

Avaliação indireta da aptidão cardiorrespiratória

Karine P. Rodrigues

Prof: Dr. Hugo Celso Dutra de Souza



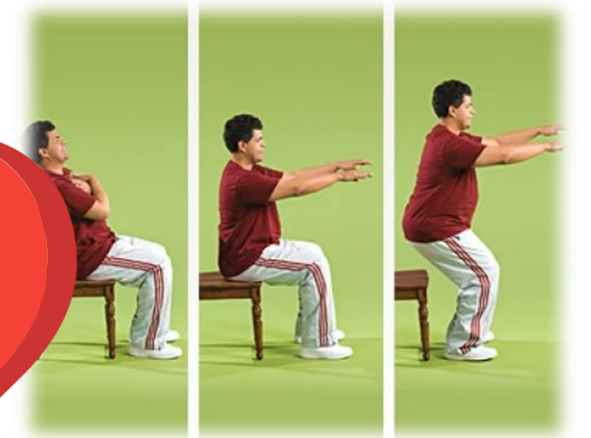
OBJETIVO

Aprender sobre os princípios fisiológicos das medidas indiretas, os tipos de testes e como calcular o Vo_{2max} de forma indireta, além de entender a diferença entre testes diretos e indiretos.

Contextualização e apresentação dos determinantes da aptidão cardiorrespiratória.

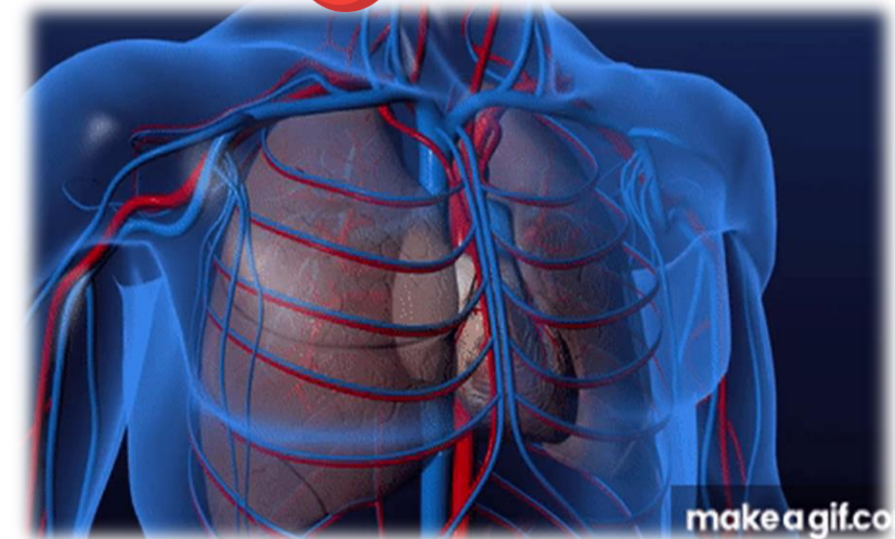
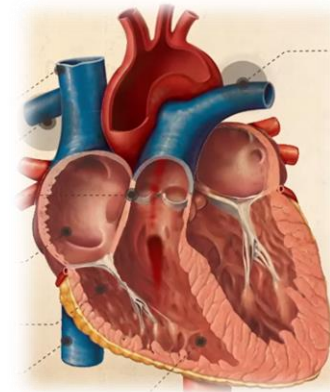
Aptidão cardiorrespiratória

Capacidade do corpo humano de realizar atividades físicas



Capacidade cardiorrespiratória

Capacidade do coração e do sistema respiratório de funcionar adequadamente durante a execução da atividade física

