

Classificação Nacional da Aptidão Cardiorrespiratória pelo Consumo Máximo de Oxigênio

Brazilian Cardiorespiratory Fitness Classification Based on Maximum Oxygen Consumption

Artur Haddad Herdy^{1,2,3} e Ananda Caixeta¹

Instituto de Cardiologia de Santa Catarina¹; Clínica Cardiosport²; Universidade do Sul de Santa Catarina³, Florianópolis, SC – Brasil

Resumo

Fundamento: O teste cardiopulmonar de exercício (TCPE) é a ferramenta disponível mais completa na avaliação da capacidade aeróbica funcional (CF) do indivíduo. O consumo máximo de oxigênio (VO₂ max), importante marcador biológico, reflete a real CF.

Objetivo: Elaborar uma classificação de aptidão cardiorrespiratória (ACR) baseada no VO₂ max em uma amostra nacional de sujeitos saudáveis e ativos de ambos os sexos.

Métodos: Seleccionamos 2837 TCPE de indivíduos entre 15 e 74 anos, assim distribuídos: G1 (15 a 24); G2 (25 a 34); G3 (35 a 44); G4 (45 a 54); G5 (55 a 64) e G6 (65 a 74). A ACR boa foi a média do VO₂ max obtido em cada grupo, gerando as seguintes subclassificações: Muito Fraca (MF) VO₂ < 50% da média; Fraca (F): 50%-80%; Regular (R): 80%-95%; Boa (B): 95%-105%; e Excelente (E) > 105%.

Resultados:

Homens	MF < 50%	F 50-80%	R 80-95%	B 95-105%	E > 105%
G1	< 25,30	25,30-40,48	40,49-48,07	48,08-53,13	> 53,13
G2	< 23,70	23,70-37,92	37,93-45,03	45,04-49,77	> 49,77
G3	< 22,70	22,70-36,32	36,33-43,13	43,14-47,67	> 47,67
G4	< 20,25	20,25-32,40	32,41-38,47	38,48-42,52	> 42,52
G5	< 17,54	17,65-28,24	28,25-33,53	33,54-37,06	> 37,06
G6	< 15	15,00-24,00	24,01-28,50	28,51-31,50	> 31,50
Mulheres					
G1	< 19,45	19,45-31,12	31,13-36,95	36,96-40,84	> 40,85
G2	< 19,05	19,05-30,48	30,49-36,19	36,20-40,00	> 40,01
G3	< 17,45	17,45-27,92	27,93-33,15	33,16-34,08	> 34,09
G4	< 15,55	15,55-24,88	24,89-29,54	29,55-32,65	> 32,66
G5	< 14,30	14,30-22,88	22,89-27,17	27,18-30,03	> 30,04
G6	< 12,55	12,55-20,08	20,09-23,84	23,85-26,35	> 26,36

Conclusão: A presente tabela estratifica o VO₂ max aferido em esteira em uma robusta amostra nacional e pode ser utilizada como opção para a real avaliação funcional de indivíduos ativos e saudáveis de acordo com sexo e faixa etária. (Arq Bras Cardiol. 2016; 106(5):389-395)

Palavras-chave: Teste de exercício; Avaliação funcional; Avaliação em saúde.

Abstract

Background: Cardiopulmonary exercise test (CPET) is the most complete tool available to assess functional aerobic capacity (FAC). Maximum oxygen consumption (VO₂ max), an important biomarker, reflects the real FAC.

Objective: To develop a cardiorespiratory fitness (CRF) classification based on VO₂ max in a Brazilian sample of healthy and physically active individuals of both sexes.

Methods: We selected 2837 CEPT from 2837 individuals aged 15 to 74 years, distributed as follows: G1 (15 to 24); G2 (25 to 34); G3 (35 to 44); G4 (45 to 54); G5 (55 to 64) and G6 (65 to 74). Good CRF was the mean VO₂ max obtained for each group, generating the following subclassification: Very Low (VL): VO₂ < 50% of the mean; Low (L): 50% - 80%; Fair (F): 80% - 95%; Good (G): 95% -105%; Excellent (E) > 105%.

