ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

USP

Exercício
e
Doença Arterial Coronariana

Maria Urbana Pinto Brandão Rondon
Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo
e-mail: urbana@usp.br

Organização

Estatísticas e prevalência da doença isquêmica cardíaca

DAC aguda e crônica

Disfunção neurovascular na DAC (repouso e exercício)

Efeito do treinamento físico na DAC (Caso Clínico)

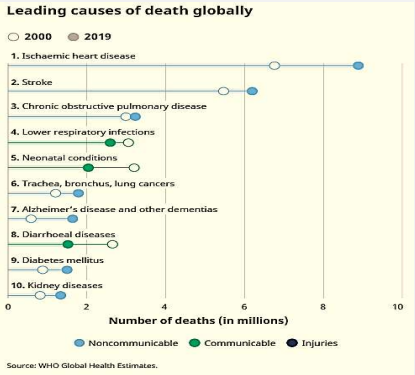
Discussão sobre artigo científico relacionado à aula

World Health Organization

No Mundo

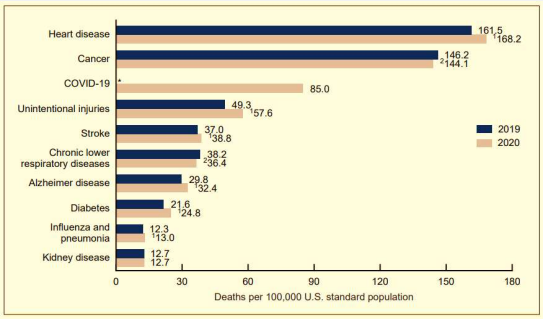
Prevalência

***WHO** "The world's biggest killer is ischaemic heart disease, responsible for **16% of the world's total deaths**. Since 2000, the largest increase in deaths has been for this disease, rising by more than 2 million to 8.9 million deaths in 2019."*



Nos Estados Unidos

Prevalência



Murphy, Sherry L., et al. "Mortality in the United States, 2020.", 2021.

Nos Estados Unidos

Prevalência

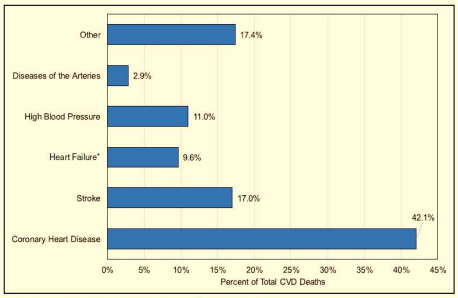


Chart 14-4. Percentage breakdown of deaths attributable to CVD, United States, 2018.

Virani et al Heart Disease and Stroke Statistics—2021 Update- A Report From the American Heart Association, 2021

No Brasil

Prevalência

GRÁFICO 1 – Mortalidade proporcional por doenças e agravos não transmissíveis, segundo sexo – Brasil, 2018

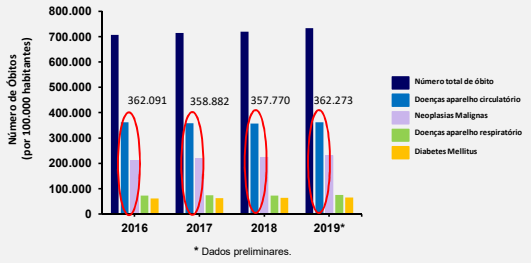
Fonte: Ministério da Saúde – Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM).

Ministério da Saúde, Saúde Brasil 2021.

No Brasil

Prevalência

Número total de óbitos e por DCNTs



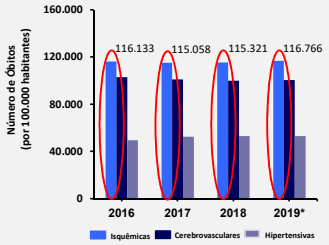
* Dados preliminares.

Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) – DATASUS, Agosto de 2020

No Brasil

Prevalência

Principais causas de óbito por doença do aparelho circulatório



* Dados preliminares.

Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) – DATASUS, Agosto de 2020

TABELA 1 – Taxas de mortalidade (por 100 mil habitantes) por doenças crônicas não transmissíveis, segundo sexo e faixa etária – Brasil, 2018

CAUSA BÁSICA	SEXO	MENOR DE 30 ANOS		30 A 69 ANOS		70 ANOS E MAIS		TOTAL		
		N.º	TAXA	N.º	TAXA	N.º	TAXA	N.º	TAXA	RR*
Doenças cardiovasculares	Masculino	2.243	4,6	84.531	166,0	101.369	1.952,5	188.143	170,2	1,4
	Feminino	1.520	3,2	53.111	92,3	114.750	1.591,0	169.381	119,4	
	Total	3.765	3,9	137.661	126,9	216.135	1.742,4	357.561	142,4	
Doenças respiratórias crônicas	Masculino	1.012	2,0	12.298	24,0	25.536	491,8	38.846	35,5	1,5
	Feminino	710	1,5	9.227	15,8	24.723	342,8	34.660	24,3	
	Total	1.722	1,8	21.528	19,6	50.261	405,2	73.511	29,2	
Diabetes *mellitus*	Masculino	284	0,6	14.276	27,9	15.523	299,0	30.083	27,1	1,1
	Feminino	298	0,6	12.309	21,1	22.402	310,6	35.009	24,7	
	Total	582	0,6	26.593	24,3	37.931	305,8	65.106	25,9	
Neoplasias malignas	Masculino	2.751	5,7	59.694	116,9	54.518	1.050,1	116.963	105,4	1,3
	Feminino	2.426	5,1	58.295	103,2	46.031	638,2	106.752	79,1	
	Total	5.177	5,4	117.994	109,3	100.558	810,7	223.729	90,3	
Doenças crônicas não transmissíveis	Masculino	6.290	12,9	170.799	334,8	196.946	3.793,4	374.035	338,2	1,4
	Feminino	4.954	10,4	132.942	232,3	207.906	2.882,7	345.802	247,5	
	Total	11.246	11,6	303.776	280,1	404.885	3.264,1	719.907	287,8	

Fonte: Ministério da Saúde – Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Projeção da População 2018.