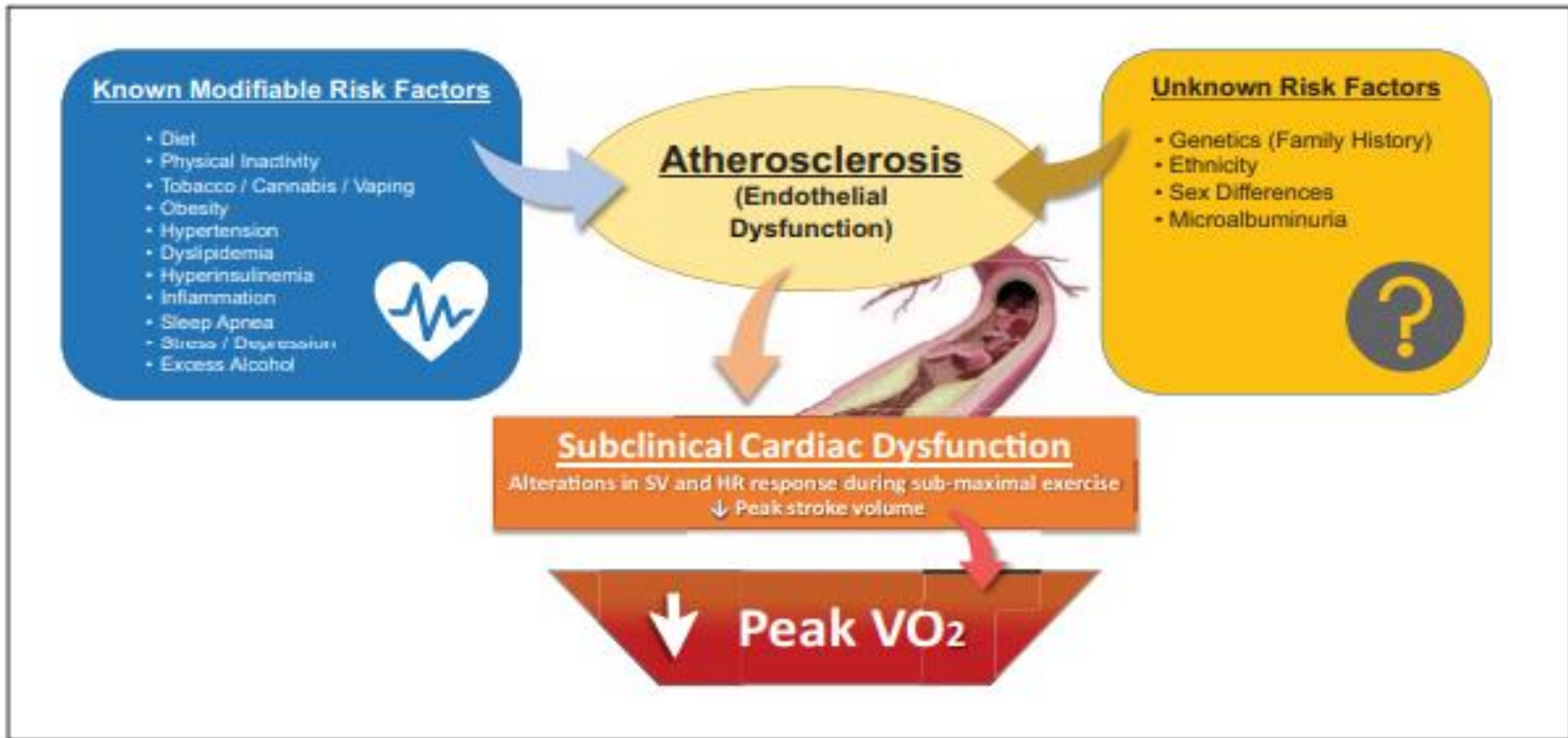


makeagif.co



The evolving role of cardiopulmonary exercise testing in ischemic heart disease – state of the art review

Sundeep Chaudhry^{a,b}, Naresh Kumar^c, Ross Arena^{b,d} and Subodh Verma^e



Determinantes da aptidão cardiorrespiratória

Função dos sistemas?

Cardiovascular

- Proteção do organismo
- Transporte de substâncias

Respiratório

- Realizar trocas gasosas

Capacidade do organismo em captar,
transportar e utilizar o O₂ para
ressíntese de ATP

EQUAÇÃO DE FICK

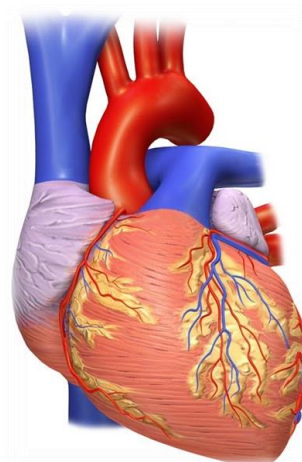
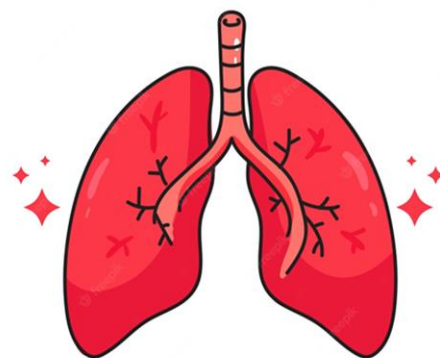
$$VO_2 = \text{DEB CARD} * \Delta \text{ART-VEN O}_2$$

Troca gasosa pulmonar

➤ Capacidade dos pulmões em reoxigenar o sangue vindo das periferias;

- Volume inspiratório e expiratório
- Hematose

Algumas doenças pulmonares crônicas podem limitar a troca gasosa, e comprometer a aptidão cardiorrespiratória;



Débito Cardíaco

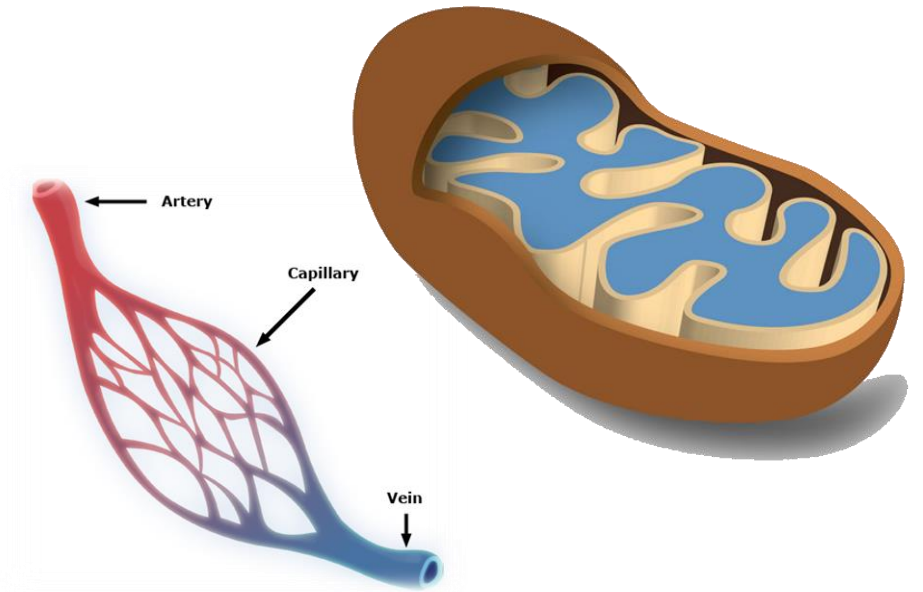
➤ Capacidade do coração em ejetar quantidade suficiente de sangue de acordo com as necessidades metabólicas teciduais

