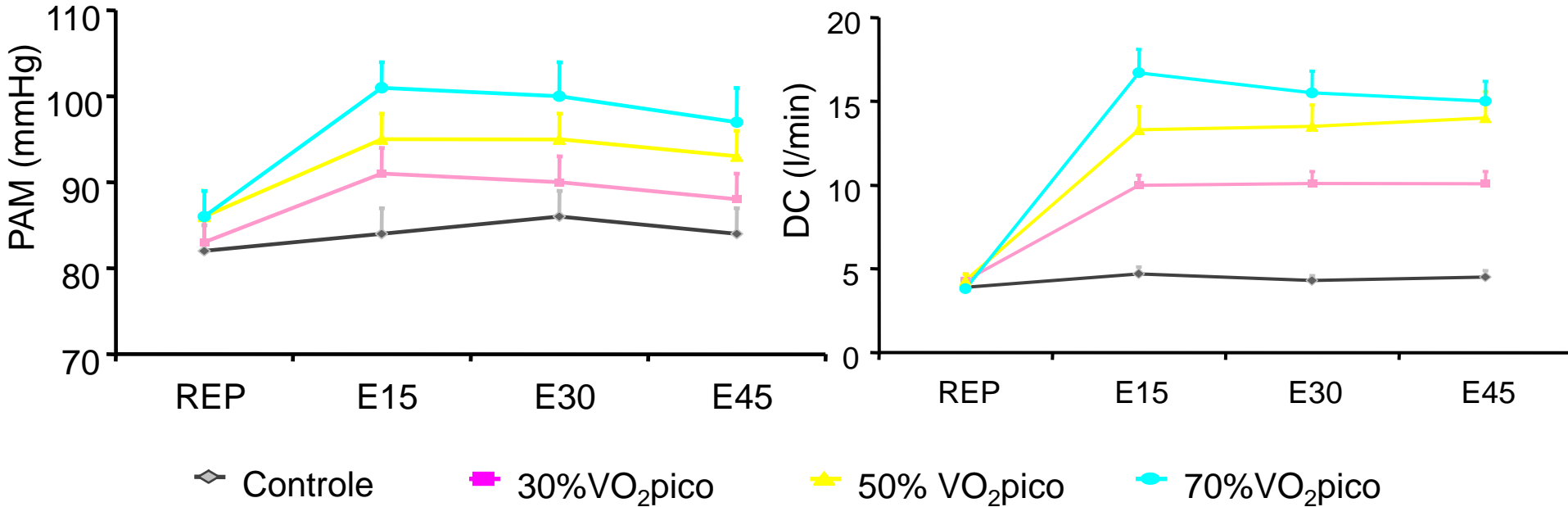
	<b>FC</b>	<b>PAS</b>	<b>PAD</b>	<b>PAM</b>	<b>DP</b>
Rep	62	100	70		
5 min	108	120	70		
10 min	107	120	70		

**Efeito Intensidade :**  
**variáveis intensidade 2 (60% FCr) vs 1(40%FCr)-- 5 min**

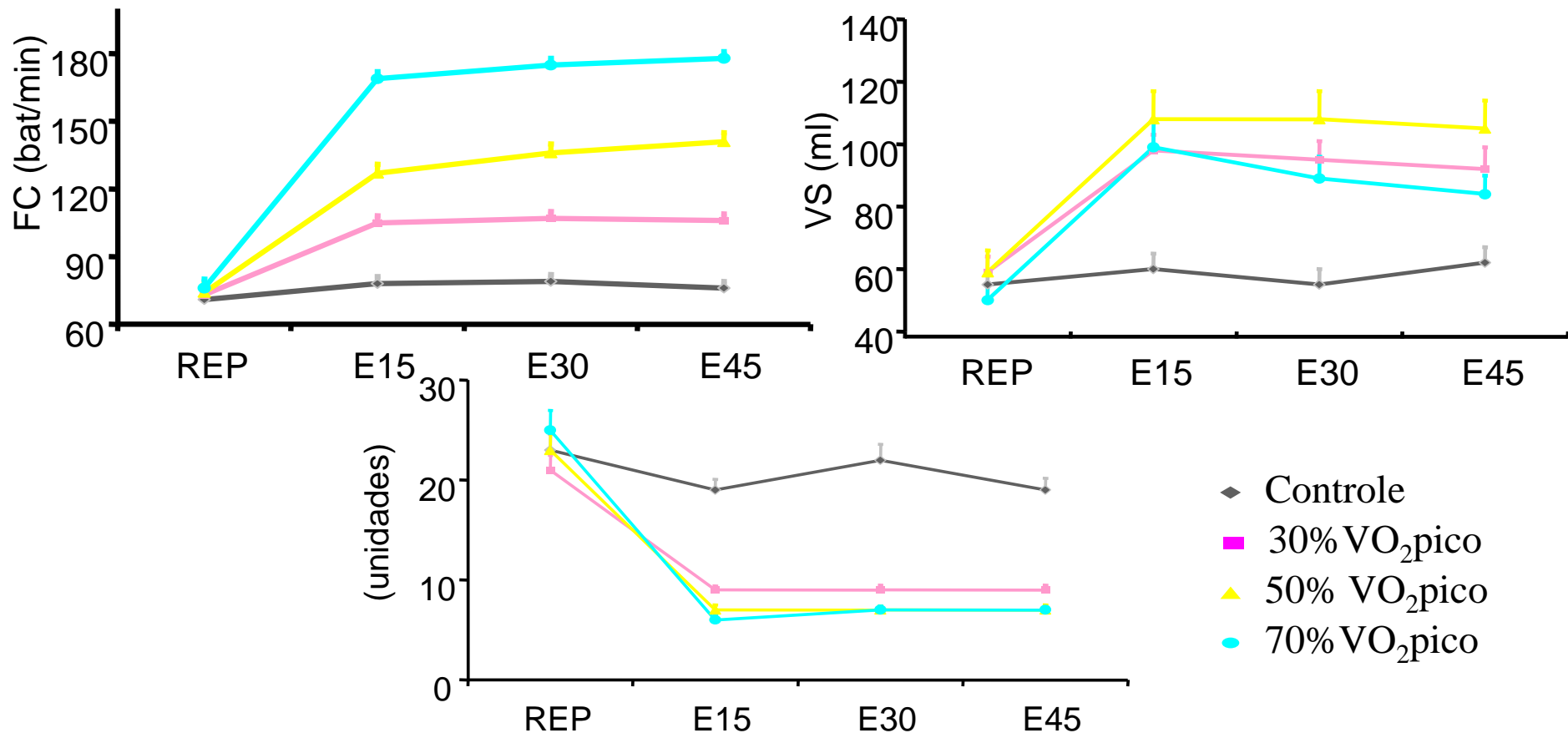
	<b>FC</b>	<b>PAS</b>	<b>PAD</b>	<b>PAM</b>	<b>DP</b>
Rep	62	100	70		
5 min Int 1	108	120	70		
5 min Int 2	128	130	70		

# Resposta cardiovascular ao exercício aeróbico (dinâmico) Submáximo (duração e intensidade)

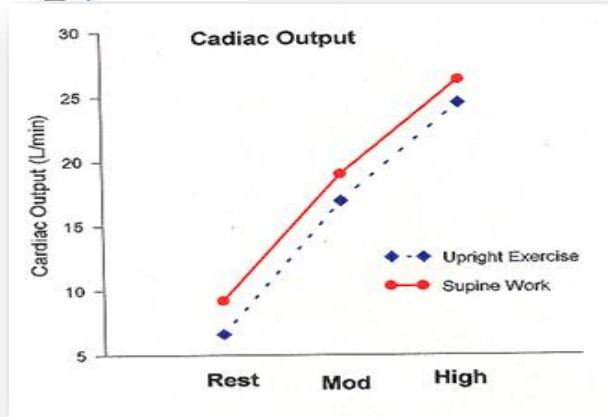
12 indivíduos jovens normotensos cicloergômetro



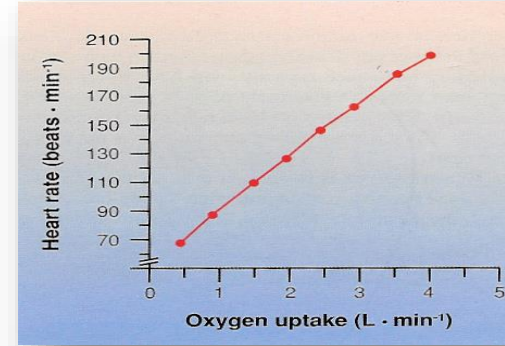
# Resposta cardiovascular ao exercício aeróbico (dinâmico) submáximo (duração e intensidade)



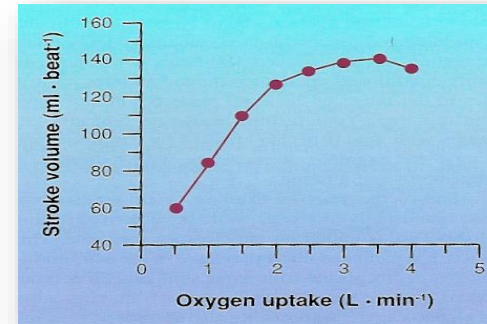
# Resposta cardiovascular ao exercício aeróbico (dinâmico) máximo



=



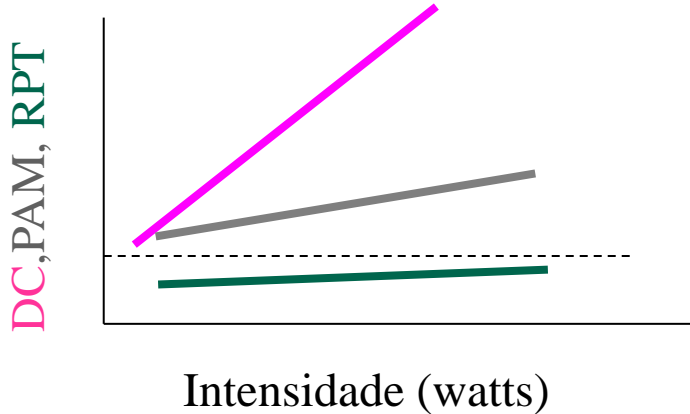
×



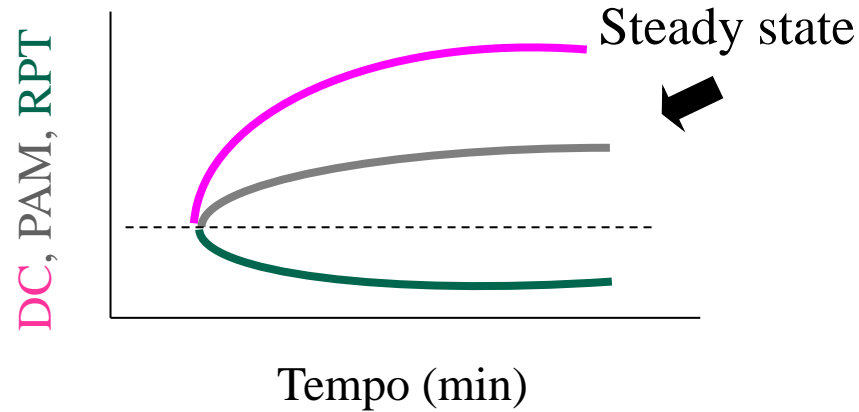
# Resposta cardiovascular ao exercício aeróbico (dinâmico) máximo



Exercício progressivo-máximo



Exercício prolongado

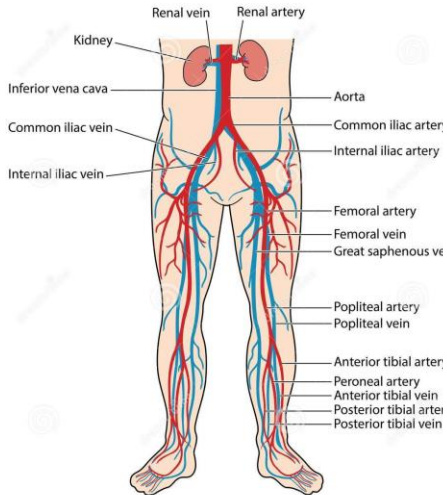


$$\uparrow \text{PA} = \uparrow \text{DC} \times \downarrow \text{RPT}$$

# Massa Muscular: Cicloergômetro 2 vs 1 perna

## Intensidade (carga 1)

	FC	PAS	PAD	PAM	DP
Rep	62	100	70		
2 pernas	108	120	70		
1 perna	130	140	80		



# Sumário

---

- ✓ As respostas cardiovasculares ao exercício dinâmico estão diretamente relacionadas a demanda metabólica do músculo esquelético;
- ✓ O exercício progressivo (até exaustão) e o exercício prolongado promovem aumento do DC e da PA, mas somente no exercício prolongado essas variáveis entram em “steady state”;
- ✓ As respostas de PA, FC, DC e VS são proporcionais à intensidade do exercício;
- ✓ Quanto a maior massa muscular envolvida no ex. dinâmico (mesma carga absoluta) menor o  $VO_2$ , e as respostas cardiovasculares.