* RR: razão de taxas entre os sexos.

1a. causa de mortalidade

Principais Problemas de Saúde Pública

Saúde Brasil 2020. Ministério da Saúde do Brasil

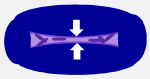
Doença Arterial Coronariana (DAC)

Deficiência na irrigação miocárdica, causada pelo desequilíbrio entre a oferta e a demanda de oxigênio para o coração → fornecimento inadequado de sangue ao músculo cardíaco

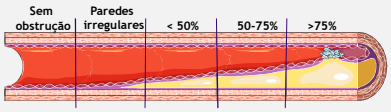
Causada por:

Trombose

Vasoespasmo

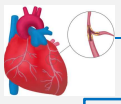


Aterosclerose

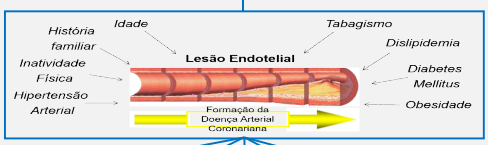


Heart Disease and Stroke Statistics, 2020 SBC

Doença arterial coronariana



Complexo processo aterosclerótico sistêmico



Inflamação

Estresse oxidativo

Ativação plaquetária e trombótica

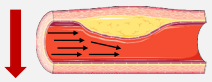
Disfunção endotelial

Piora na função autonômica

Circulation. 2005 Feb 8;111(5):555-62.
Curr Pharm Des. 2011; 17(37):4089-110.
Adaptado de: Ross R. N Engl J Med.1999 14;340(2):115-26.

Doença arterial coronariana

Complexo processo aterosclerótico sistêmico



Fluxo sanguíneo coronariano e periférico

Tousoulis D. Curr Pharm Des. 2011; 17(37):4089-110.
Verma S. Circulation. 2002; 5;105(5):546-9.
Linke A. Prog Cardiovasc Dis. 2006 Jan-Feb;48(4):270-84.

Doença Arterial Coronariana (DAC)

Estágios :

Agudo (Síndrome Isquêmica Miocárdica Instável - SIMI)

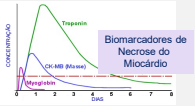
Crônico (Diretriz ESC 2019 DAC estável → DAC crônica)

SÍNDROME ISQUÊMICA MIOCÁRDICA INSTÁVEL (SIMI)

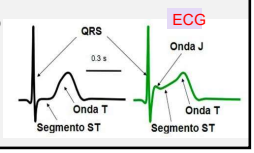
3 FORMAS CLÍNICAS

1 - Angina Instável (AI)

2 - Infarto Agudo do Miocárdio (IAM) <u>SEM</u> supradesnivelamento do segmento ST

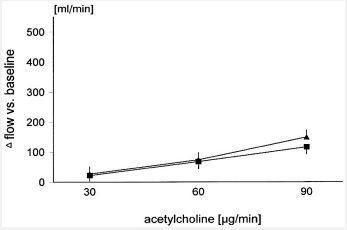


3 - Infarto Agudo do Miocárdio (IAM) <u>COM</u> supradesnivelamento do segmento ST



Fluxo sanguíneo coronariano

Resposta vasodilatadora coronária durante infusão de acetilcolina

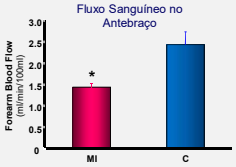


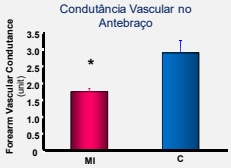
Disfunção endotelial

Hambrecht R. et al. (*Circulation* 98:2709-2715, 1998)

Fluxo sanguíneo muscular em repouso

Pletismografia de oclusão venosa

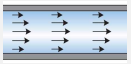


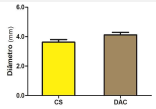


Adaptado de Martinez, D.G. et al. *Int. J. Cardiol.*, 2013.

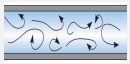
Diâmetro e padrão de fluxo sanguíneo (*shear rate*) na artéria braquial

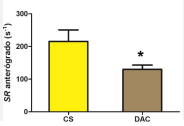
Fluxo Laminar

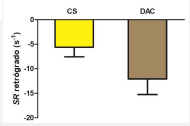


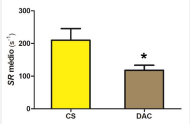


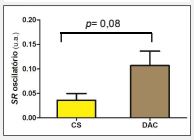
Fluxo Turbilhonado







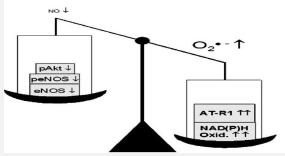




Doença Arterial Coronariana

Aumento do estresse oxidativo

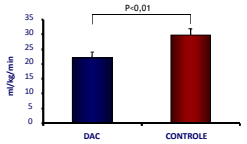
Piora da função
Endotelial – Aumento na ROS



(Adapt: Linke A, et al. Prog Cardiovasc Dis. 2006; 48:270-284.)