- Volume diastólico final
- Volume sistólico final
- Frequência cardíaca de reserva

Doenças cardíacas podem limitar a capacidade do coração em bombear quantidade adequada de sangue aos tecidos periféricos (Disfunção Sistólica/Diastólica, Insuficiência cardíaca).

Diferença artério-venosa de O₂

- Capacidade do tecido periférico em utilizar o O₂ para ressíntese de ATP
- Capilaridade do tecido
- Densidade mitocondrial
- Expressão e atividade das enzimas do sistema aeróbio (Ciclo de Krebs e Fosforilação Oxidativa)



SISTEMA CARDIORRESPIRATÓRIO

Difusão de O₂ dos alvéolos para o sangue pulmonar

Transporte do sangue pelas artérias até os capilares teciduais

Difusão do O₂ dos capilares para as células teciduais

Difusão do CO₂ das células para os capilares

Transporte de parte do CO₂

Remoção do CO₂ através dos alvéolos



Fatores que podem limitar o $\Delta A-V$ de O_2

➤ Alguns fatores podem contribuir com menor capacidade do metabolismo em utilizar o oxigênio na ressíntese de ATP

- Envelhecimento
- Debilitação
- Sedentarismo
- Doenças mitocondriais



TESTES DIRETOS x INDIRETOS

Diretos

Os testes diretos medem diretamente os parâmetros cardiorrespiratórios, fornecendo resultados precisos e específicos.

Esses testes geralmente requerem equipamentos especializados e são realizados em ambientes controlados.

- Quantifica o consumo de O₂

Indiretos

Avaliação da estimativa com base em medidas secundárias



INTRODUÇÃO A AVALIAÇÃO INDIRETA DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA

A avaliação conduz a prescrição adequada

➤ A intervenção adequada que objetiva adaptações no sistema cardiorrespiratório depende de uma série de princípios:

- Princípio da Sobrecarga
- Princípio da Continuidade
- Princípio da Individualidade Biológica

A intervenção adequada deve sempre ser norteadada por uma avaliação que considere os respectivos fatores



A avaliação direta nem sempre está acessível



A ergoespirometria é padrão ouro para análise da capacidade cardiorrespiratória de um indivíduo. Em contrapartida, apresenta um alto custo e demanda conhecimento técnico.

- Grandes populações
- Clínica de reabilitação

Métodos Indiretos

Vantagens	Desvantagens
Forma de avaliação	Maior margem de erro
Similar ao gesto esportivo	
Baixo custo	
Mais cômodo	

Testes Indiretos

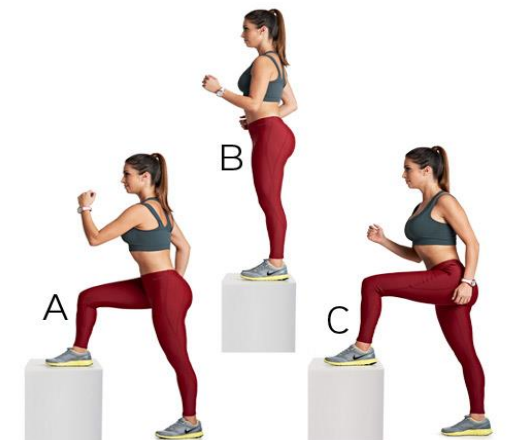
Testes Ergométricos

- Bruce • Astrand • Ellestad
- Bruce Modificado
- Kattus (1967)
- Costill e Fox (1969)
- Astrand Modificado
- Maksud e Coutss(1971)



Testes de Pista

- Corrida • Degrau
- Caminhada de 6 min
- Intermitente
- Cooper 12min



Por que Medir a Aptidão Cardiorrespiratória?