**USP**  
Universidade de São Paulo

# Respostas cardiovasculares ao exercício aeróbico e força (resistido) estático e dinâmico

Profa. Dra. Patricia Chakur Brum  
*pcbrum@usp.br*



aeróbico



resistido-estático  
isometria



resistido-dinâmico



# Tópicos

---

## ✓ Resposta cardiovascular ao exercício aeróbico (dinâmico)

- Efeito da duração e intensidade do exercício (Vídeo 1)
- Efeito da massa muscular envolvida

## ✓ Resposta cardiovascular ao exercício resistido (força) estático

- Efeito da duração e intensidade do exercício (Vídeo 2)
- Efeito da massa muscular envolvida

## ✓ Resposta cardiovascular ao exercício resistido (força) dinâmico

- Efeito da intensidade do exercício (Vídeo 3)
- Relação esforço : pausa
- Fadiga e medida da PA



aeróbico



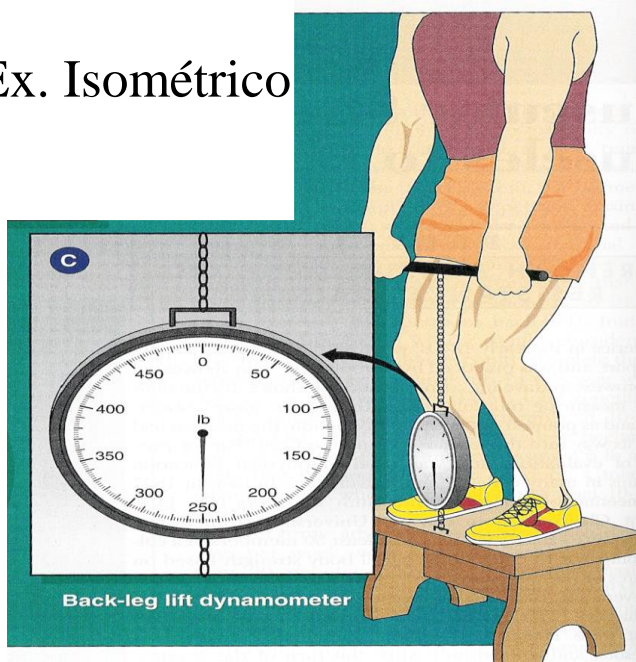
resistido-estático  
isometria



resistido-dinâmico

# Respostas cardiovasculares ao exercício resistido estático

Ex. Isométrico



Resposta pressórica desproporcional



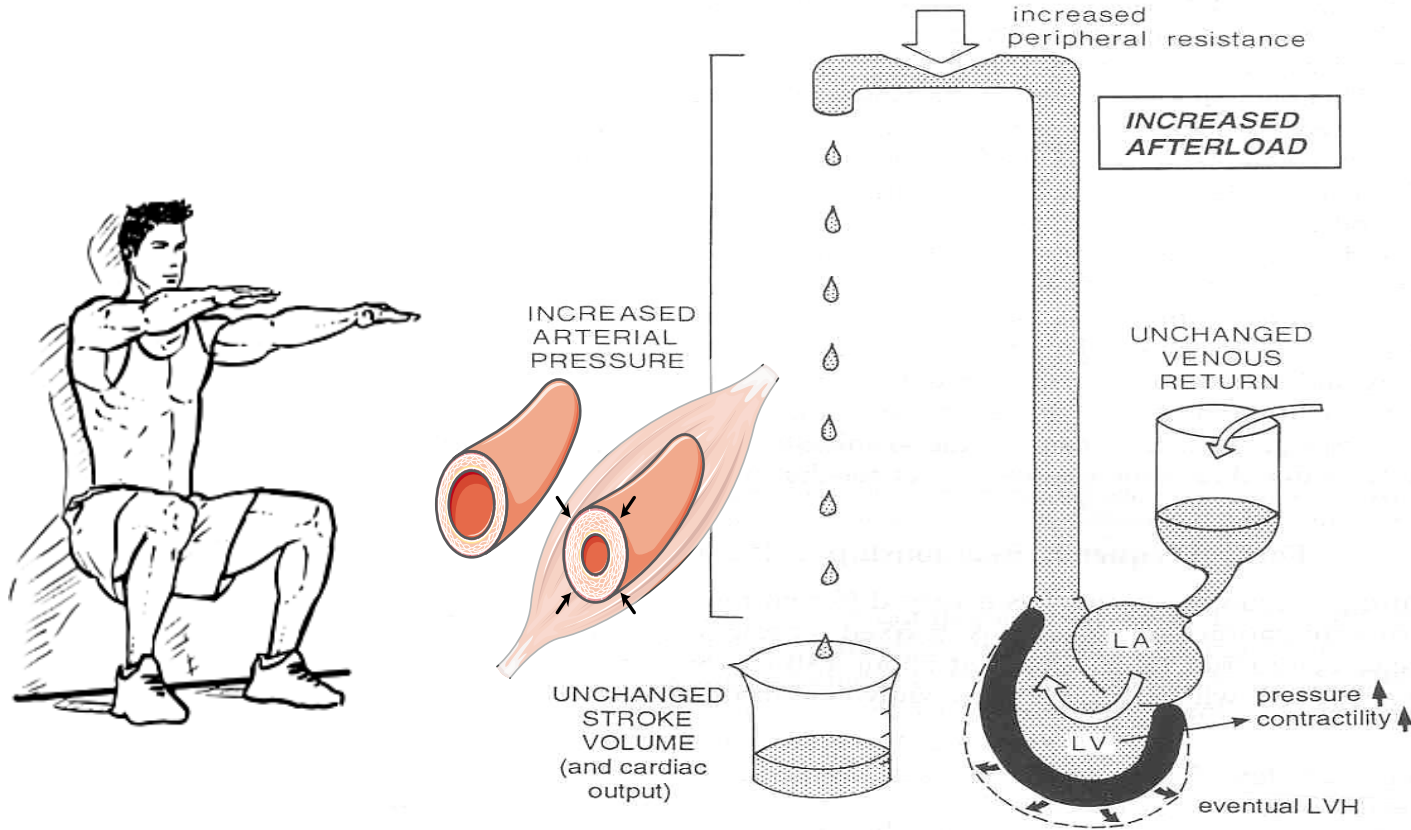
Demanda metabólica ( $VO_2$ )