Diminuição da capacidade funcional

Consumo de Oxigênio Pico

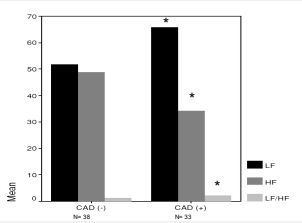


Teste ergoespirométrico em ciclo
DAC, n= 30
Controle, n= 15

Lopes V. Dissertação de Mestrado 2022
(dados não publicados)

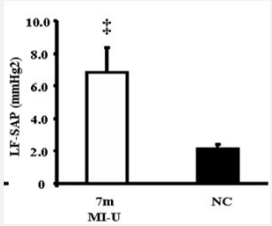
Disfunção autonômica na DAC

Variabilidade da FC



Adaptado de Evrengul H. et al *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 11: 154-162, 2006

Modulação Simpática Vascular

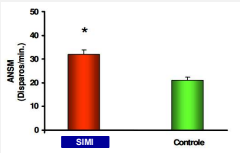


Adaptado de Martinez DG et al. *Hypertension* 58: 1049-1056, 2011

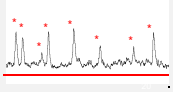
Atividade nervosa simpática muscular

Microneurografia

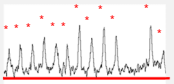
7 meses após o evento isquêmico



Controle



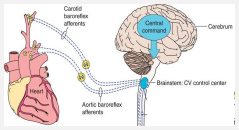
DAC

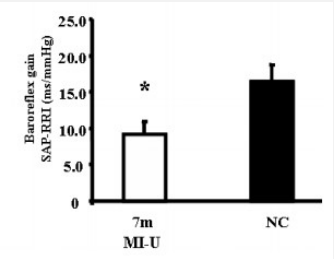


20``

Adaptado de Martinez DG et al; *Hypertension.* 2011;58:1049-1056.

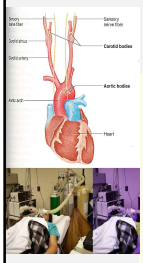
Disfunção Barorreflexa na DAC

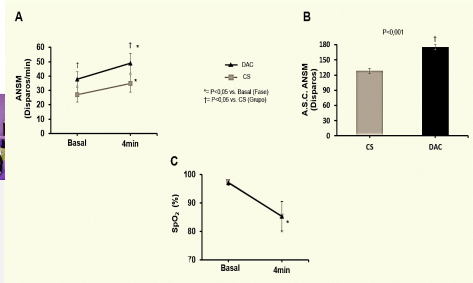




Adaptado de Martinez DG et al. *Hypertension* 58: 1049-1056, 2011

Disfunção Quimiorreflexa na DAC



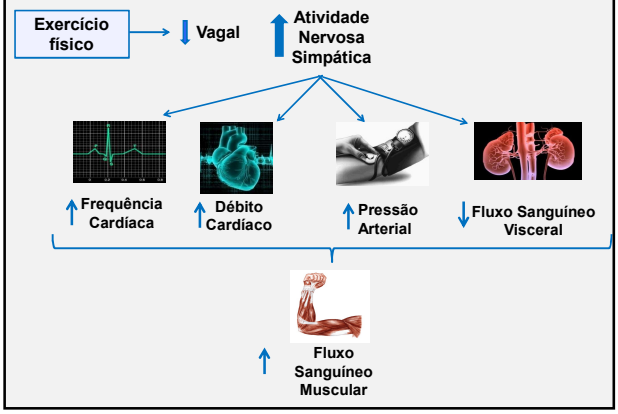


Alcino Filho C. Tese de Doutorado 2021 (dados não publicados)

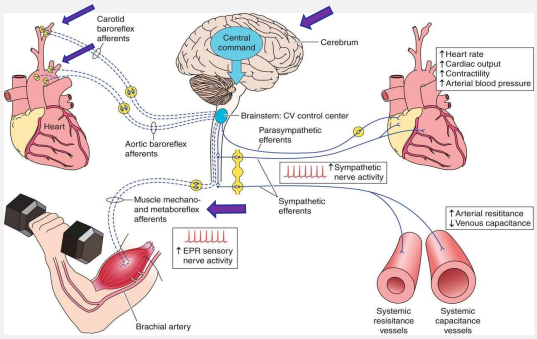
Controle neurovascular prejudicado na DAC

- Controle barorreflexo e quimiorreflexo prejudicados
- Diminuição da atividade parassimpática
- Hiperativação simpática
- Aumento do estresse oxidativo
- Disfunção endotelial

Controle neurovascular durante o exercício



Mecanismos de regulação cardiovascular durante o exercício

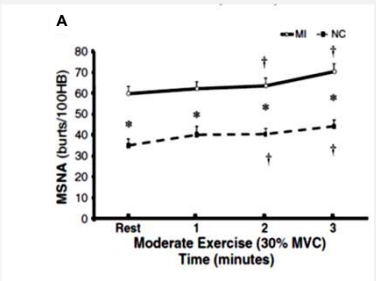


Marty D. Spranger et al. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 309:H1440-52, 2015

©2015 by American Physiological Society

AMERICAN JOURNAL OF PHYSIOLOGY
Heart and Circulatory Physiology

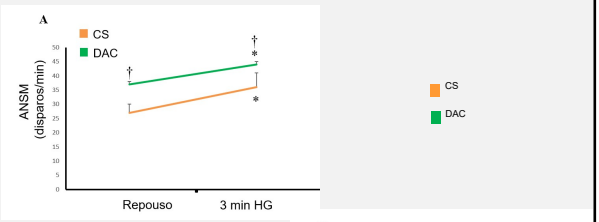
ANSM durante o exercício no IM

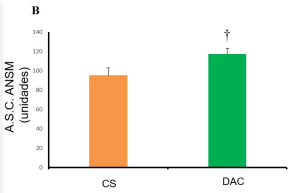


† = Difference vs. rest. P<0.05 a
* = Difference vs. group. P<0.05.