1 Prevenção / Diagnóstico

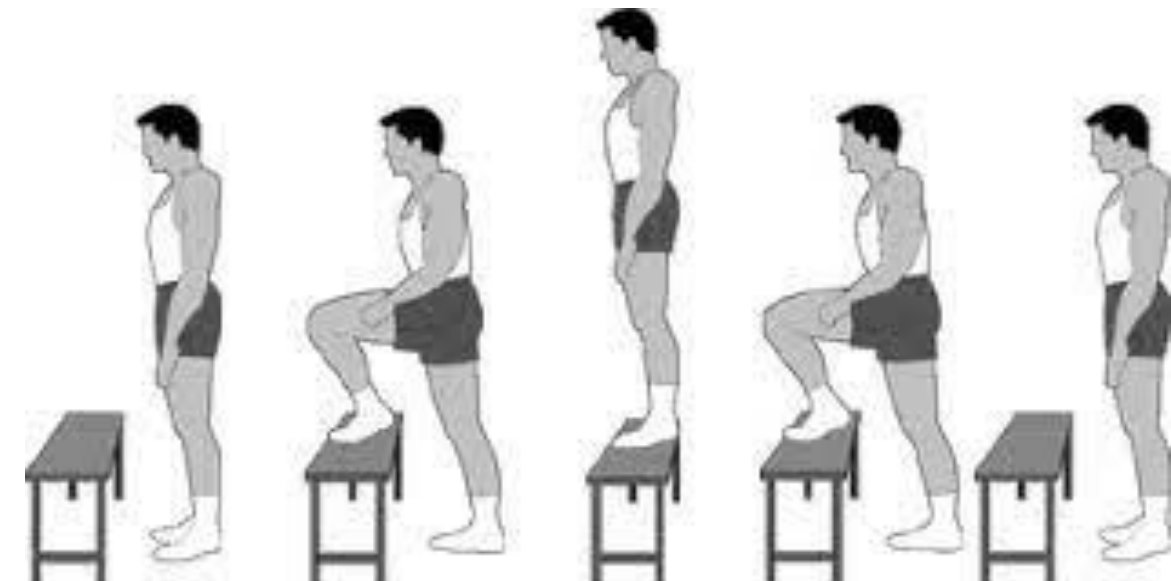
Identificar o condicionamento físico pode ajudar a prevenir e gerenciar doenças cardíacas.

3 Personalização

Ajuda a criar planos de treino personalizados.

2 Performance

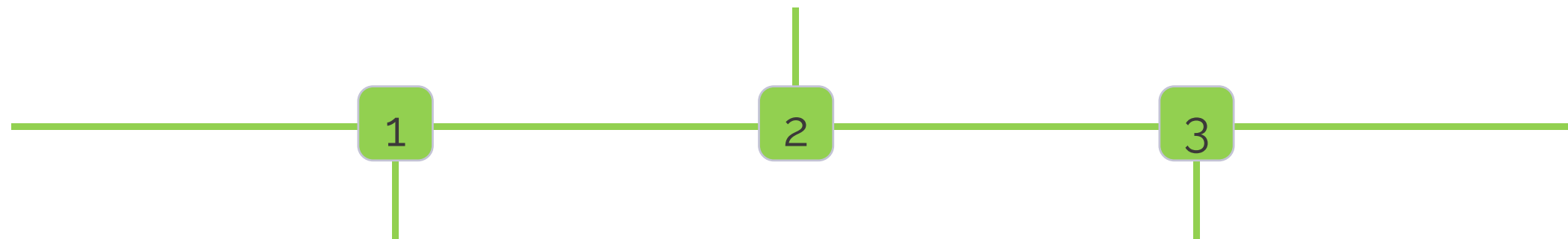
Conhecer seu limiar anaeróbio e Vo2MAX pode ajudar a melhorar sua performance em atividades físicas.



Limitações e Precauções

Precauções

Os testes devem ser conduzidos em um ambiente seguro com supervisão adequada e precauções devem ser tomadas para garantir a segurança do participante.



Limitações

Os resultados dos testes podem ser afetados por condições de saúde pré-existent, medicamentos e outros fatores.

Interpretação dos Resultados

Os resultados devem ser cuidadosamente interpretados e comparados com equações de referência, levando em consideração características individuais e externas do participante.

População	Volume de Oxigênio	
Classificação	VO2 absoluto (litro/min)	VO2 Relativo (ml/kg/min)
<u>Cardíacos gravemente enfermos</u>	1(l/min)	16 a 18 (ml/kg/min)
<u>Cardíacos moderadamente enfermos</u>	1 a 2 (l/min)	18 a 22 (ml/kg/min)
<u>Sedentários baixa capacidade física</u>	2,1 a 3,3 (l/min)	23 a 29 (ml/kg/min)
<u>Sedentários média capacidade física</u>	2,1 a 3,3 (l/min)	30 a 39 (ml/kg/min)
<u>Ativos treinados</u>	Maior 3,4 (l/min)	Maior 40 (ml/kg/min)
<u>Atletas de alto nível</u>	6 (l/min)	80 (ml/kg/min)

Nível de Aptidão Física do American Heart Association - AHA Para Mulheres - Vo2 max em ml(kg.min)

Idade	Muito Fraca	Fraca	Regular	Boa	Excelente
20 - 29	- 24	24 - 30	31 - 37	38 - 48	> 49
30 - 39	- 20	20 - 27	28 - 33	34 - 44	> 45
40 - 49	- 17	17 - 23	24 - 30	31 - 41	> 42
50 - 59	- 15	15 - 20	21 - 27	28 - 37	> 38
60 - 69	- 13	13 - 17	18 - 23	24 - 34	> 35