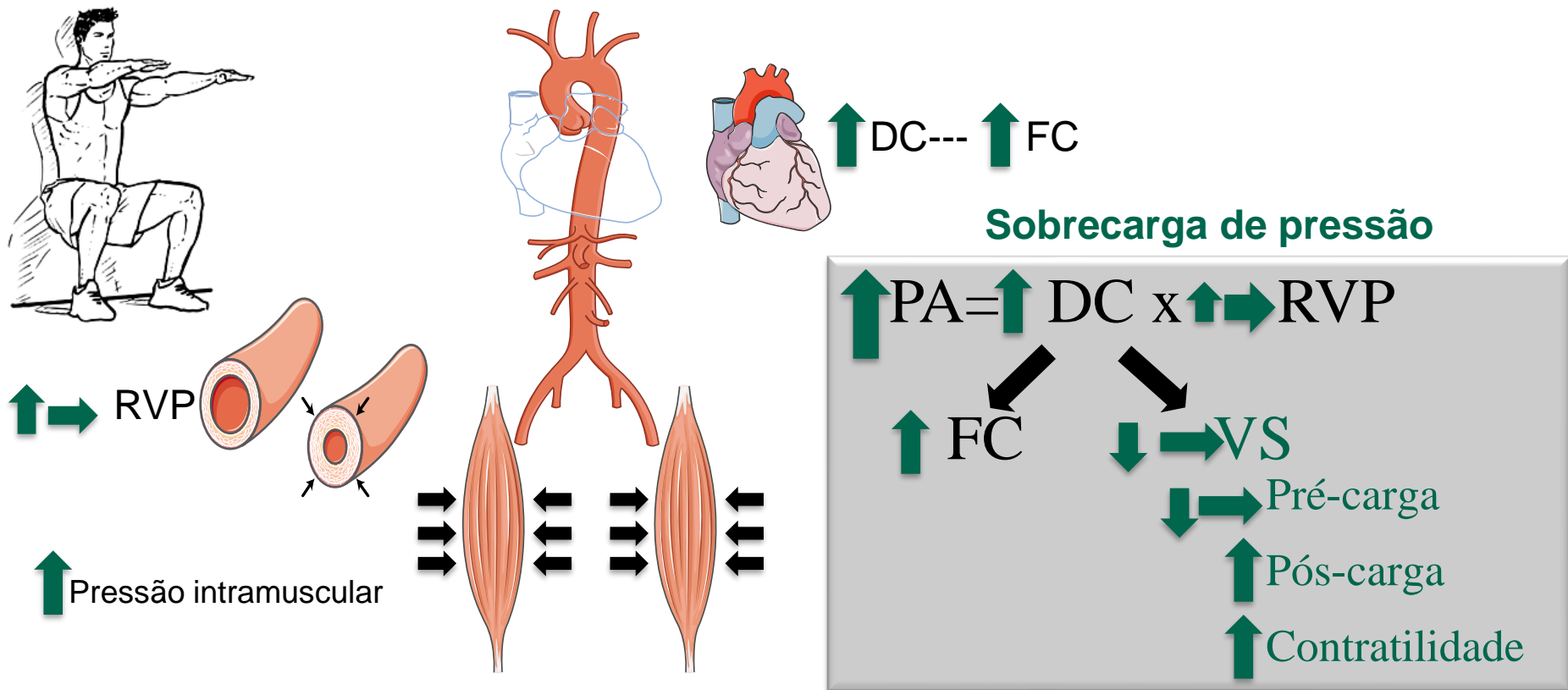
Aumento da pressão intramuscular

oclusão parcial ou total do  
fluxo para a musculatura

# Respostas cardiovasculares ao exercício estático



# Respostas cardiovasculares ao exercício resistido estático



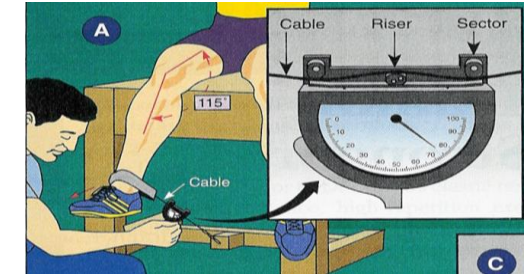
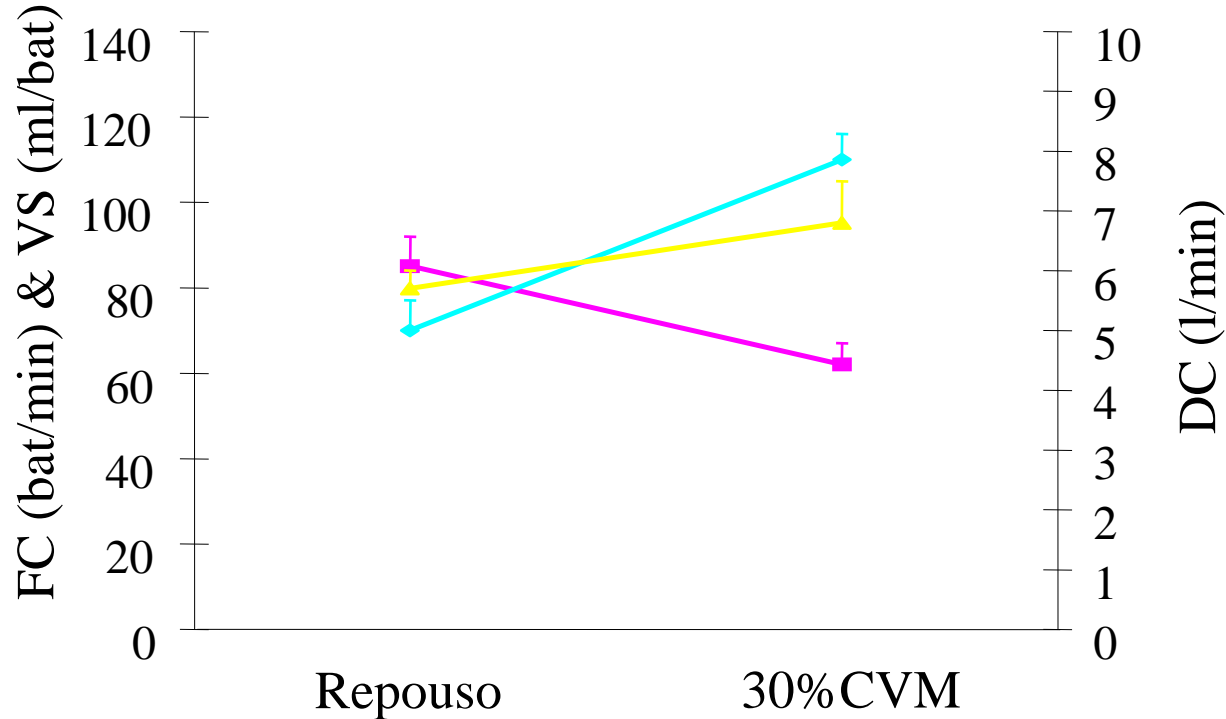
Ilustrações: Servier Medical art

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

# Respostas cardiovasculares ao exercício resistido estático

Indivíduos jovens - quadríceps - hemodinâmica

DC reinalação de CO<sub>2</sub> e catéter intra-arterial



# Prática

## Resposta cardiovascular ao exercício resistido (estático)

✓ duração e intensidade do exercício

Voluntário: **FSL**, 51 anos 170 cm e 71,5 kg

✓ Exercício extensão de pernas

✓ Variáveis coletadas

✓ PAS, PAD----calcular a PAM –  $PAM = (PAS - PAD / 3) + PAD$

✓ FC

✓ Calcular o duplo produto –  $DP = PAS \times FC$



Situação 1: **Duração**- exercício físico realizado ao longo de 90 segundos (coleta a cada 30")

Situação 2: **Intensidade** (carga 2 > que a da situação1) ao longo de 90 segundos

## **Duração: variáveis ao longo do tempo**

**20 kg**

	<b>FC</b>	<b>PAS</b>	<b>PAD</b>	<b>PAM</b>	<b>DP</b>
Rep	62	100	70		
60 seg	101	130	80		
90 seg	111	140	90		

## **Efeito Intensidade :**

**variáveis intensidade 2 (30 kg) vs 1(20kg)**

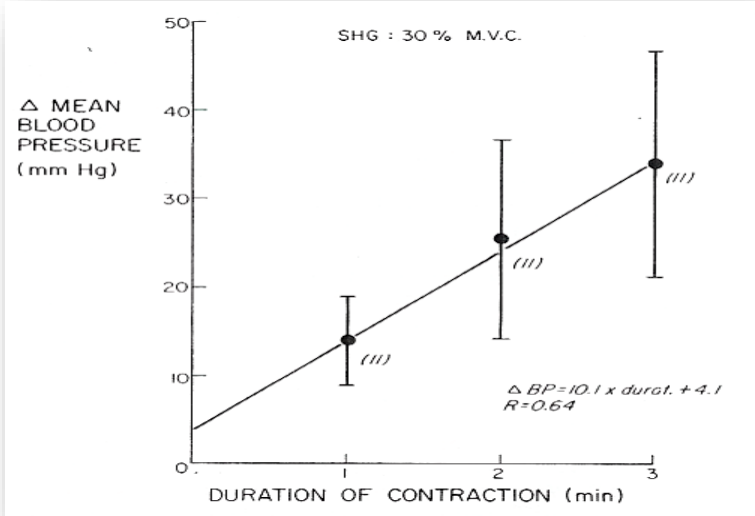
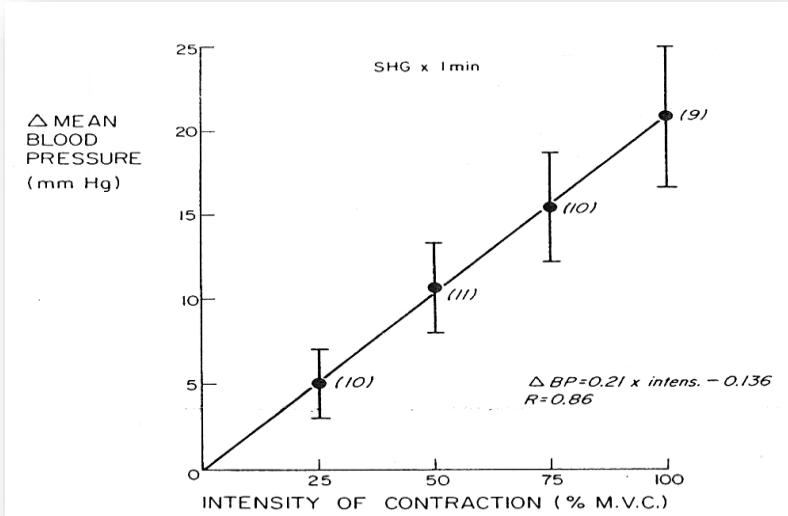
	<b>FC</b>	<b>PAS</b>	<b>PAD</b>	<b>PAM</b>	<b>DP</b>
Rep	62	100	70		
90 seg Int 1	111	140	90		
90 seg Int 2	118	145	100		

# Resposta cardiovascular ao exercício resistido (estático) (duração e intensidade)



Indivíduos jovens – Musculatura do antebraço

Avaliação da resposta da PA

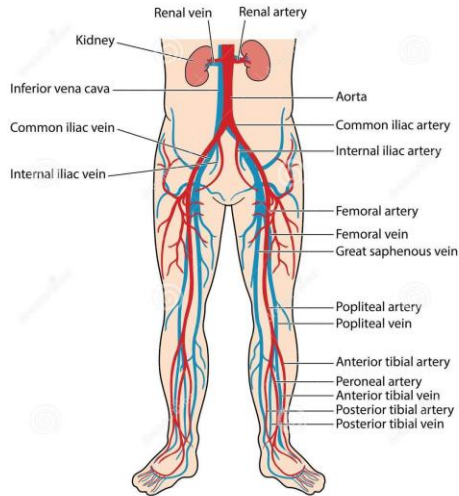




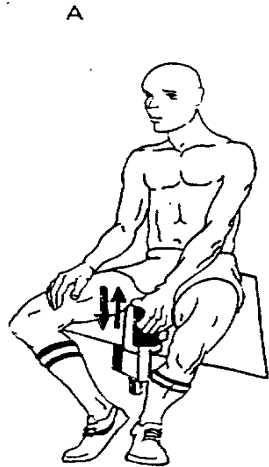
# Massa Muscular: Cicloergômetro 2 vs 1 perna

## Intensidade (carga 1)

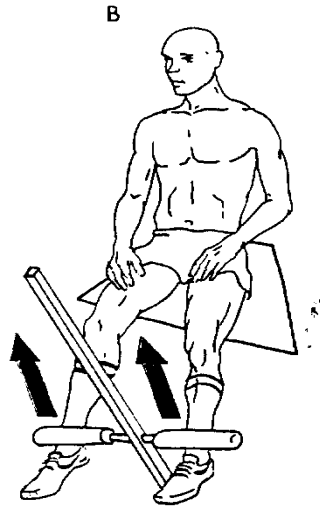
	FC	PAS	PAD	PAM	DP
Rep	62	100	70		
2 pernas	111	140	90		
1 perna	102	130	80		



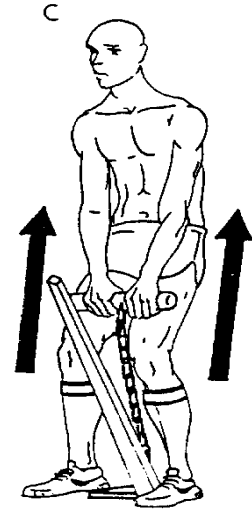
# Resposta cardiovascular ao exercício resistido (estático) (massa muscular)



Handgrip  
(Antebraço)



Extensão de pernas  
(Pernas)

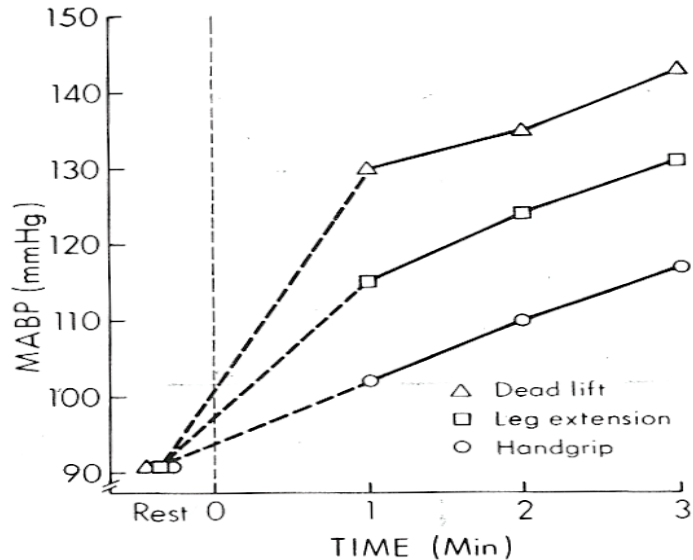


Levantamento terra  
(Pernas + Braços)

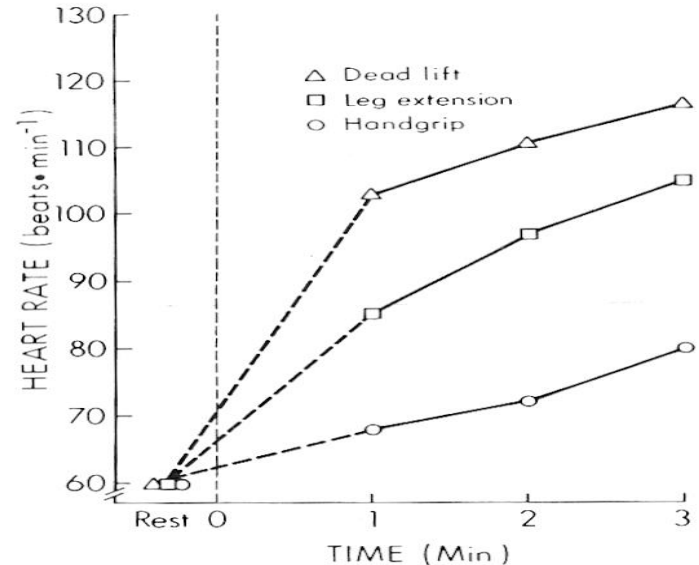
# Resposta cardiovascular ao exercício resistido (estático) (massa muscular)

12 jovens, 3 minutos, 30% Contração Voluntária Máxima

## Pressão Arterial Média



## Frequência Cardíaca



Seals et al. *JAP* 54: 434-7, 1983.

# Sumário

---

- ✓ A resposta pressórica ao exercício estático é desproporcional à demanda metabólica do músculo esquelético
- ✓ O aumento da PA é proporcional a intensidade e duração do exercício;
- ✓ Quanto maior a massa muscular envolvida no ex. estático (mesmo % CVM), maiores serão as respostas cardiovasculares, maior será o aumento da atividade simpática.