Martinez DG et al. Int J Cardiol, 2013

ANSM durante o exercício na DAC crônica



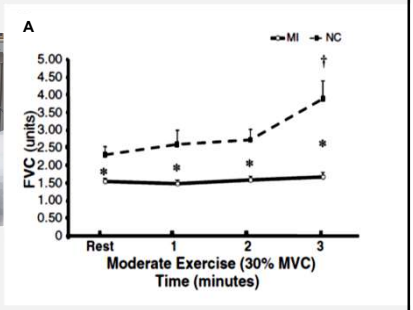


Dif sig do repouso-3 HG*
Dif sig do 3HG entre os grupos: †
Dif sig entre A.S.C.: †

Lopes V. Dissertação de Mestrado 2022
(dados não publicados)

Condutância vascular no antebraço durante o exercício no IM

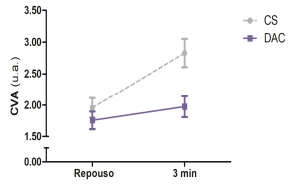
Exercício de preensão manual (HG)



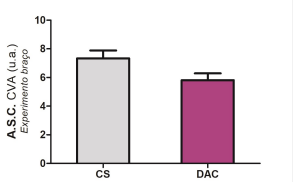
*CVA= FSM/PAM*100*

Comportamento e resposta da condutância vascular no antebraço durante o exercício na DAC

Comportamento



Resposta



* =p< 0,05 vs. Repouso
† =p< 0,05 vs. CS

Ferreira-Santos L, 2020 (Tese de doutorado, *artigo em elaboração*)

Comorbidade Apneia Obstrutiva do Sono na DAC

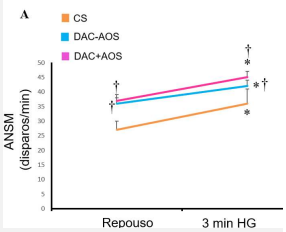
AOS - Obstrução mecânica parcial (hipopneias) ou completa (apneia) das vias aéreas superiores (↓ventilação, ↓saturação de oxigênio)

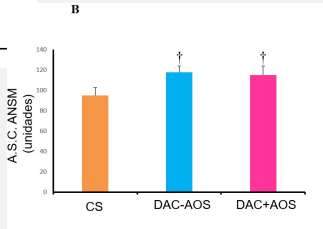
Liberação de citocinas inflamatórias, hipóxia intermitente, disfunção endotelial e ativação simpática

Polissonografia Noturna
AOS: índice de apneia-hipopnéia >15 eventos/hora

Drager, LF, et al, Arq. Bras. Cardiol. 2018
Drager, LF, et al, Chest. 2011.

ANSM durante o exercício na DAC com e sem AOS

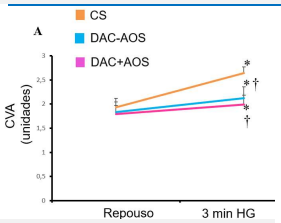


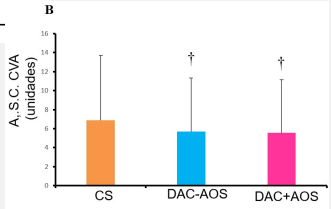


Dif sig do repouso-3 HG*
Dif sig do 3HG entre os grupos: †
Dif sig entre A.S.C.: †

Lopes V. Dissertação de Mestrado 2022
(dados não publicados)

Condutância vascular no antebraço durante o exercício na DAC com e sem AOS





Dif sig do repouso-3 HG*
Dif sig do 3HG entre os grupos: †
Dif sig entre A.S.C.: †

Lopes V. Dissertação de Mestrado 2022
(dados não publicados)

Doença coronariana

↓

Disfunção Neurovascular em Repouso e Durante o Exercício

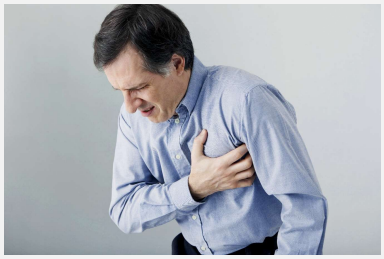
↳

- ↑ Risco de morte cardíaca
- > Arritmias
- ↑ Reinternação
- Pior prognóstico para os pacientes

Será que o exercício físico pode contribuir para melhorar este quadro?

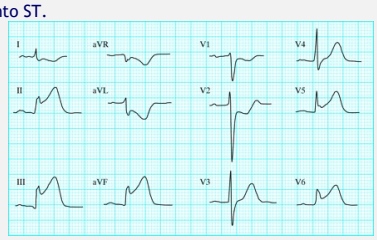
Caso clínico

Paciente HU, sexo masculino, 60 anos, 70 kg, 1,76m procurou pronto atendimento no InCor com angina pectoris.



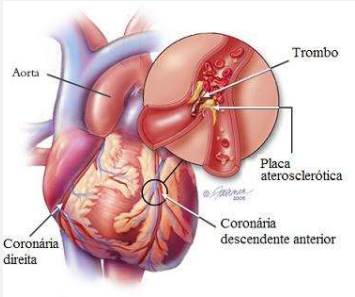
Marcador enzimático cardíaco mostrou-se aumentado:
CK-MB = 61,90 ng/ml *(ref. até 5 ng/ml)*

Realizado eletrocardiograma, o qual evidenciou supra desnivelamento do segmento ST.

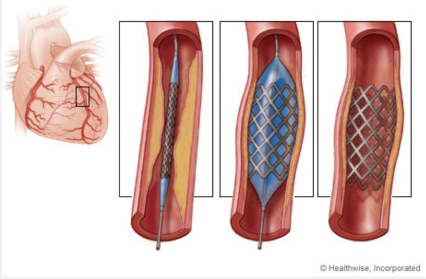


Diagnosticou-se IAM com supradesnível do segmento ST

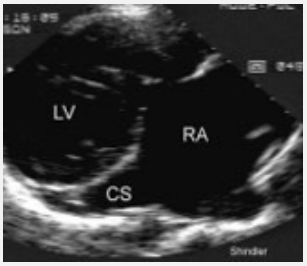
Encaminhado ao Serviço de Hemodinâmica para a realização de cateterismo, no qual verificou-se obstrução uniarterial de 80%, na artéria coronária descendente anterior.