Results:

Men	VL < 50%	L 50-80%	F 80-95%	G 95-105%	E > 105%
G1	< 25.30	25.30-40.48	40.49-48.07	48.08-53.13	> 53.13
G2	< 23.70	23.70-37.92	37.93-45.03	45.04-49.77	> 49.77
G3	< 22.70	22.70-36.32	36.33-43.13	43.14-47.67	> 47.67
G4	< 20.25	20.25-32.40	32.41-38.47	38.48-42.52	> 42.52
G5	< 17.54	17.65-28.24	28.25-33.53	33.54-37.06	> 37.06
G6	< 15	15.00-24.00	24.01-28.50	28.51-31.50	> 31.50
Women					
G1	< 19.45	19.45-31.12	31.13-36.95	36.96-40.84	> 40.85
G2	< 19.05	19.05-30.48	30.49-36.19	36.20-40.00	> 40.01
G3	< 17.45	17.45-27.92	27.93-33.15	33.16-34.08	> 34.09
G4	< 15.55	15.55-24.88	24.89-29.54	29.55-32.65	> 32.66
G5	< 14.30	14.30-22.88	22.89-27.17	27.18-30.03	> 30.04
G6	< 12.55	12.55-20.08	20.09-23.84	23.85-26.35	> 26.36

Conclusions: This chart stratifies VO₂ max measured on a treadmill in a robust Brazilian sample and can be used as an alternative for the real functional evaluation of physically and healthy individuals stratified by age and sex. (Arq Bras Cardiol. 2016; 106(5):389-395)

Keywords: Respiratory Function Tests; Exercise; Exercise Test; Oxygen Consumption.

Full texts in English - <http://www.arquivosonline.com.br>

Correspondência: Artur Haddad Herdy •

Instituto de Cardiologia de Santa Catarina. Rua Newton Ramos 91- 601-A, Centro. CEP 88015-395, Florianópolis, SC – Brasil

E-mail: arherdy@cardiosport.com.br

Artigo recebido em 13/10/14; revisado em 30/04/15; aceito em 26/06/15

Introdução

O teste cardiopulmonar de exercício (TCPE) é considerado uma das ferramentas mais completas na avaliação da capacidade funcional aeróbica de um indivíduo, pois permite uma avaliação integrada da resposta ao exercício, envolvendo o sistema cardiovascular, pulmonar, hematopoiético, neurofisiológico e músculo-esquelético.¹ Na prática clínica, vem sendo amplamente utilizado para investigação de doenças cardíacas e pulmonares, estratificação de risco em pacientes com insuficiência cardíaca e prescrição otimizada de exercícios físicos.²⁻⁵ No Brasil, o TCPE é preferencialmente realizado em esteira rolante, porém, em muitos outros países, a preferência é pelo cicloergômetro. Por sua vez, o consumo máximo de oxigênio (VO_2 max) reflete a máxima capacidade de um indivíduo absorver, transportar e consumir oxigênio.² Os principais fatores determinantes de um VO_2 max normal são: fatores genéticos, quantidade de massa muscular, idade, sexo e peso corporal.^{1,2} Na prática, considera-se VO_2 max o equivalente ao maior valor de VO_2 obtido no pico do esforço, sendo esse o valor geralmente utilizado para a classificação da aptidão cardiorrespiratória (ACR) na população. Neste manuscrito, para fins práticos, denominaremos o VO_2 pico, que de fato foi o medido, como VO_2 max.

São poucos os estudos na literatura que fornecem tabelas de referência populacionais de ACR, e não se sabe ao certo se as classificações são extrapoláveis para outras populações. A maior parte dos trabalhos publicados foi baseada em tamanhos de amostra pequenos e que diferiam significativamente em relação ao perfil da população estudada.^{6,7} As tabelas de classificação de ACR mais utilizadas em nosso país são: a da American Heart Association (AHA), publicada em 1972 (Tabela 1), e a de Cooper, de 1987. Por não existir no Brasil uma classificação robusta e amplamente utilizada de ACR para o TCPE, estamos propondo uma classificação baseada em dados da nossa população. Tais dados são derivados de recente publicação, cujos valores foram utilizados como referência para TCPE em esteira rolante (protocolo de rampa), para homens e mulheres sedentários e ativos.⁸

Métodos

Para o presente estudo foi utilizada uma amostra de 9.250 TCPE, realizados em grande centro de referência de cardiologia no sul do Brasil (maiores detalhes podem ser consultados em publicação prévia).⁸ Foram excluídos, através de questionário realizado no momento do teste, indivíduos com qualquer sintoma sugestivo de doença ou patologia relatada, atletas amadores ou profissionais, tabagistas, indivíduos em uso de qualquer medicação, obesos (índice de massa corporal - IMC > 30) e testes com razão de troca respiratória entre a produção de gás carbônico e o consumo de oxigênio ($R < 1,1$). Após aplicação dos critérios de exclusão, 3.922 foram identificados. Desses, foram selecionados 2.837 exames, que correspondiam aos indivíduos saudáveis e ativos. Esses sujeitos realizavam qualquer tipo de atividade física aeróbica formal de lazer por, pelo menos, 30 minutos diários, no mínimo três vezes por semana, sendo de ambos os sexos, de diferentes etnias, estando em faixa etária entre 15 e 74 anos.⁸