**USP**  
Universidade de São Paulo

# Respostas cardiovasculares ao exercício aeróbico e força (resistido) estático e dinâmico

Profa. Dra. Patricia Chakur Brum  
*pcbrum@usp.br*



aeróbico



resistido-estático  
isometria



resistido-dinâmico

# Tópicos

---

## ✓ Resposta cardiovascular ao exercício aeróbico (dinâmico)

- Efeito da duração e intensidade do exercício (Vídeo 1)
- Efeito da massa muscular envolvida

## ✓ Resposta cardiovascular ao exercício resistido (força) estático

- Efeito da duração e intensidade do exercício (Vídeo 2)
- Efeito da massa muscular envolvida

## ✓ Resposta cardiovascular ao exercício resistido (força) dinâmico

- Efeito da intensidade do exercício (Vídeo 3)
- Relação esforço : pausa
- Fadiga e medida da PA



aeróbico



resistido-estático  
isometria



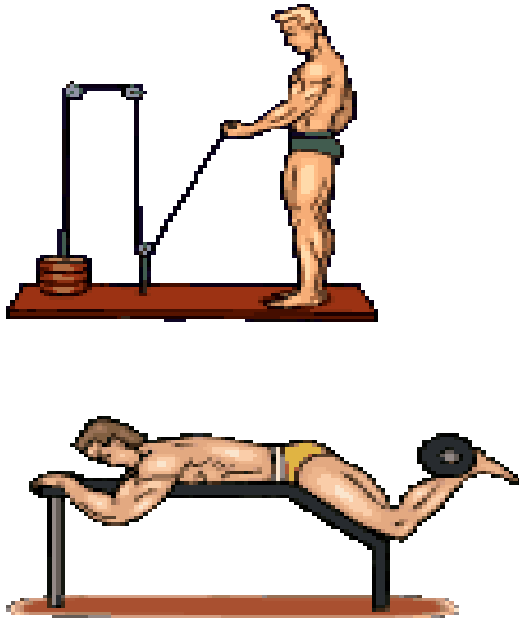
resistido-dinâmico

# Respostas cardiovasculares ao exercício

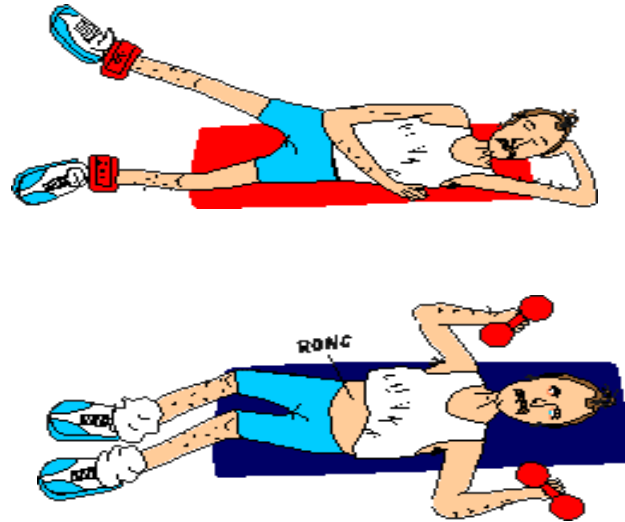
## Força (resistido) dinâmico

---

Alta Intensidade



Baixa Intensidade



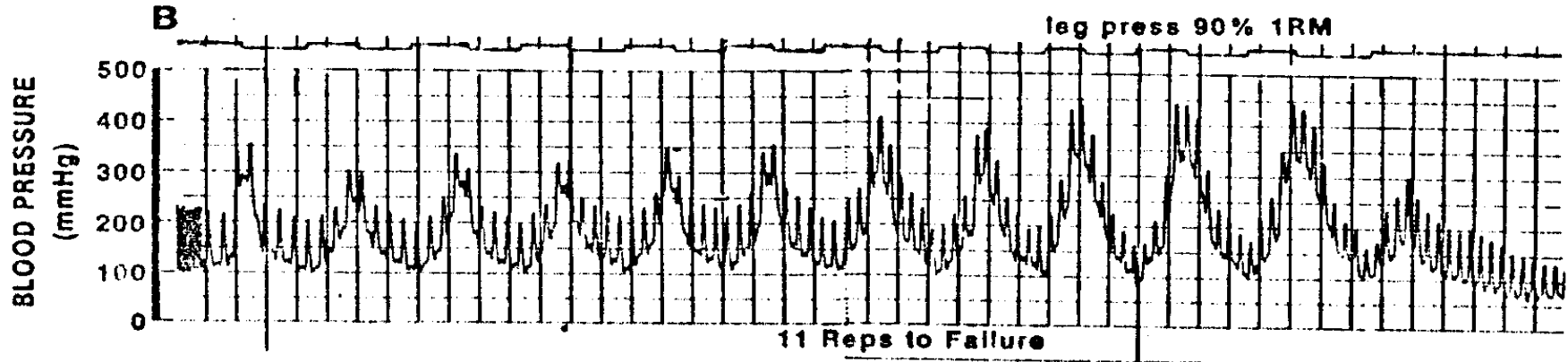
# Respostas cardiovasculares ao exercício

## Força (resistido) dinâmico



Fisiculturistas experientes (22-28 anos)

Pressão intra-arterial ao longo da série

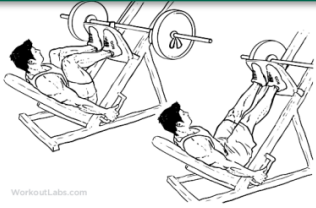


Leg Press Duplo, 90% 1 RM, até a falha concêntrica



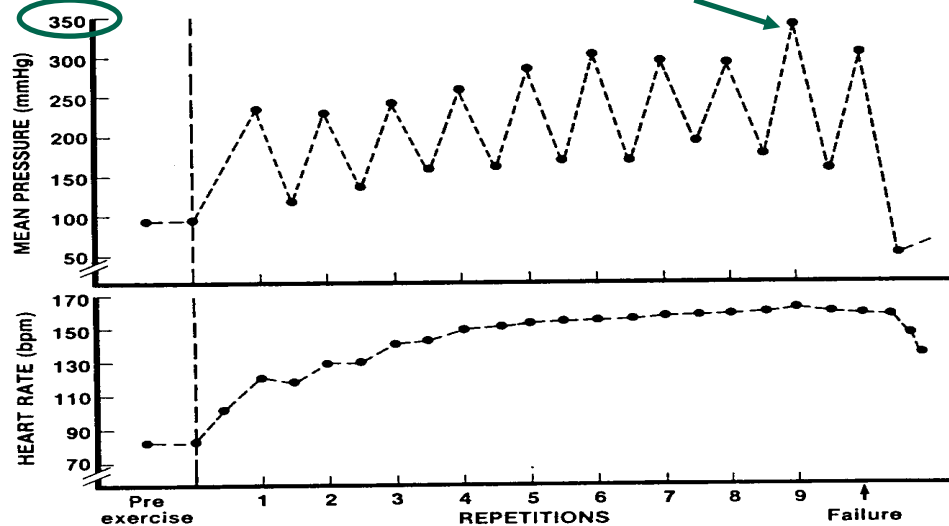
# Respostas cardiovasculares ao exercício

## Força (resistido) dinâmico



Fisiculturistas experientes (22-28 anos)

### Pressão intra-arterial ao longo da série



Aumento médio:  
320/250 mmHg

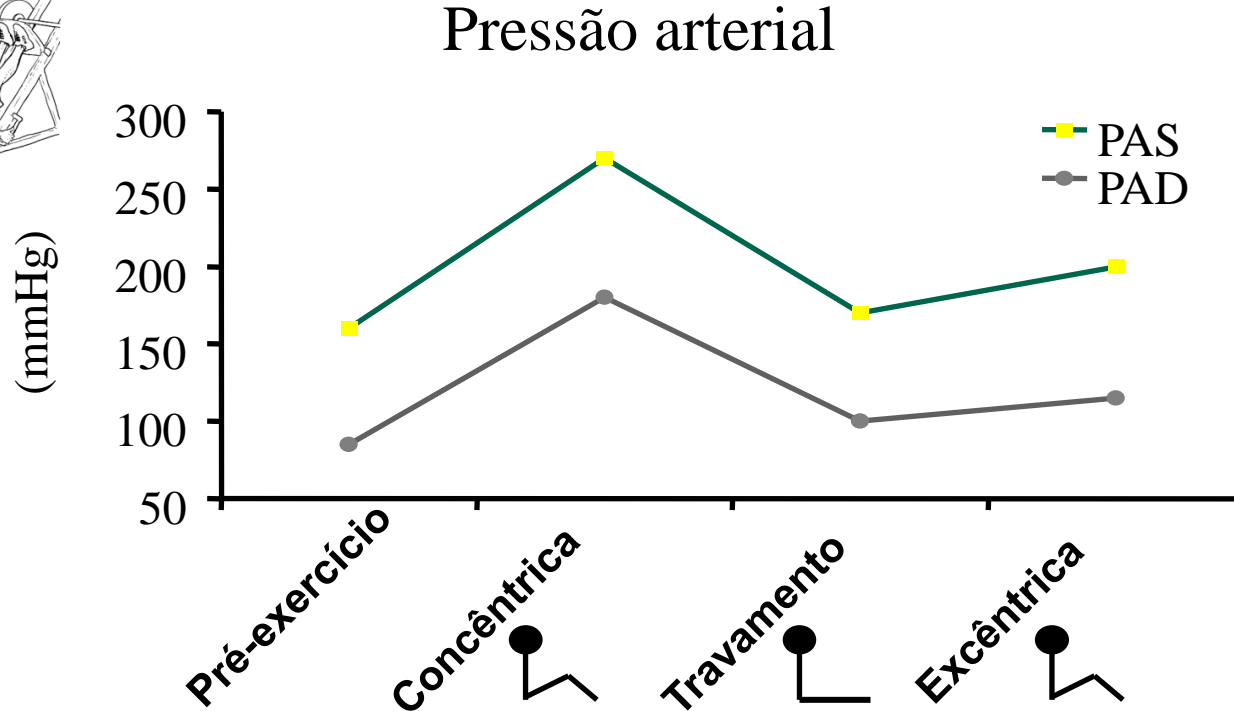
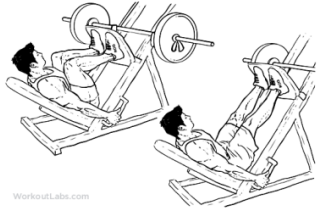
Maior Aumento:  
480/350 mmHg

**Leg Press Duplo, 90% 1 RM, até a falha concêntrica**

Adaptado de MacDougall. *JAP*. 58:785-90, 1985.

# Respostas cardiovasculares ao exercício

## Força (resistido) dinâmico

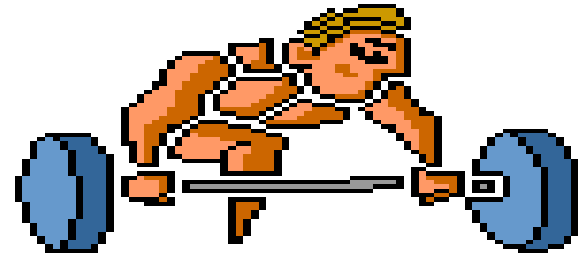
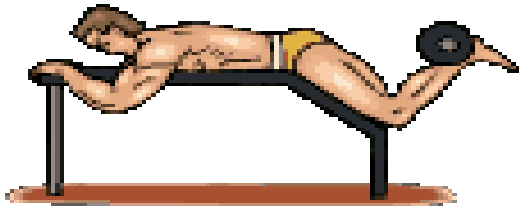
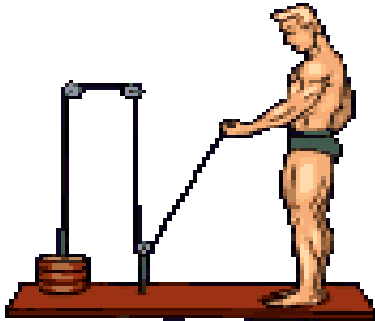


# Respostas cardiovasculares ao exercício

## Força (resistido) dinâmico

---

Efeitos agudos dessas respostas...  
Há riscos???