Encaminhado ao serviço de hemodinâmica para a realização de cateterismo, no qual verificou-se obstrução uniarterial de 80% na artéria coronária descendente anterior. Realizado a angioplastia coronária com a colocação de stent.

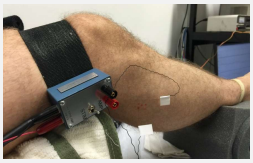


O paciente apresentou valores normais no ecocardiograma, inclusive de fração de ejeção (58%). Portanto, não apresentava disfunção ventricular esquerda.

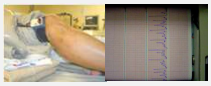


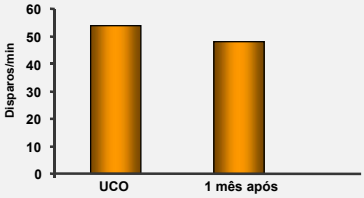
Durante a fase de internação hospitalar, na Unidade Coronariana, após 5 dias do evento isquêmico, foram realizadas as avaliações de atividade nervosa simpática muscular (ANSM) pela técnica de microneurografia e de fluxo sanguíneo muscular (FSM) pela técnica de pletismografia de oclusão venosa.

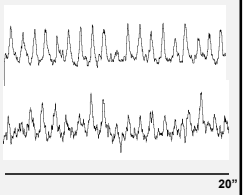
Atividade Nervosa Simpática Muscular (Microneurografia)



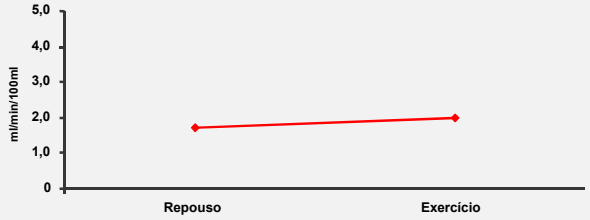
Atividade nervosa simpática muscular



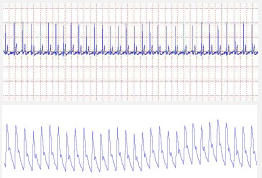


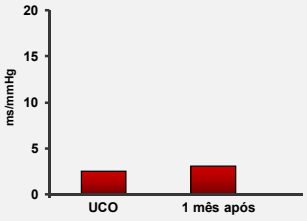


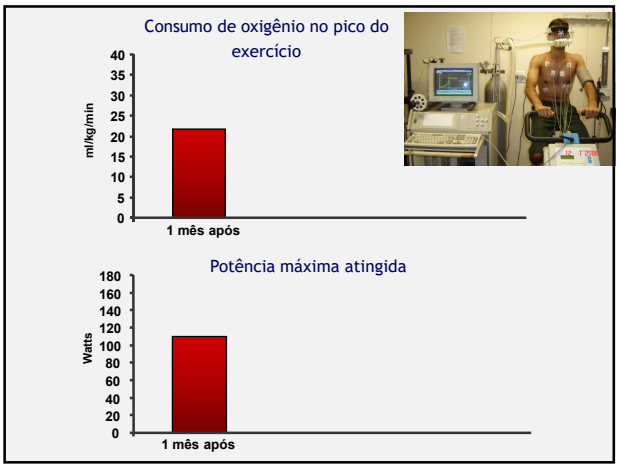
Fluxo sanguíneo muscular



Sensibilidade barorreflexa espontânea







Reabilitação Cardiovascular

Baseada em Exercício

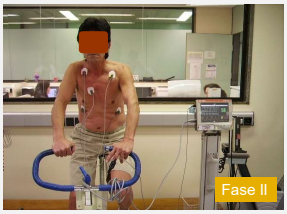
HISTÓRICO

1930/50: Repouso absoluto no leito
1950/60: Sentar-se à beira leito
1960/70: Imobilização reduzia a capacidade funcional em 20 – 30%
1977: I Congresso Mundial de Reabilitação Cardíaca na Alemanha
1982: I Simpósio de Ergometria e Reabilitação Cardiovascular

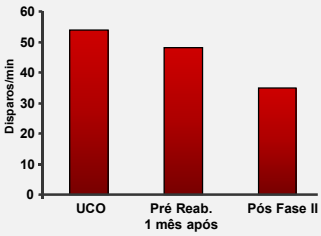
I Consenso Nacional de Reabilitação Cardiovascular. *Arq Bras Cardiol* 69:267, 1997

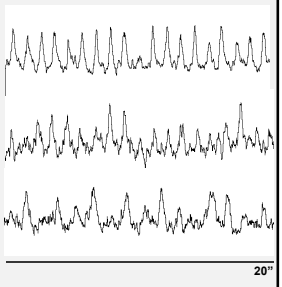
Fase II
Reabilitação Cardiovascular

- Tempo: 30-40 minutos
- Tipo: cicloergômetro
- Frequência: 3 vezes por semana
- Intensidade: FC no limiar anaeróbio
- Duração: 2 meses