Todos os testes de exercício foram executados por cardiologistas habilitados em ergometria e em TCPE pelo Departamento de Ergometria e Reabilitação Cardiovascular da Sociedade Brasileira de Cardiologia (DERC-SBC). Os pacientes realizaram o teste em esteira ergométrica (Inbrasport - ATL®, Brasil, 1999, Software ErgoPC Elite Versão 3.3.6.2, Micromed Brasil, 1999), tendo sido utilizado protocolo de rampa. Analisador de gases tipo *mixing chamber* (MetaLyzer II, Cortex® - Leipzig, Alemanha, 2004) foi usado para coleta dos gases expirados. Para a estatística descritiva foram utilizadas medidas de tendência central, como média, além de medidas de dispersão, por meio do desvio-padrão. O programa utilizado para as análises estatísticas e tabelas foi o Excel, Microsoft 2008.

Os grupos foram divididos em sexo feminino e masculino, e as faixas etárias foram divididas em seis grupos entre 15 e 74 anos, conforme as referências utilizadas: G1 (15 a 24); G2 (25 a 34); G3 (35 a 44); G4 (45 a 54); G5 (55 a 64) e G6 (65 a 74).

Tabela 1 – Aptidão cardiorrespiratória pelo consumo máximo de oxigênio (VO_2 max - ml/kg.min) pela American Heart Association - 1972

Homens	Muito fraca	Fraca	Razoável	Boa	Excelente
Faixa Etária (anos)					
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	16-22	23-30	31-40	≥ 41
Mulheres	Muito fraca	Fraca	Razoável	Boa	Excelente
Faixa Etária (anos)					
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

A proposta de classificação da ACR neste estudo foi construída com base nos 2.837 testes realizados em indivíduos aparentemente saudáveis. Arbitrariamente, adotamos como aptidão “Boa” a média do VO_2 max expresso em $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ obtido em cada grupo e, a partir desse dado, classificamos da seguinte forma: aptidão “muito fraca” (valor do VO_2 < 50% da média), “fraca” (50-80%), “regular” (80-95%), “boa” (95-105%) e “excelente” (> 105%).

Para validar internamente nossa classificação, distribuímos os pacientes sedentários de ambos os sexos da amostra populacional utilizada, conforme publicação prévia⁸ (de acordo com a proposta de classificação de ACR). Essa pesquisa foi devidamente aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Cardiologia de Santa Catarina.

Resultados

As Tabelas 2 e 3 apresentam os valores médios do VO_2 max da população original, o número de exames de TCPE, de acordo com sexo e faixa etária, em indivíduos ativos e sedentários. Observa-se que o valor do VO_2 max é superior nos grupos ativos, em comparação aos sedentários, e que os homens possuem um VO_2 max superior ao das mulheres. Nas Tabelas 4 e 5 está apresentada nossa proposta de classificação de ACR, com 5 diferentes classes, de acordo com sexo e faixa etária de indivíduos aparentemente saudáveis. A Tabela 6 demonstra a classificação da população sedentária da amostra original, enquadrada, na nova tabela de ACR proposta neste trabalho, para homens e mulheres sedentários. Podemos observar que os sedentários sempre serão classificados como ACR regular ou fraca.

Os valores do VO_2 max tiveram queda, como esperado, ao longo das faixas etárias em ambos os sexos (Figuras 1 e 2).

Discussão

Nosso estudo elaborou uma tabela de ACR baseada nos valores de VO_2 max aferido pelo TCPE em protocolo de rampa em esteira ergométrica, a fim de classificar de forma mais precisa uma robusta amostra nacional de sujeitos saudáveis e ativos de ambos os sexos. Optamos por utilizar como base os dados dos indivíduos ativos, pois partiríamos de uma boa ACR nos valores correspondentes à média. O fato de não fazermos essa classificação com os sedentários nos propiciou a tentativa de validar nossa proposta, observando em que faixa os mesmos se enquadrariam.