# Respostas cardiovasculares ao exercício

## Força (resistido) dinâmico

---

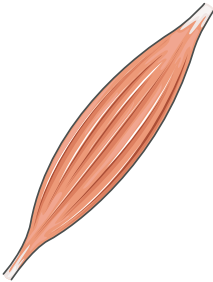
### Fatores de Influência

Atingir a fadiga

Intensidade

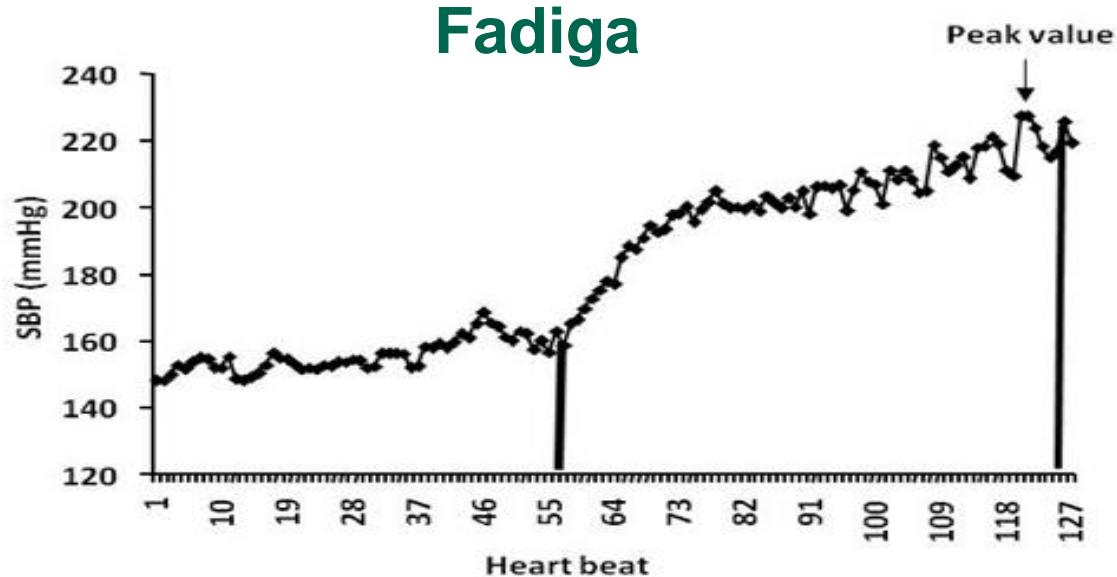
Massa Muscular

Medida da PA



# Respostas cardiovasculares ao exercício

## Força (resistido) dinâmico



**Hipertenso** - Extensão de pernas - 40% 1RM até fadiga concêntrica

# Respostas cardiovasculares ao exercício

## Força (resistido) dinâmico

### Intensidade e relação esforço:pausa

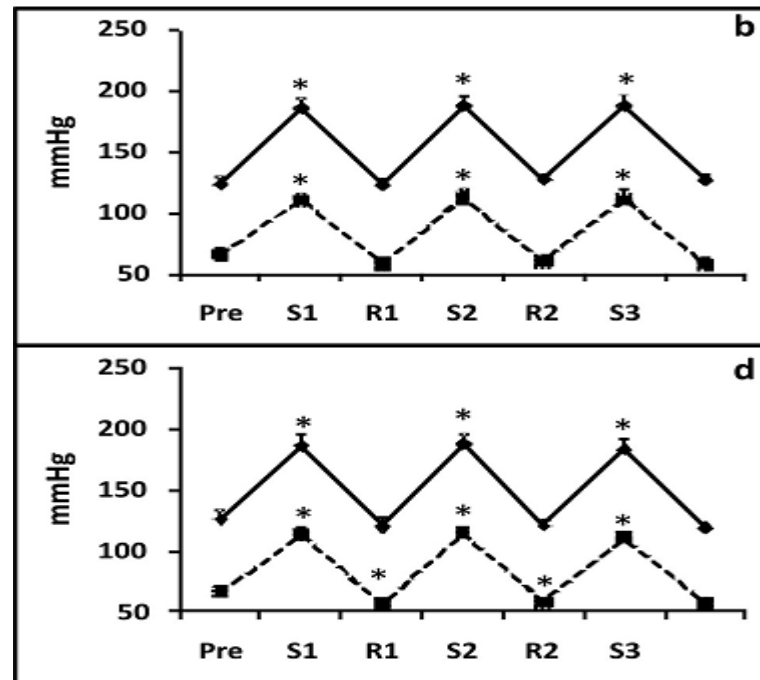
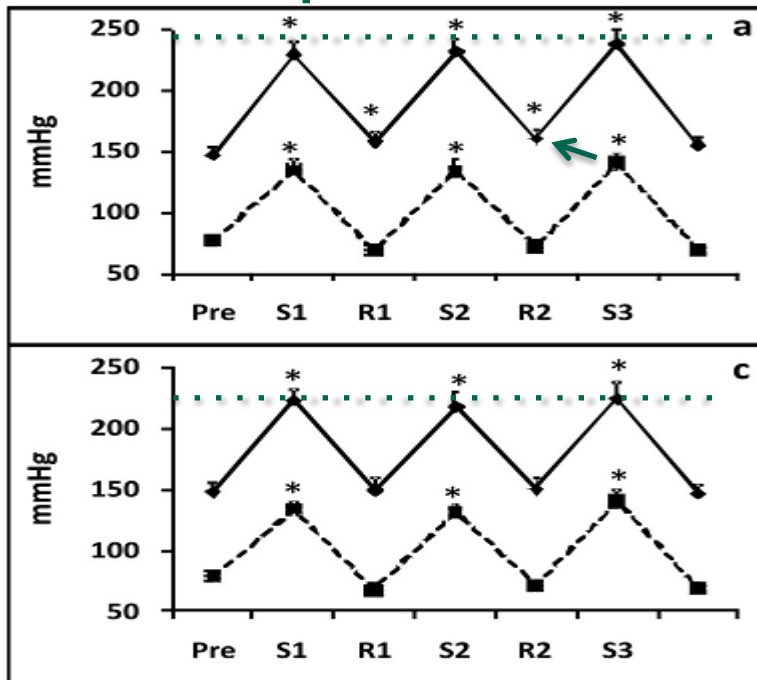
#### Hipertenso

#### Normotenso



40% 1RM

80% 1RM

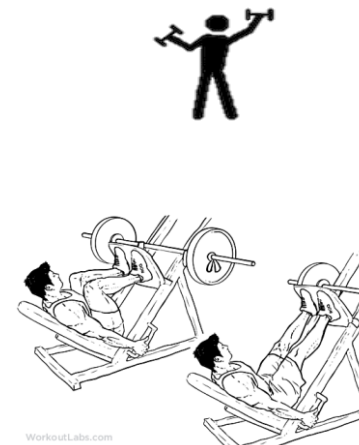
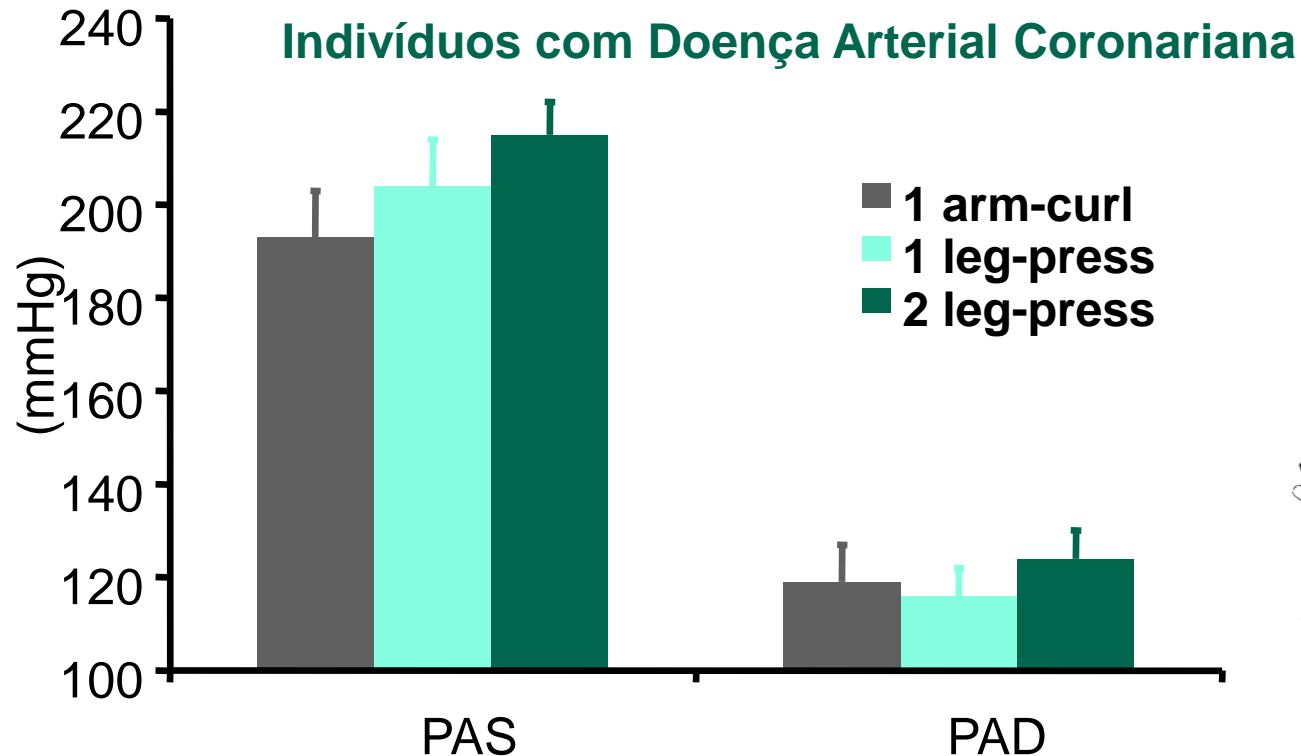


—PAS ---PAD S- Série R-Recuperação (pausa)

# Respostas cardiovasculares ao exercício

## Força (resistido) dinâmico

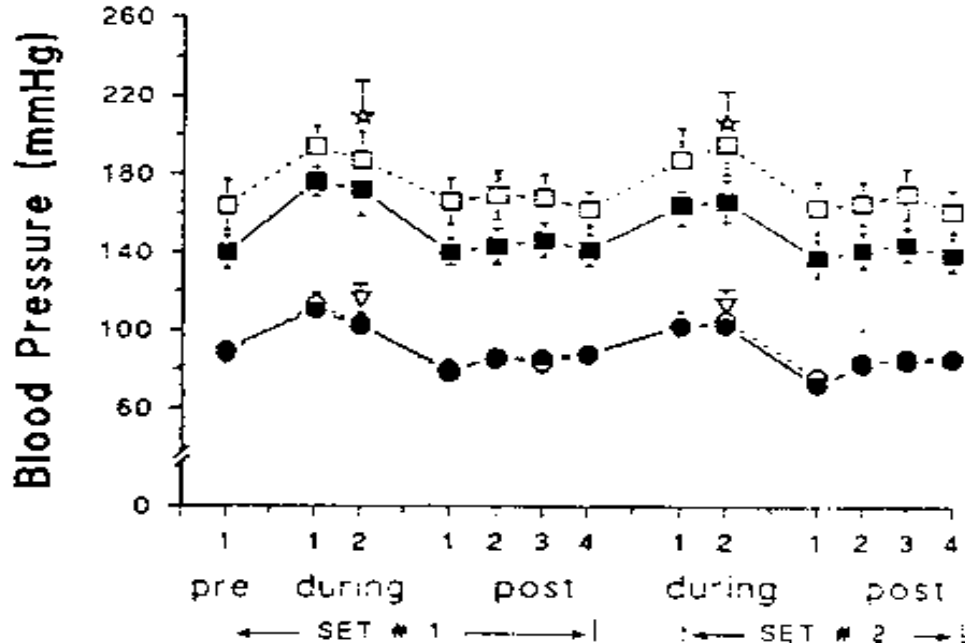
### Massa muscular



# Respostas cardiovasculares ao exercício

## Força (resistido) dinâmico

### Medida da PA



□ Intra-arterial

■ Indireta

Medida no membro inativo durante exercício  
subestima - 13 a 15%

Medida após exercício  
subestima - 31 a 34%



# Sumário

---

- ✓ O exercício de força dinâmico promove um grande aumento de PA durante a execução do movimento – Maior aumento: fase concêntrica;
- ✓ Há riscos para hipertensos, uma vez que o aumento de PA é maior do que em normotensos e o retorno da PA para os níveis normais no descanso não ocorre nos mesmos;
- ✓ Independente da intensidade, se o exercício for realizado até a fadiga concêntrica o aumento de PA é o mesmo, atingindo seu pico;
- ✓ Quanto maior a massa muscular envolvida, maior é a resposta de aumento da PA.