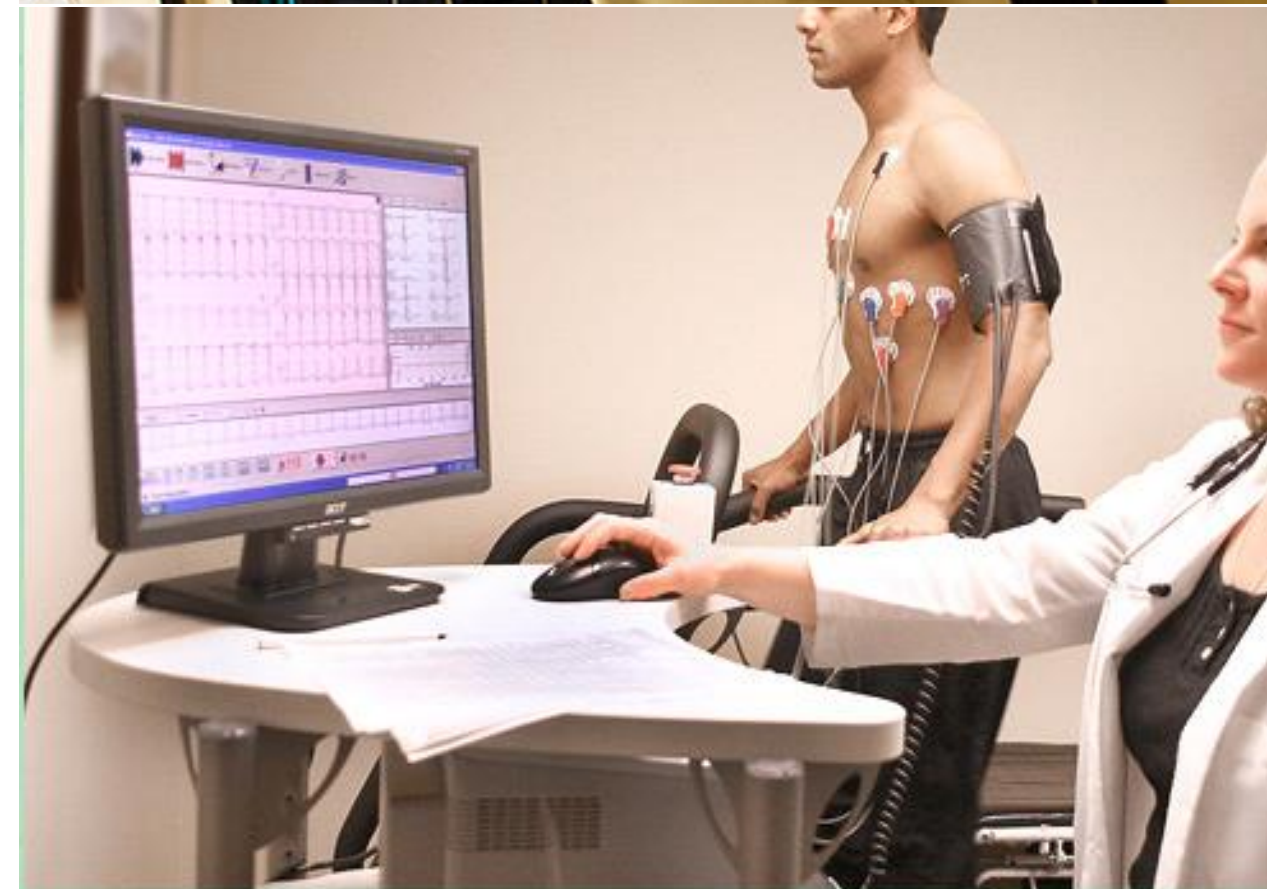
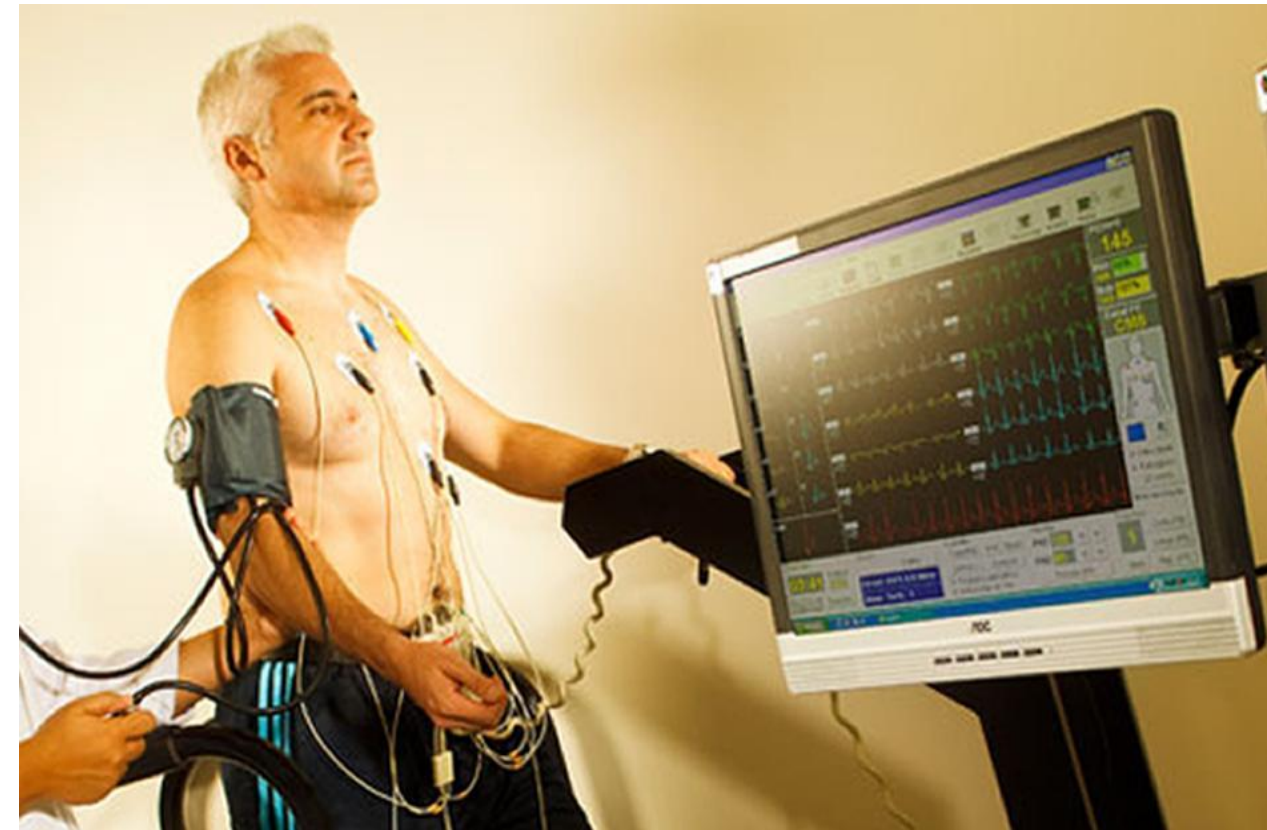
Nível de Aptidão Física do American Heart Association - AHA Para Homens - Vo2 max em ml(kg.min)