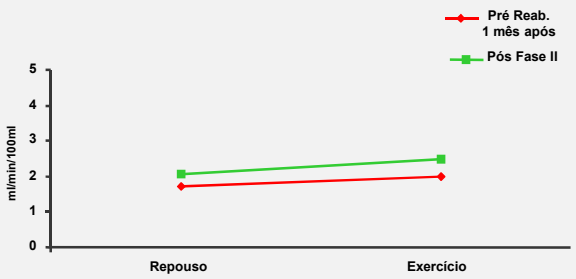


Atividade nervosa simpática muscular

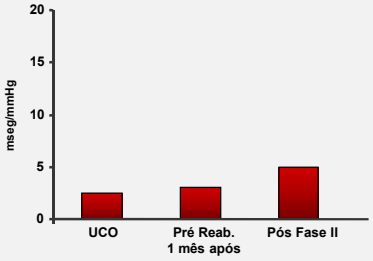




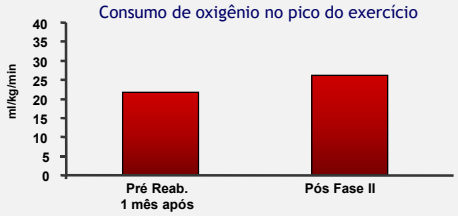
Fluxo sanguíneo muscular



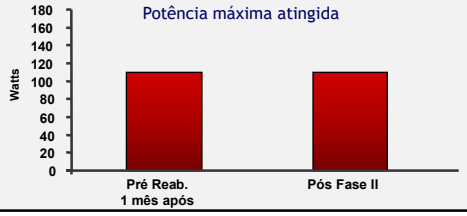
Sensibilidade barorreflexa espontânea



Consumo de oxigênio no pico do exercício



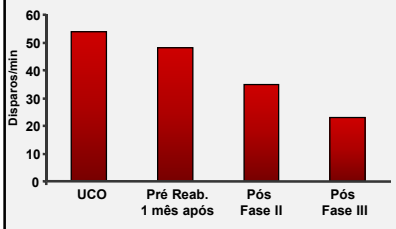
Potência máxima atingida

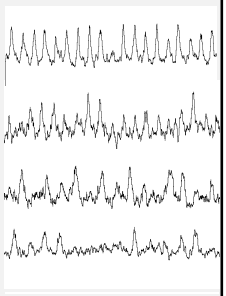


Fase III
Reabilitação Cardiovascular

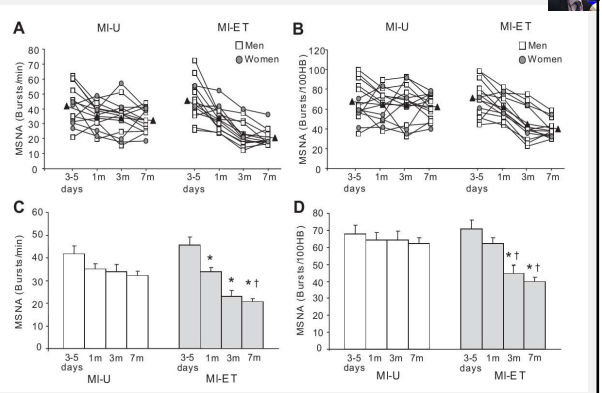
- Tempo: 40 minutos
- Tipo: cicloergômetro
- Frequência: 3 vezes por semana
- Intensidade: FC entre o limiar anaeróbio até 10% abaixo do ponto de compensação respiratório
- Duração: 4 meses

Atividade nervosa simpática muscular

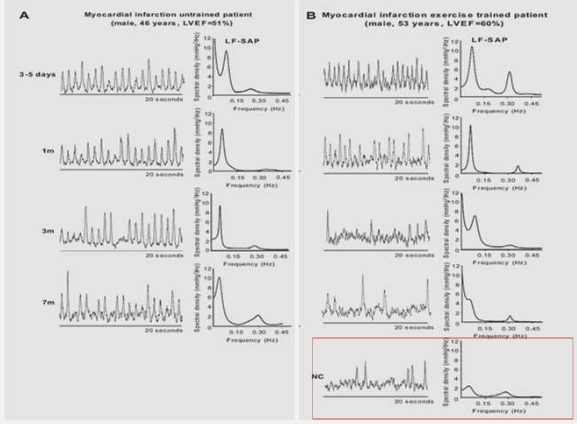




ANSM Basal pós TF



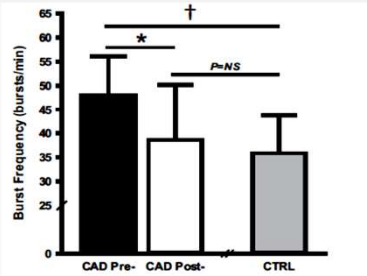
Adaptado de Martinez DG et al. *Hypertension* 58: 1049-1056, 2011



Martinez DG et al. Hypertension 58: 1049-1056, 2011

Efeito do treinamento físico na ANSM durante o exercício

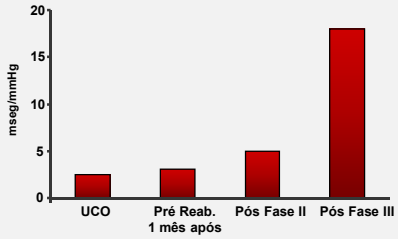
Handgrip 40%MVC during 20s



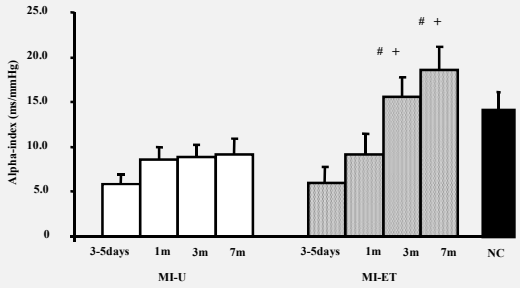
6meses
. TF aeróbio 3 - 7 x semana
20 - 60 min, 40 - 70% FC Reserva
. Resistidos 3 - 4 x semana
30 - 60% 1RM, 12 – 15 repetições