aeróbio

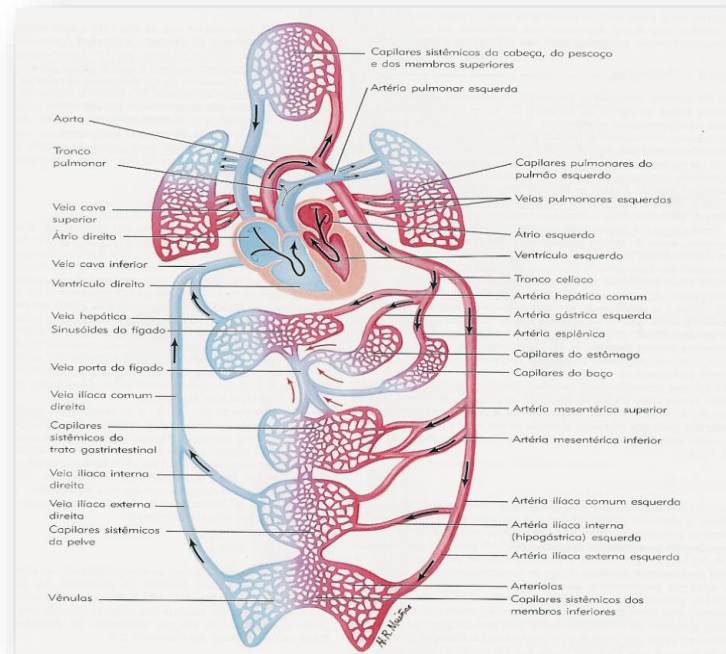


resistido-estático  
isometria



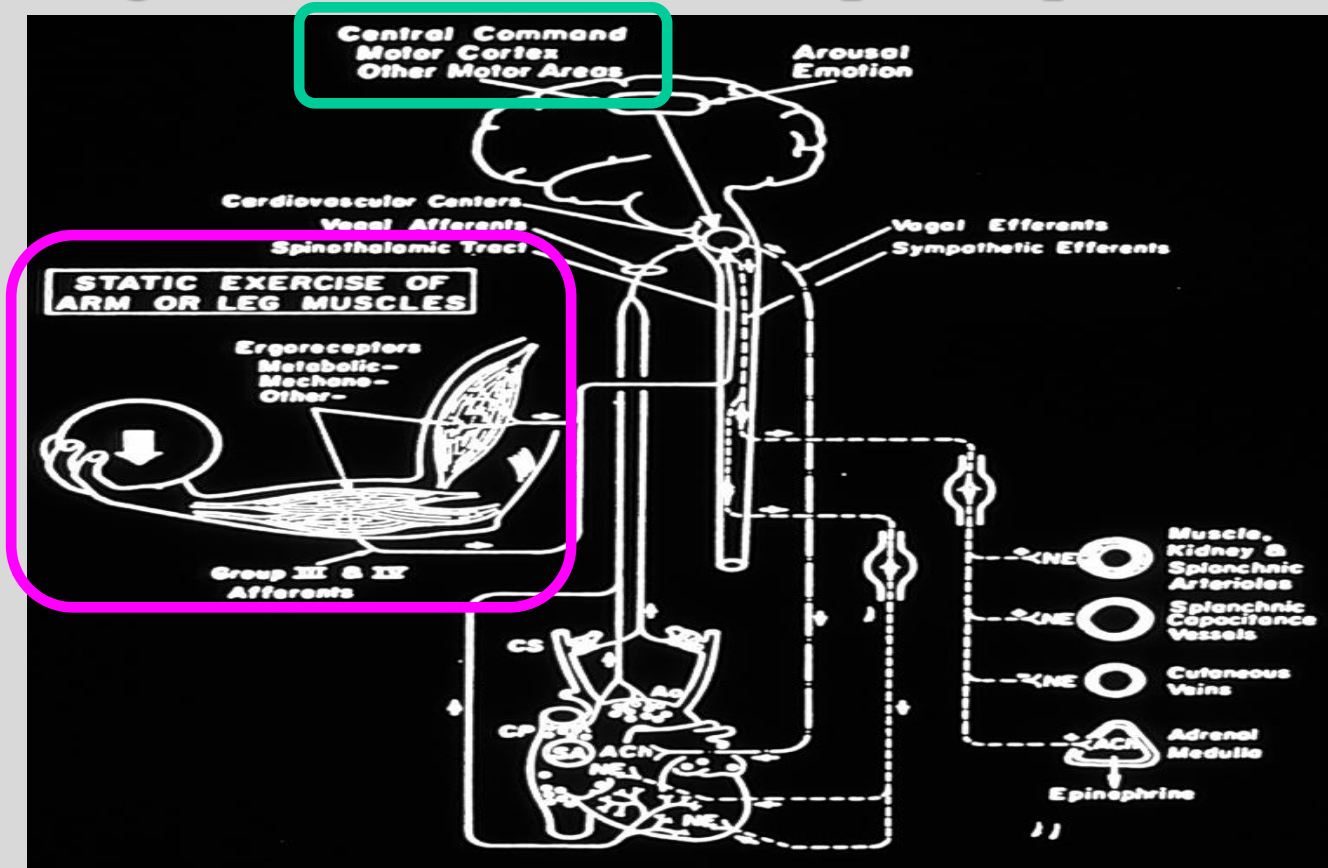
resistido-dinâmico

## Obrigada pela atenção





# Regulação neural da resposta pressora



# Regulação neural da resposta pressora

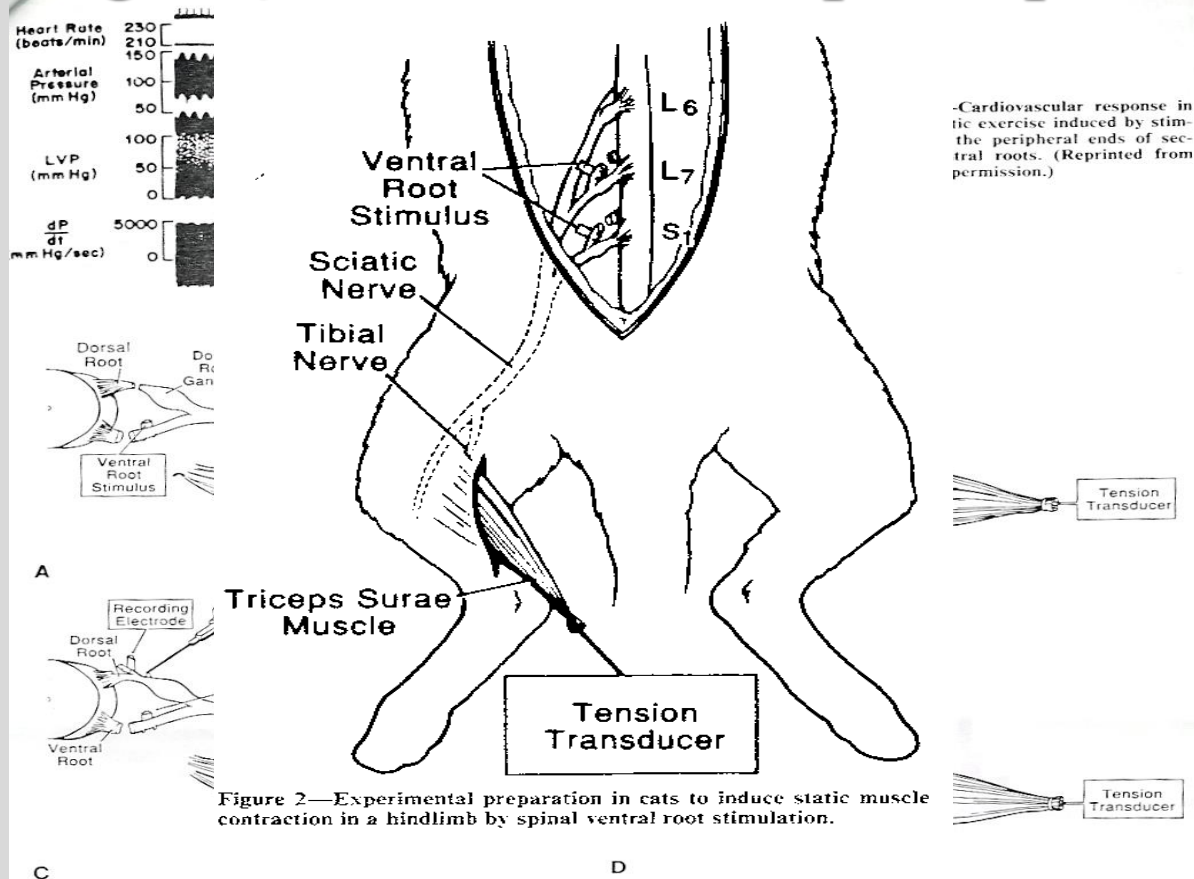
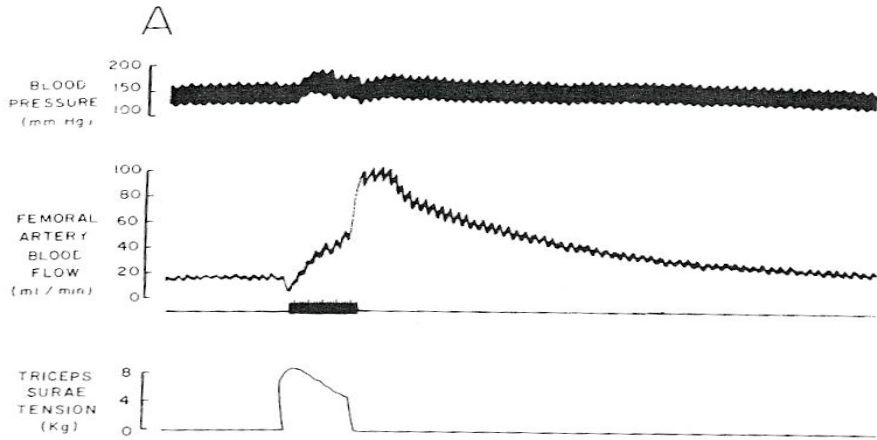
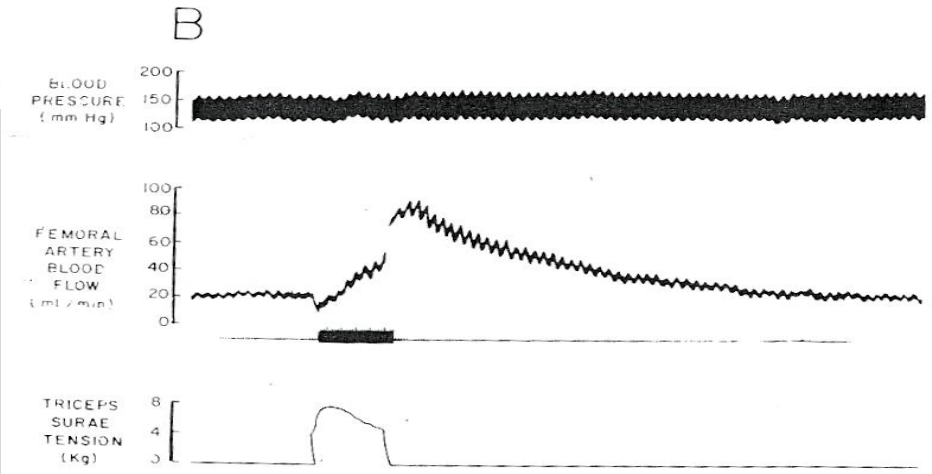


Figure 2—Experimental preparation in cats to induce static muscle contraction in a hindlimb by spinal ventral root stimulation.