Idade	Muito Fraca	Fraca	Regular	Boa	Excelente
20 - 29	-25	25 - 33	34 - 42	43 - 52	> 53
30 - 39	-23	23 - 30	31 - 38	39 - 48	> 49
40 - 49	-20	20 - 26	27 - 35	36 - 44	> 45
50 - 59	-18	18 - 24	25 - 33	34 - 42	> 43
60 - 69	-16	16 - 12	23 - 30	31 - 40	> 41

Teste Ergométrico

O teste ergométrico é um dos mais populares entre os testes indiretos. Ele consiste em submeter o paciente a um esforço progressivo enquanto monitora sinais de resposta cardíaca e respiratória.

É utilizado para diagnosticar problemas cardíacos, estabelecer limites de esforço ou avaliar a aptidão para a prática de exercícios físicos.



Testes de Bruce para determinação do VO2 max

ESTÁGIO	Tempo (min)	Velocidade Km/h	Inclinação (%)
1	3	2,7	10
2	3	4,0	12
3	3	5,4	14
4	3	6,7	16
5	3	8,0	18
6	3	8,8	20

ESTÁGIO	Tempo (min)	Velocidade Km/h	Inclinação (%)
1	1	5	1
2	1	10	1
3	1	11	1
4	1	12	1
5	1	13	1
6	1	14	1
7	1	15	1
8	1	16	1
9	1	17	1

**vVO2
máx**

Percepção Subjetiva do Esforço (PSE)

6 Sem nenhum esforço	0	Nenhuma
7	0,5	Muito, muito leve
Extremamente leve	1	Muito leve
8	2	Leve
9 Muito leve	3	Moderada
10	4	Pouco intensa
11 Leve	5	Intensa
12	6	
13 Um pouco intenso	7	Muito intensa
14	8	
15 Intenso (pesado)	9	Muito, muito intensa
16	10	Máxima
17 Muito intenso		
18		
19 Extremamente intenso		
20 Máximo esforço		

CAMINHAR

- $VO_2 =$

Velocidade = 15 km/h ou 250m/min

Inclinação = 1% ou 0,01

CORRER

- $VO_2 = 3,5 + m/min \times 0,2 + \text{inclinação (fra)}$
- $VO_2 = 3,5 + 250 \times 0,2 + 0,01 \times 250 \times 1,8$

$VO_2 = 58 \text{ ml/kg/min}$

Pré treinamento				Pós treinamento			
TIME	VEL	PSE	FC	TIME	VEL	PS E	FC
1	5	0	101	1	5	0	102
1	10	2	116	1	10	2	114
1	11	6	139	1	11	4	126
1	12	7	145	1	12	5	137
1	13	10	162	1	13	7	142
1	14			1	14	8..	158
				1	15	10	167

Queen's College Step Test

Reliability and interrelationships between maximal oxygen intake, physical work capacity and step-test scores in college women