Analisando nossa classificação, pudemos corroborar que a ACR em homens ativos é maior que em mulheres ativas para a mesma faixa etária e que, em ambos os sexos, os indivíduos ativos apresentam ACR superior à dos sedentários. Conforme citado por Nunes et al.⁷, os valores médios do VO_2 max nas mulheres são inferiores aos dos homens, correspondendo a apenas 70% dos valores médios do VO_2 max dos mesmos. No presente estudo, observou-se que a média do VO_2 max das mulheres correspondeu a uma variação entre 76% e 83% da média do VO_2 max dos homens dentro da mesma faixa etária.

Os indivíduos sedentários apresentam não só um VO_2 max menor em relação aos indivíduos ativos, mas também um declínio duas vezes maior do VO_2 max à medida que envelhecem.^{9,10} A prática regular do exercício reduz a taxa de declínio do VO_2 max em relação àquela de indivíduos sedentários,¹¹ e, quanto maior o VO_2 , maior a proteção contra eventos cardiovasculares. Um incremento na capacidade aeróbica está associado a aumento da sobrevida, como descrito por Myers et al.,¹² que demonstraram que o risco relativo de morte por qualquer causa aumentou significativamente à medida que a capacidade funcional diminuiu, independentemente dos fatores de risco envolvidos. Os autores também observaram que, a cada 1 MET de incremento na ACR, ocorria um aumento de 12% na sobrevida.¹²

A maioria das tabelas de classificação de ACR utilizadas na prática clínica foi proposta em outros países e não foi validada para a população brasileira, podendo resultar em discrepâncias relevantes, uma vez que essa classificação é extrapolada para a nossa população. Belli et al.¹³ demonstraram discrepâncias importantes quando comparadas tabelas internacionais com dados brasileiros. Nunes et al.⁷ classificaram a ACR em percentil, assim como feito por Cooper et al., e observaram diferença no VO_2 max comparando as duas tabelas.

O VO_2 max depende de uma prática frequente e constante de atividade física e pode ser aprimorado com treinos.¹⁴ No entanto, apesar de o volume ou intensidade do treino elevarem o VO_2 max em 10 a 30 %, também se observa uma importante influência genética. Pesquisas têm mostrado que a herança genética é a principal responsável pelo VO_2 max de cada indivíduo, podendo ser responsável por até 25% a 50% da variação nos valores do VO_2 max, ou seja, isoladamente é responsável por quase metade da ACR.¹⁵

Tabela 2 – Distribuição da população masculina ativa e sedentária de acordo com a média do VO_2 max ($\text{ml}/\text{kg}\cdot\text{min}$) em suas respectivas faixas etárias

Homens ativos						
Idade (anos)	15 – 24	25 – 34	35 – 44	45 – 54	55 – 64	65 – 74
Nº = 1818	343	597	427	285	134	32
VO_2 max médio ($\text{ml}/\text{kg}\cdot\text{min}$)	50,6 ± 7,3	47,4 ± 7,4	45,4 ± 6,8	40,5 ± 6,5	35,3 ± 6,2	30 ± 6,1
Homens sedentários						
Idade (anos)	15 – 24	25 – 34	35 – 44	45 – 54	55 – 64	65 – 74
Nº = 570	85	188	157	100	30	10
VO_2 max médio ($\text{ml}/\text{kg}\cdot\text{min}$)	47,4 ± 7,9	41,9 ± 7,2	39,9 ± 6,8	35,6 ± 7,7	30 ± 6,3	23,1 ± 6,3

Tabela 3 – Distribuição da população feminina ativa e sedentária de acordo com a média do VO₂ max (ml/kg.min) em suas respectivas faixas etárias

Mulheres ativas						
Idade (anos)	15 – 24	25 – 34	35 – 44	45 – 54	55 – 64	65 – 74
Nº = 1019	177	300	229	206	81	26
VO ₂ max médio (ml/kg.min)	38,9 ± 5,7	38,1 ± 6,6	34,9 ± 5,9	31,1 ± 5,4	28,6 ± 6,1	25,1 ± 4,4
Mulheres sedentárias						
Idade (anos)	15 – 24	25 – 34	35 – 44	45 – 54	55 – 64	65 – 74
Nº = 515	85	149	108	108	40	25
VO ₂ max médio (ml/kg.min)	35,6 ± 5,7	34,0 ± 4,8	30,0 ± 5,4	27,2 ± 5,0	23,9 ± 4,2	21,3 ± 3,4

Tabela 4 – Classificação da aptidão cardiorrespiratória pelo consumo máximo de oxigênio (VO₂ max - ml/kg.min) para o sexo masculino