Badrov MB et al. JAHA 2019

Sensibilidade barorreflexa espontânea

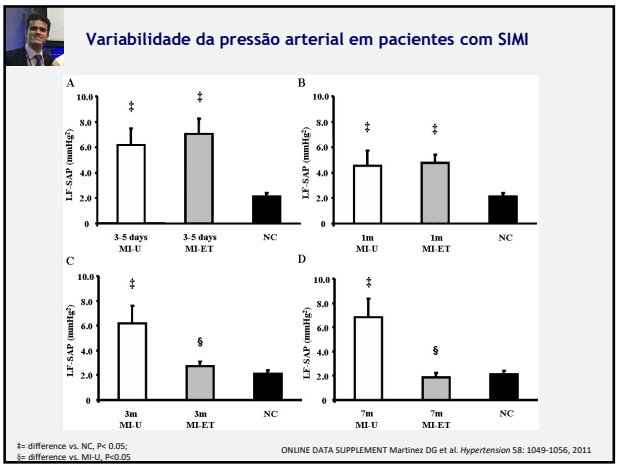


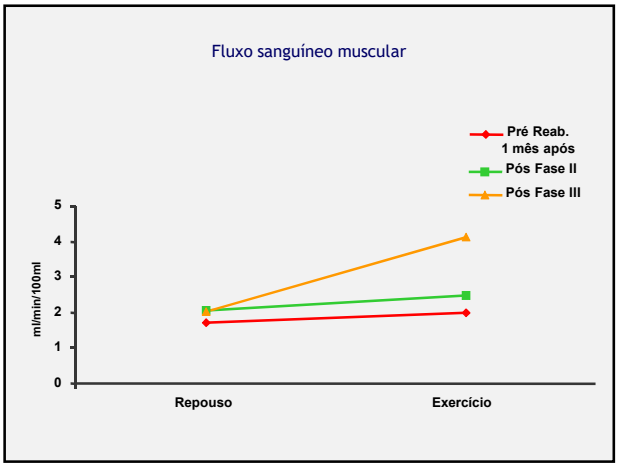
Sensibilidade Barorreflexa em pacientes com SIMI

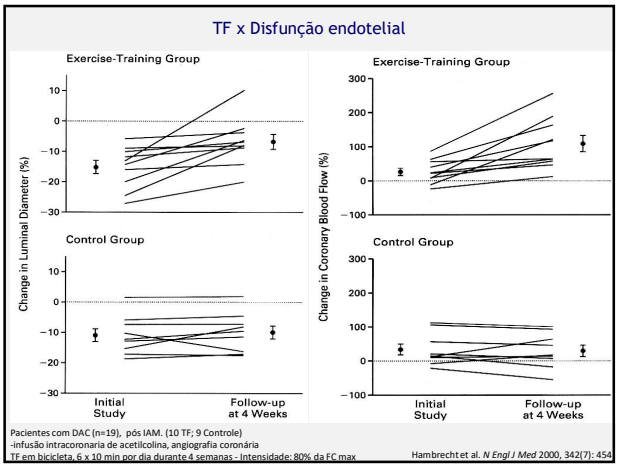


* = p<0.05 vs NC

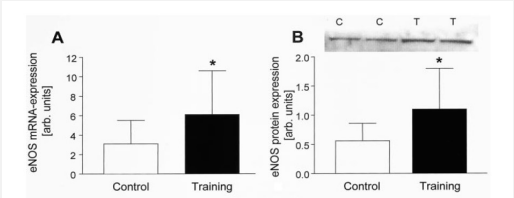
Adaptado de Martinez DG et al. *Hypertension* 58: 1049-1056, 2011


Variabilidade da pressão arterial em pacientes com SIMI
A
B
C
D
LF-SAP (mmHg²)
3-5 days MI-U
3-5 days MI-ET
NC
1m MI-U
1m MI-ET
3m MI-U
3m MI-ET
7m MI-U
7m MI-ET
‡= difference vs. NC, P< 0.05;
§= difference vs. MI-U, P<0.05
ONLINE DATA SUPPLEMENT Martinez DG et al. Hypertension 58: 1049-1056, 2011


Fluxo sanguíneo muscular
Pré Reab. 1 mês após
Pós Fase II
Pós Fase III
ml/min/100ml
Repouso
Exercício

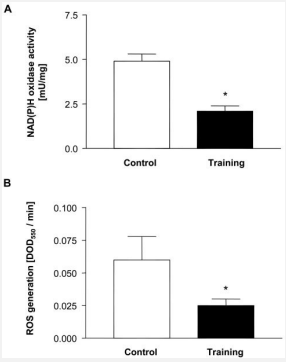

TF x Disfunção endotelial
Exercise-Training Group
Control Group
Change in Luminal Diameter (%)
Change in Coronary Blood Flow (%)
Initial Study
Follow-up at 4 Weeks
Pacientes com DAC (n=19), pós IAM. (10 TF; 9 Controle)
-infusão intracoronaria de acetilcolina, angiografia coronária
TF em bicicleta, 6 x 10 min por dia durante 4 semanas - Intensidade: 80% da FC max
Hambrecht et al. N Engl J Med 2000, 342(7): 454

TF x Disfunção endotelial



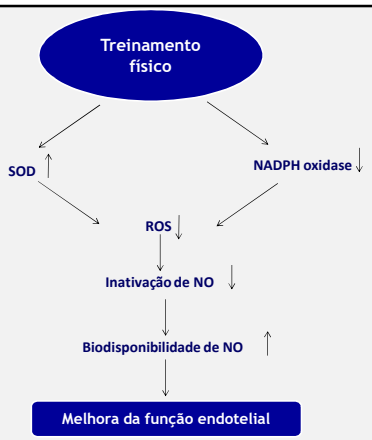
Hambrecht et al. *Circulation* 2003, 107: 3152-3158