W D McArdle, F I Katch, G S Pechar, L Jacobson, S Ruck

PMID: 4648576

Equação para homens

$$VO2\ MAX = 111,33 - (0,42 \times FC)$$

96

24 steps por minuto

Equação para mulheres

$$VO2\ MAX = 65,81 - (0,1847 \times FC)$$

88

22 steps por minuto



Homem, 35 anos, 87kg, 1,75cm

FC repouso: 80 FC final teste: 187

$$VO2 \text{ MAX} = 111,33 - (0,42 \times 187)$$

VO2max : 32,7 ml/kg/min



Yo-yo Test

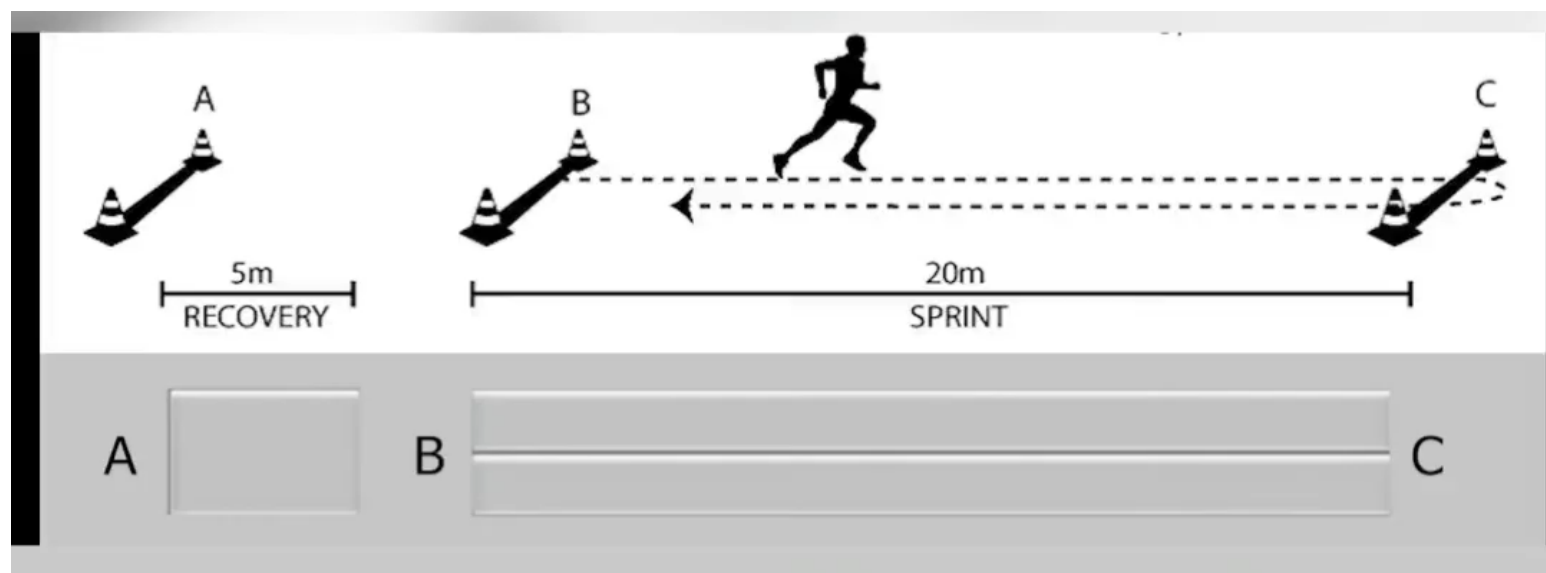


Yo-Yo é usado para determinar a capacidade de resistência intermitente do indivíduo e é frequentemente usado em avaliações esportivas.

O teste continua até que um participante não consiga chegar à linha antes do sinal sonoro em duas tentativas consecutivas.

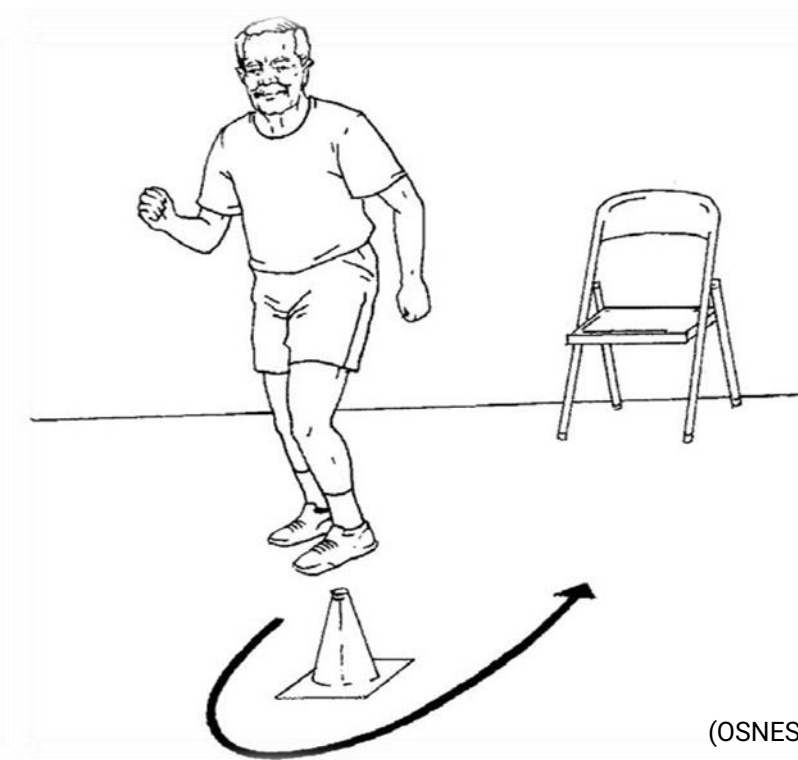
Anote a distância alcançada pelo participante, que será usada para avaliar sua aptidão cardiorrespiratória.