Faixa Etária (anos)	Muito fraca	Fraca	Regular	Boa	Excelente
15 – 24	< 25,30	25,30 – 40,48	40,49 – 48,07	48,08 – 53,13	> 53,13
25 – 34	< 23,70	23,70 – 37,92	37,93 – 45,03	45,04 – 49,77	> 49,77
35 – 44	< 22,70	22,70 – 36,32	36,33 – 43,13	43,14 – 47,67	> 47,67
45 – 54	< 20,25	20,25 – 32,40	32,41 – 38,47	38,48 – 42,52	> 42,52
55 – 64	< 17,54	17,65 – 28,24	28,25 – 33,53	33,54 – 37,06	> 37,06
65 – 74	< 15	15,00 – 24,00	24,01 – 28,50	28,51 – 31,50	> 31,50

Tabela 5 – Classificação da aptidão cardiorrespiratória pelo consumo máximo de oxigênio (VO₂ max - ml/kg.min) para o sexo feminino

Faixa Etária (anos)	Muito fraca	Fraca	Regular	Boa	Excelente
15 – 24	< 19,45	19,45 – 31,12	31,13 – 36,95	36,96 – 40,84	> 40,85
25 – 34	< 19,05	19,05 – 30,48	30,49 – 36,19	36,20 – 40,00	> 40,01
35 – 44	< 17,45	17,45 – 27,92	27,93 – 33,15	33,16 – 34,08	> 34,09
45 – 54	< 15,55	15,55 – 24,88	24,89 – 29,54	29,55 – 32,65	> 32,66
55 – 64	< 14,30	14,30 – 22,88	22,89 – 27,17	27,18 – 30,03	> 30,04
65 – 74	< 12,55	12,55 – 20,08	20,09 – 23,84	23,85 – 26,35	> 26,36

O VO₂ max pode ser medido de forma direta, através da análise dos gases expirados durante o TCPE, ou indireta, através de cálculos. Apesar de algumas dessas equações de predição resultar em associação aceitável com os valores obtidos nas medidas diretas, essa diferença é muito variável, dependendo da população estudada. O erro para um dado indivíduo pode ser bastante alto, girando entre 15% e 20% em alguns estudos, podendo em raros casos alcançar ou exceder 30%, uma margem de erro alta, considerando outras medidas da área biológica.¹⁶

De acordo com os dados obtidos neste estudo, observa-se uma queda do VO₂ max, relacionada à idade. Tal queda nas mulheres tem uma variação menor de uma faixa etária para outra, quando comparamos com os homens. Nossos dados apontam para uma queda do VO₂ max mais acentuada nas mulheres ativas do grupo 3 para o grupo 4, com média de 0,38 ml.kg⁻¹.min⁻¹ por ano. Nas sedentárias, a queda foi mais acentuada do grupo 2

para o grupo 3, com média de 0,4 ml.kg⁻¹.min⁻¹ por ano. Já no sexo masculino, tanto no grupo ativo quanto no sedentário, a queda do VO₂ max foi mais acentuada do grupo 5 para o grupo 6, com média de 0,53 ml.kg⁻¹.min⁻¹ por ano no grupo ativo e de 0,69 ml.kg⁻¹.min⁻¹ por ano no sedentário. Nunes et al.⁷ demonstraram uma queda do VO₂ max no sexo masculino de 0,4 ml.kg⁻¹.min⁻¹ por ano, dos 20 aos 60 anos. Por sua vez, Belli et al.¹³ (apesar da aferição indireta do VO₂ max) evidenciaram uma queda no VO₂ max médio a partir dos 50 anos, em torno de 20% a 25% por década, sendo mais acentuada após os 60 anos. Estima-se uma queda no VO₂ max de aproximadamente 0,4 ml.kg⁻¹.min⁻¹ por ano a partir dos 25 anos, e esse declínio do VO₂ max é aproximadamente duas vezes maior em indivíduos sedentários em comparação aos ativos.^{8,9}

Com o intuito de aplicar nossa nova proposta de ACR, utilizamos a tabela elaborada para classificar os pacientes sedentários submetidos ao TCPE, nas mesmas condições que

Tabela 6 – Classificação da aptidão cardiorrespiratória pelo consumo máximo de oxigênio (VO_2 max - ml/kg.min) da população sedentária masculina e feminina do estudo original na nova tabela de aptidão cardiorrespiratória