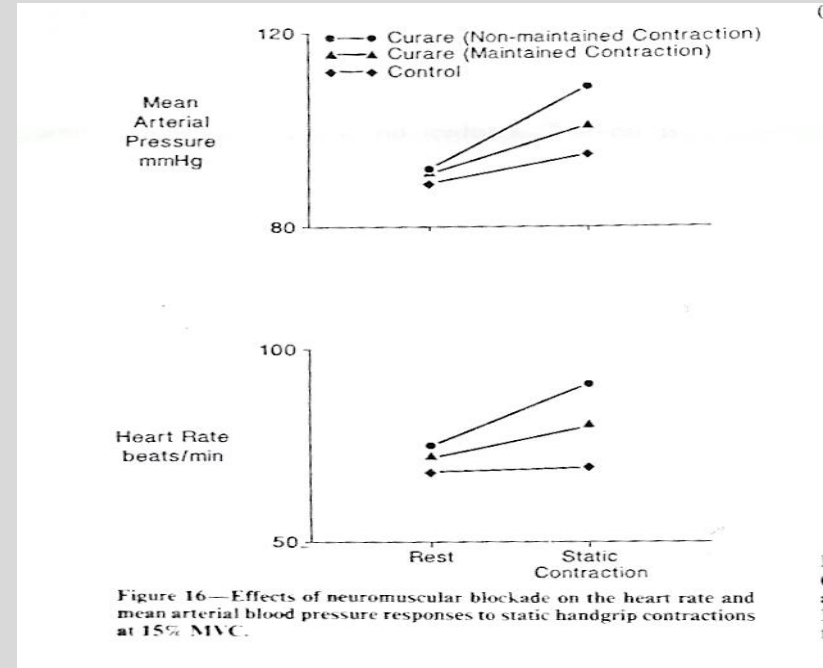
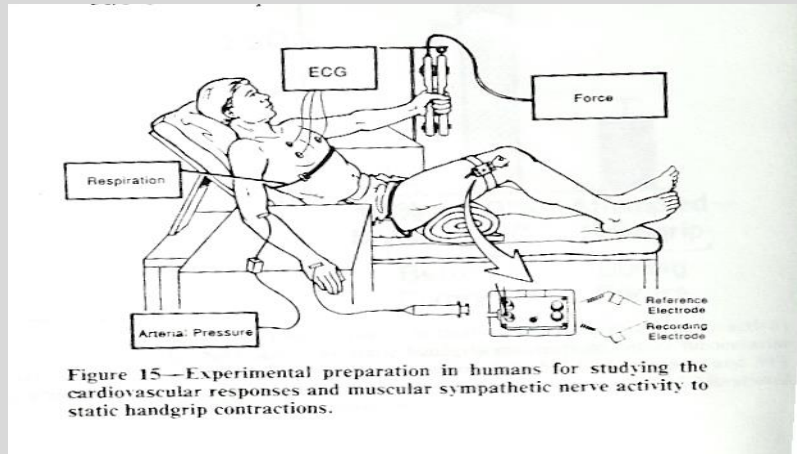
# Resposta pressora pré e pós secção da raiz dorsal



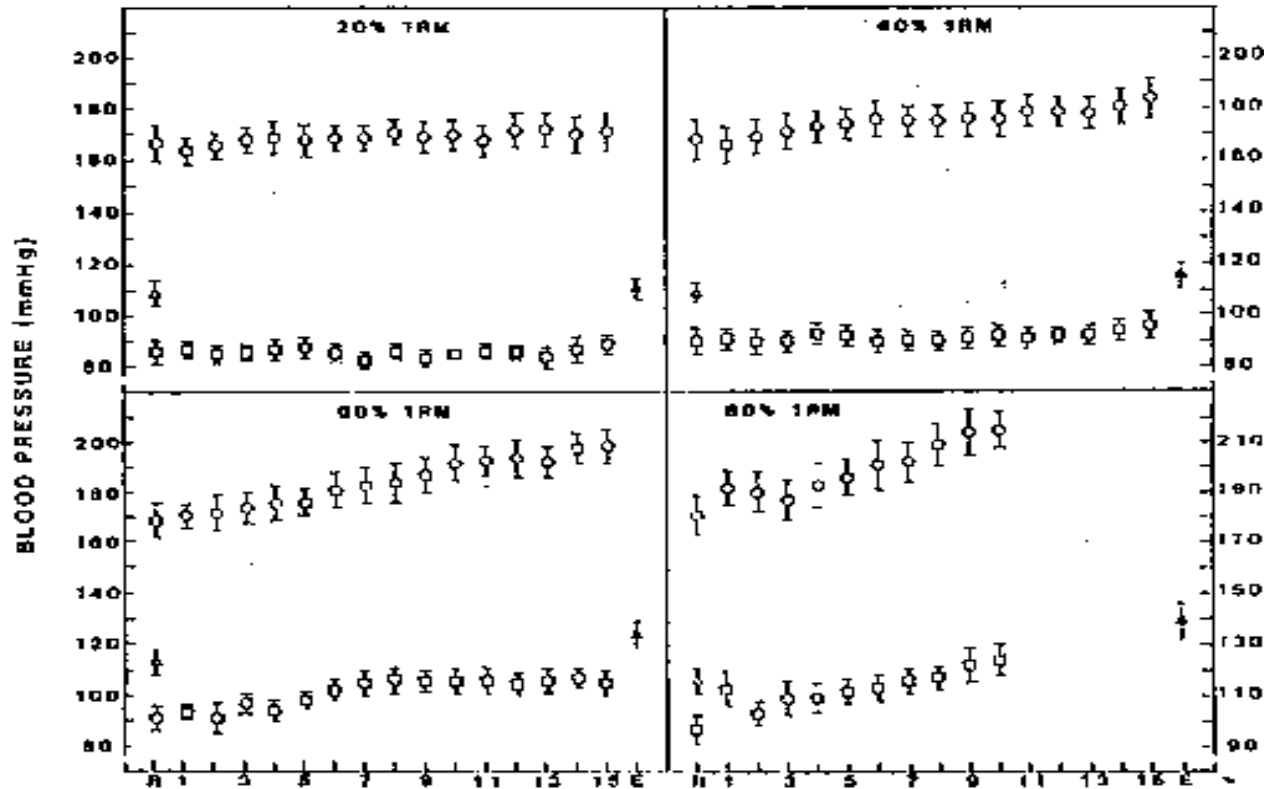
Gato anestesiado



# Resposta pressora- comando central



# Intensidade

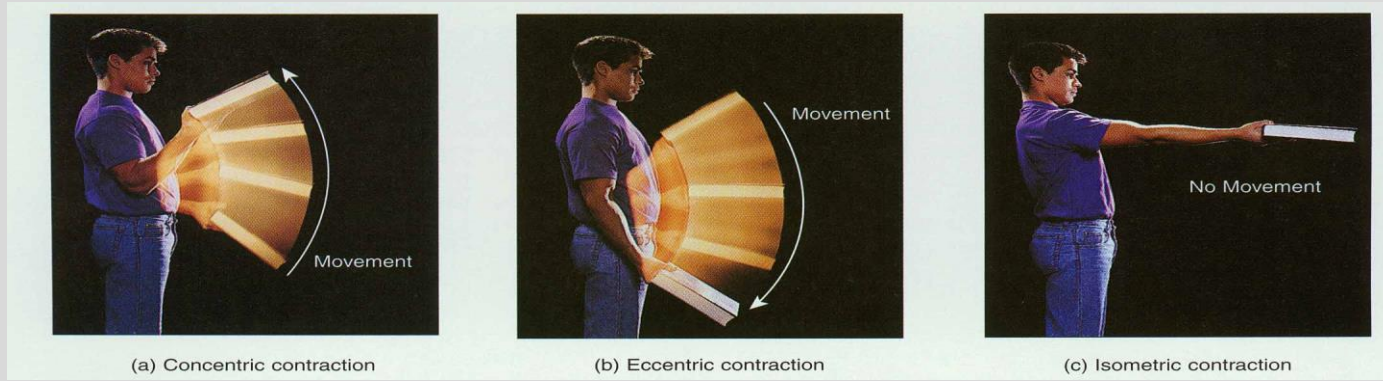


**DAC**  
**Leg-press**  
**duplo**



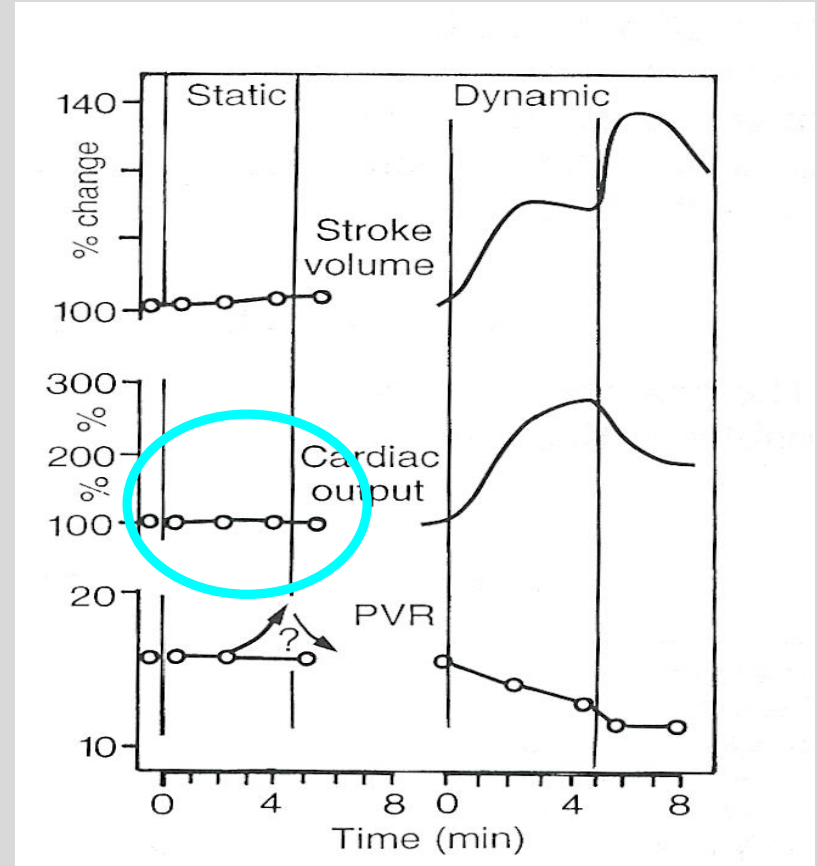
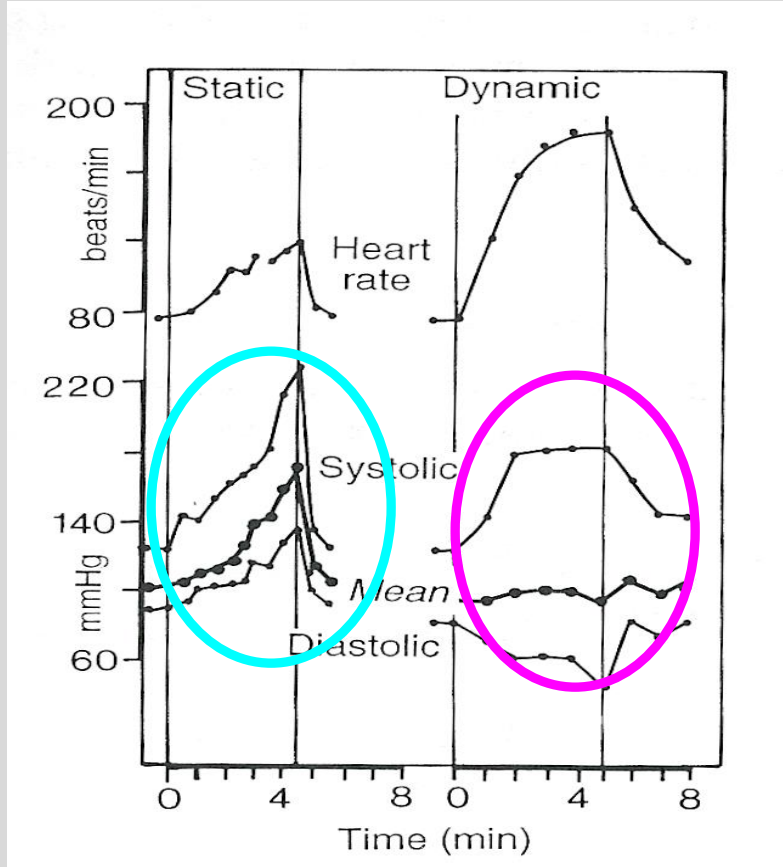
<b>Autor</b>	<b>Amostra</b>	<b>Exercício</b>	<b>Medida da PA</b>	<b>Resposta Máxima</b>
Lamote et al., 2005	DAC	40 e 70% 1RM	Finapress	PAS=213±25
Haslam et al., 1988	DAC	20,40,60, 80% 1RM	Intraarterial	PAS=215±7 PAD=124±6
Wiecek et al., 1990	DAC	40,60% 1RM	Intraarterial	PAS=249±16 PAD=152±12
Olivier et al.,2001	Transp	50% 1RM	Intraarterial	PAS=180±14 PAD=116±7
Wescott e Howes, 1983	Jovens Idosos	10rep – 10RM, 10RM-2kg, 10RM-4,5 kg	Auscultatorio	PAS = 165±5 PAD =75±3
Freedson et al., 1984	Saud	25 e 50% 1RM	Intraarterial	PAS=245±14 PAD=160±10
MacDougall et al., 1985	Atletas	95% 1RM	Intraarterial	PAS=320 PAD=250
Harris e Holly, 1987	HT	40% 1RM	Auscultatório pós	PAS=155±12 PAD=87±11
McCartney et al., 1993	Saud	60 e 80% 1RM	Intraarterial	PAS=260±9 PAD=175±12
Fleck and Dean, 1987	Atletas Novatos Controle	90,80,70,50% 1RM	Intraarterial	PAS=±190 PAD=±150
Sale et al., 1994	Saud	50,70,80,85,87.5% RM	Intraarterial	PAS=360 PAD=234