- Atletas corrida / futebol



Agilidade

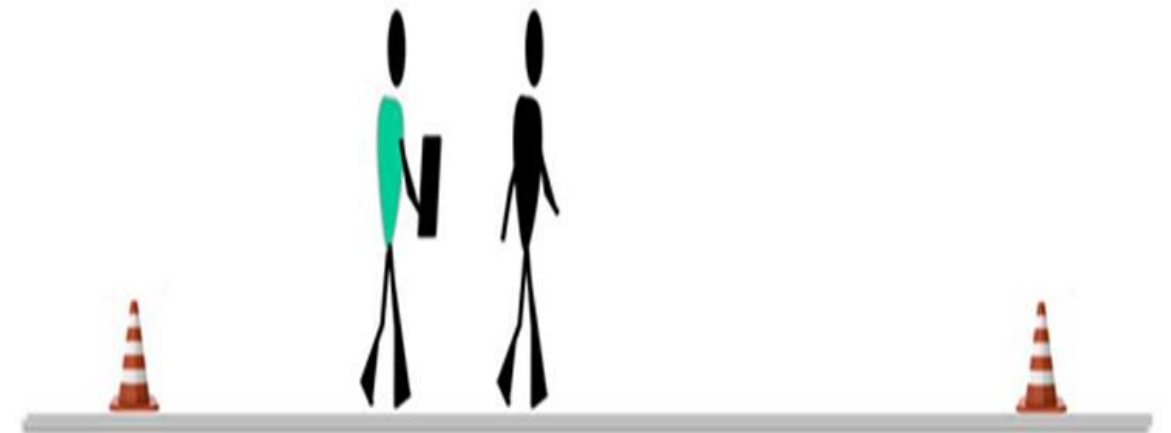
- Levantar de uma cadeira e dar uma volta em um cone localizado à direita a 1,5 m para trás e 1,8 m para o lado da cadeira, e retornar o mais rápido possível à posição sentada e levanta os pés.
- Em seguida iniciava-se o mesmo movimento para o lado oposto, completando um ciclo.
- Uma tentativa equivale a dois ciclos. 2 x (escolhe o melhor tempo).



(OSNESS et al., 1990)

Caminhada 6 minutos

- Distância percorrida e o percurso foi um retângulo de 4,57 por 18,28 m,
- Caminhar o mais próximo possível dos cones na maior velocidade possível, sem correr, durante seis minutos.
- Quando o tempo encerrou, elas ficam paradas no mesmo lugar para que fosse medida a distância total percorrida.



(RIKLI; JONES, 1999)

Nível de Aptidão Física do American Heart Association - AHA Para Mulheres - Vo2 max em ml(kg.min)					
Idade	Muito Fraca	Fraca	Regular	Boa	Excelente
20 - 29	- 24	24 - 30	31 - 37	38 - 48	> 49
30 - 39	- 20	20 - 27	28 - 33	34 - 44	> 45
40 - 49	- 17	17 - 23	24 - 30	31 - 41	> 42
50 - 59	- 15	15 - 20	21 - 27	28 - 37	> 38
60 - 69	- 13	13 - 17	18 - 23	24 - 34	> 35

V02max : 32,7 ml/kg/min

Nível de Aptidão Física do American Heart Association - AHA Para Homens - Vo2 max em ml(kg.min)					
Idade	Muito Fraca	Fraca	Regular	Boa	Excelente
20 - 29	-25	25 - 33	34 - 42	43 - 52	> 53
30 - 39	-23	23 - 30	31 - 38	39 - 48	> 49
40 - 49	-20	20 - 26	27 - 35	36 - 44	> 45
50 - 59	-18	18 - 24	25 - 33	34 - 42	> 43
60 - 69	-16	16 - 12	23 - 30	31 - 40	> 41



TUDO É TREINÁVEL!

Obrigada! karodrigues@usp.br



Referências

- ACSM American College of Sports Medicine, W. J. Chodzko-Zajko, D. N. Proctor et al., “American College of Sports Medicine position stand: exercise and physical activity for older adults,” **Med Sports Sci**, vol. 41, pp. 1510–1530, 2009.
- OSNESS, W. H; ADRIAN, M.; CLARK, B. Functional fitness assessment for adults over 60 years. Reston: American Alliance for Health, Physical Education, and Dance, 1990.
- ROGNMO, Ø. et al. High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, v. 11, n. 3, p. 216-222, 2004.
- PEREIRA, L. N. et al. Correlação entre o VO2max estimado pelo Teste de Cooper de 12 minutos e pelo YoYo Endurance Test L1 em atletas de futebol. **Revista Brasileira de Futebol (The Brazilian Journal of Soccer Science)**, v. 1, n. 1, p. 33-41, 2008.
- FLECK, Steven J.; KRAEMER, William J. Fundamentos do treinamento de força muscular. Artmed Editora, 2017.
- BRUM PC; FORJAZ CLM; TINUCCI T; NEGRÃO CE. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Rev. paul. Educ. Fís.*, São Paulo, v.18, p.21-31, ago. 2004. Disponível em: <http://sis.posugf.com.br/AreaProfessor/Materiais/Arquivos/824.pdf>
- WEINECK, J. - Treinamento ideal. 9ª ed. São Paulo: Manoele, 2003.
- PRESTES J. , FOSCHINI D. , MARCHETTI P. - Prescrição e periodização do treinamento de força em academias. 2ed. Barueri-SP:Manoele, 2016.
- RIKLI, R. E.; JONES, C. J. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J. Aging Physic. Act.*, v. 7, p. 129-181, 1999.

AULA PRÁTICA 19/09 (14h)

- Roupas leves e tênis
- Não fazer atividade **muito** vigorosa (24h)

Testes Cardiorrespiratórios Indiretos

- Aquecimento e aplicação Borg
- Caminhada 6 minutos
- Yo-yo Teste
- Agilidade

Testes parâmetros fisiológicos – população especial (idosos)

- Sentar e Levantar
- Flexão e extensão de cotovelos
- Flexibilidade membros inferiores e superiores