TF x Estresse oxidativo



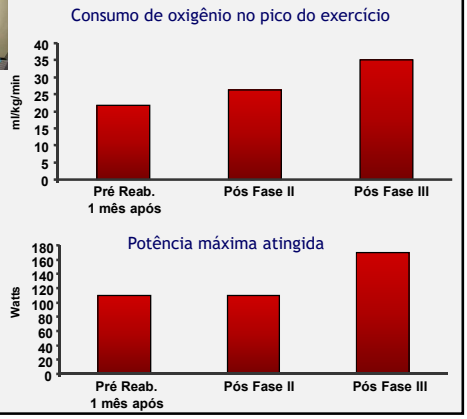
(TF 4 semanas, 3x/dia, 10' caminhada e 10' bicicleta)

Adams, V. *Circulation*: 111; 555-562, 2005.

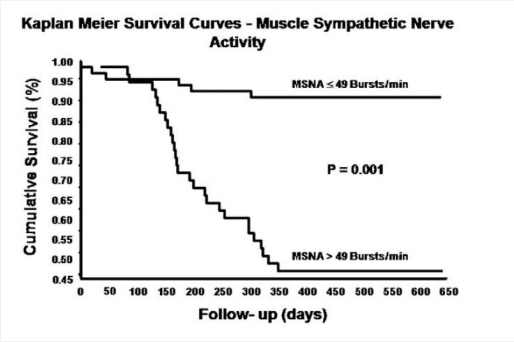


(Adaptado: Higashi Y, et al. Pharmacology & Therapeutics. 2006; 48:270-284.)

Implicações Clínicas



Atividade Nervosa Simpática Muscular X Prognóstico



Barretto AC et al. Int J Cardiol, 135:302-07, 2008.

Sensibilidade Barorreflexa x Prognóstico

	Deaths/total	Relative risk (95% CI)	p
BRS (ms per mm Hg)			
>6·1	13/589	1	
3·0–6·1	18/414	2·1 (1·00–4·19)	0·047
<3·0	17/179	4·5 (2·17–9·24)	<0·0001

SBR: infusão de fenilefrina
> 1200 pacientes
período de 6 a 28 dias após o infarto agudo do miocárdio
2 anos de seguimento.

Adaptado de: La Rovere, MT et al. Lancet; 351: 478-84, 1998.

Desfecho clínico da reabilitação cardíaca baseada em exercício

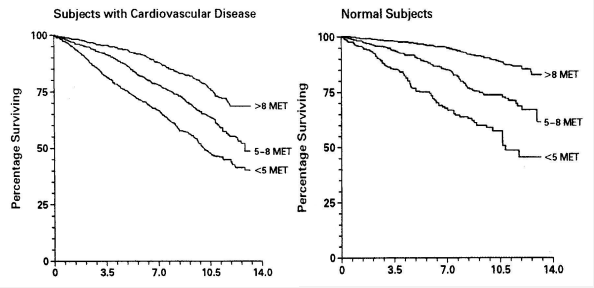
Effects of Exercise-Based Cardiac Rehabilitation on Study End Points*

Outcome	Mean Difference, %	95% Confidence Limit	Statistical Difference
Total mortality	−20	−7% to −32%	P=0.005
Cardiac mortality	−26	−10% to −29%	P=0.002
Nonfatal MI	−21	−43% to 9%	P=0.150
CABG	−13	−35% to 16%	P=0.400
PTCA	−19	−51% to 34%	P=0.400

Mean difference is the percentage of difference between exercise-trained and usual-care control group. MI indicates myocardial infarction; CABG, coronary artery bypass graft; and PTCA, percutaneous coronary angioplasty.
*Data are derived from Taylor et al.[2]

Leon AS et al. Circulation 2005;111:369-376

Curva de Sobrevida x Capacidade Funcional
(14 anos, n= 6213)



3679 (teste + e/ou ICO)

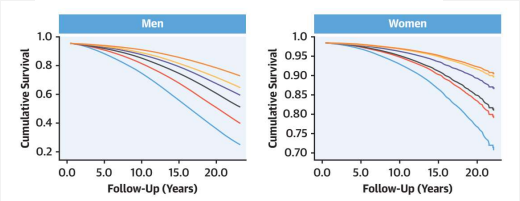
2534 (teste - s / ICO)

Myers et al. (*N Engl J Med* 346: 793 – 801, 2002)

JOURNAL OF THE AMERICAN COLLEGE OF CARDIOLOGY
VOL. 80, NO. 6, 2022
© 2022 BY THE AMERICAN COLLEGE OF CARDIOLOGY FOUNDATION
PUBLISHED BY ELSEVIER

Cardiorespiratory Fitness and Mortality Risk Across the Spectra of Age, Race, and Sex

Peter Kokkinos, PhD,[a,b,c] Charles Faselis, MD,[a,c] Immanuel Babu Henry Samuel, PhD,[b,c] Andreas Pittaras, MD,[a,c] Michael Doumas, MD,[a,c] Rayelynn Murphy, MS,[a] Michael S. Heimall, BS,[a] Xuemei Sui, PhD,[a] Jiajia Zhang, PhD,[b] Jonathan Myers, PhD[d,e]



Blue, least fit; **red**, low fit; **gray**, moderately fit; **purple**, fit; **yellow**, highly fit; **orange**, extremely fit.

+ de 750 mil veteranos (30 a 95 anos)
Tempo médio de seguimento 10,2 anos)
(menor risco de mortalidade observado foi para H e M: 14 Mets

Reabilitação Cardiovascular

OMS

Efetividade em reduzir mortalidade e morbidade

Realidade:
Maioria dos pacientes não recebe a reabilitação!

OBRIGADA!

urbana@usp.br