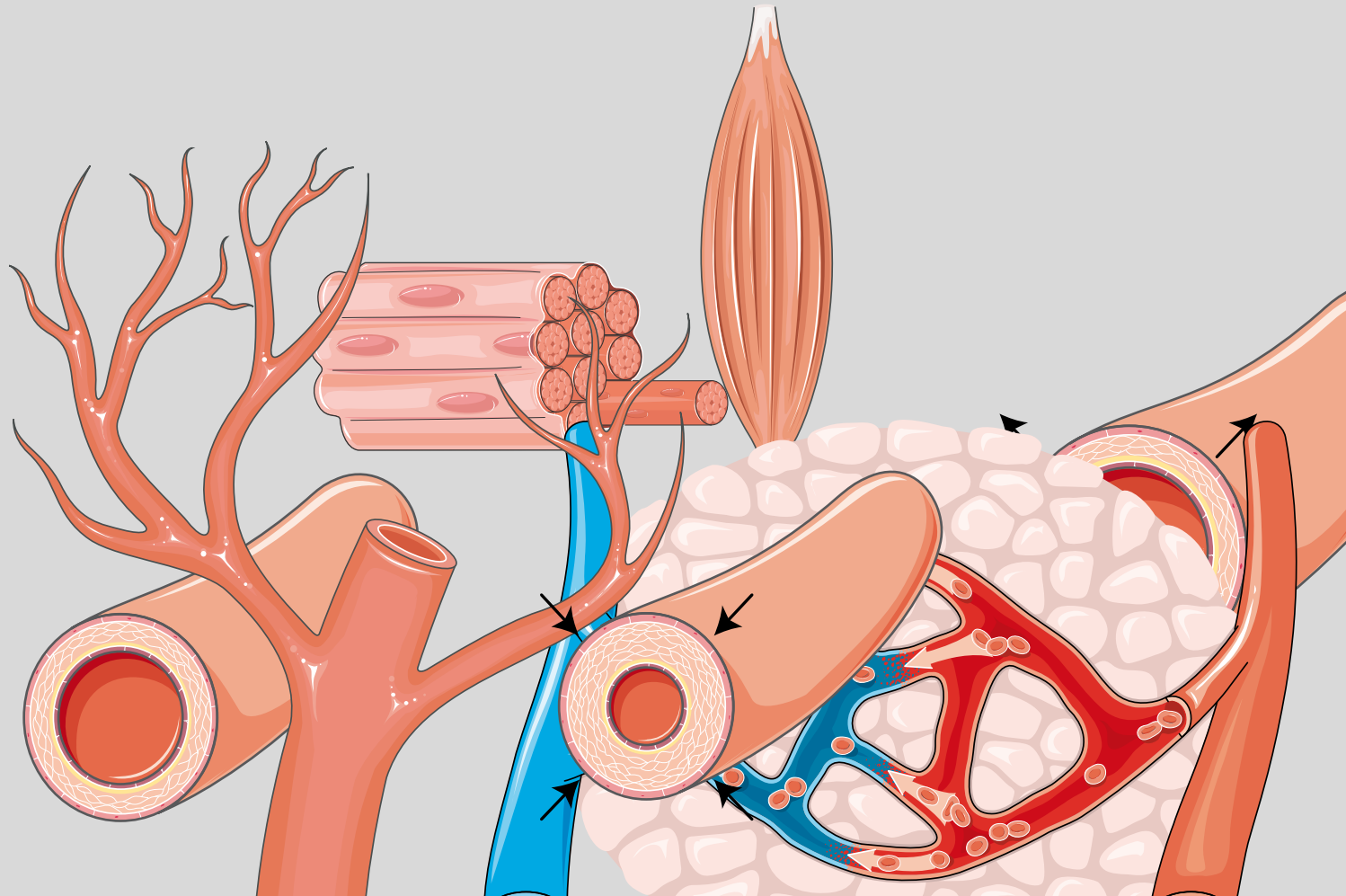
# Isotonic and Isometric Contraction



- **Contração isotônica = (mesma tensão)** há movimento e deslocamento da carga.
  - Contração concêntrica = o músculo encurta, há movimento articular
  - Contração excêntrica = músculo se alonga e produz movimento
- **Contração isométrica = (mesmo comprimento)** não gera movimento

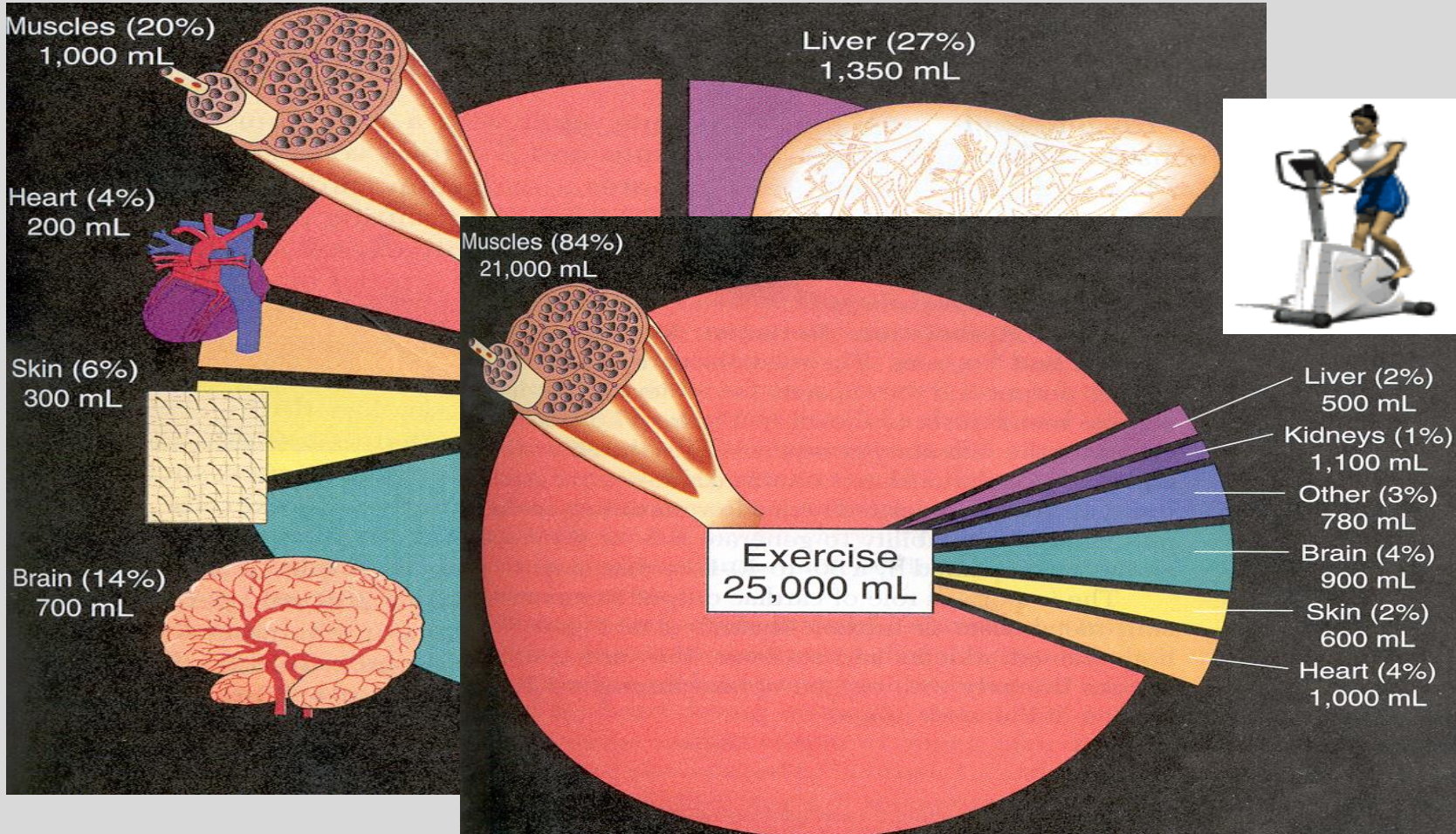
# Respostas cardiovasculares ao exercício dinâmico e estático





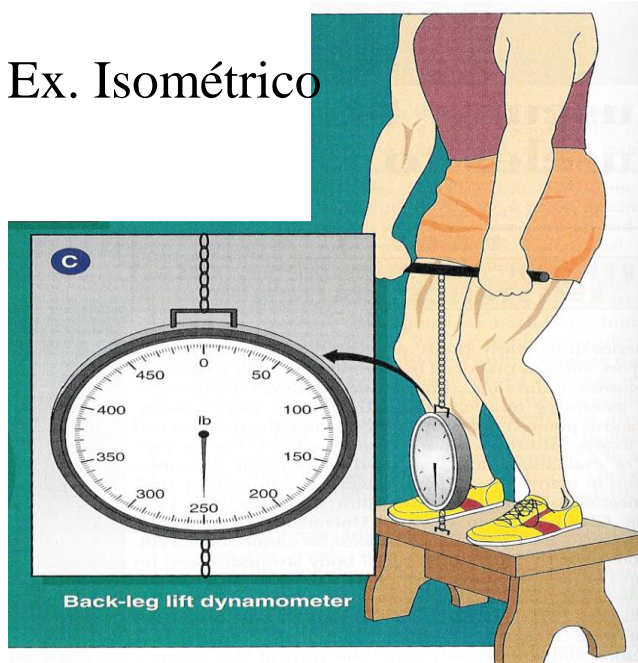


# Distribuição do débito cardíaco durante o exercício físico



# Respostas cardiovasculares ao exercício resistido estático

Ex. Isométrico



Resposta pressórica desproporcional



Demanda metabólica ( $VO_2$ )



Aumento da pressão intramuscular

oclusão parcial ou total do  
fluxo para a musculatura

$\uparrow PA = \uparrow DC \times \rightarrow \uparrow \downarrow RPT$   
Sobrecarga de pressão