Homens					
Faixa Etária (anos)	Muito fraca	Fraca	Regular	Boa	Excelente
15 – 24			$VO_2 = 47,4$		
25 – 34			$VO_2 = 41,9$		
35 – 44			$VO_2 = 39,9$		
45 – 54			$VO_2 = 35,6$		
55 – 64			$VO_2 = 30,0$		
65 – 74		$VO_2 = 23,2$			
Mulheres					
15 – 24			$VO_2 = 35,6$		
25 – 34			$VO_2 = 34,0$		
35 – 44			$VO_2 = 30,0$		
45 – 54			$VO_2 = 27,2$		
55 – 64			$VO_2 = 23,9$		
65 – 74			$VO_2 = 21,2$		

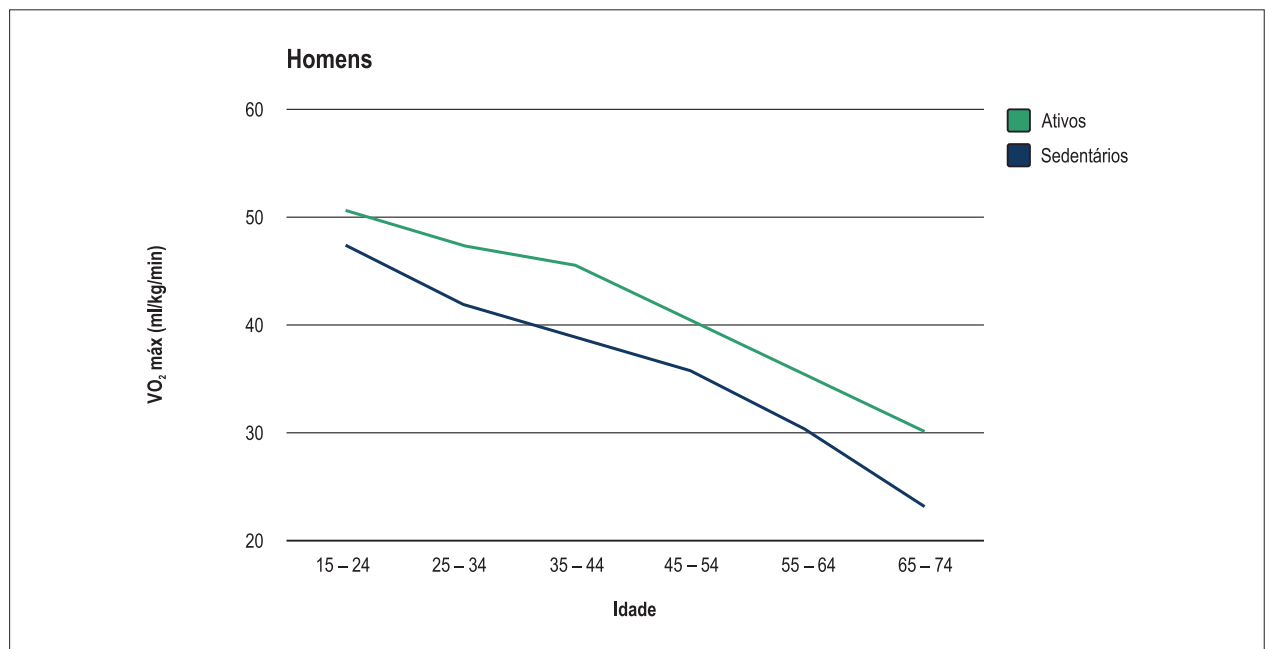


Figura 1 – Evolução do consumo máximo de oxigênio (VO_2 max - ml/kg.min) ao longo dos anos em homens.

os indivíduos ativos da população original. Essa seria uma das formas de validarmos a proposta de classificação, averiguando como se enquadrariam os valores de VO_2 max nesses indivíduos. Diferentemente de estudos que estimam o VO_2 max de forma indireta, o VO_2 max direto mostra que a ACR nos pacientes sedentários é classificada como, no máximo, regular, independentemente de idade e sexo (demonstrado na Tabela 6). Do ponto de vista prático, os indivíduos

sedentários apresentam menor tolerância ao esforço e, por isso, a prescrição de exercícios físicos para indivíduos ativos e sedentários deve ser diferenciada.¹⁷

As tabelas de ACR de Cooper¹⁸ e da AHA¹⁹ (Tabela 1), a segunda publicada em 1972, são as mais utilizadas para classificação da ACR nos softwares para TCPE no Brasil. No entanto, não se encontram disponíveis na literatura dados referentes aos métodos e tipo de amostra utilizados para a

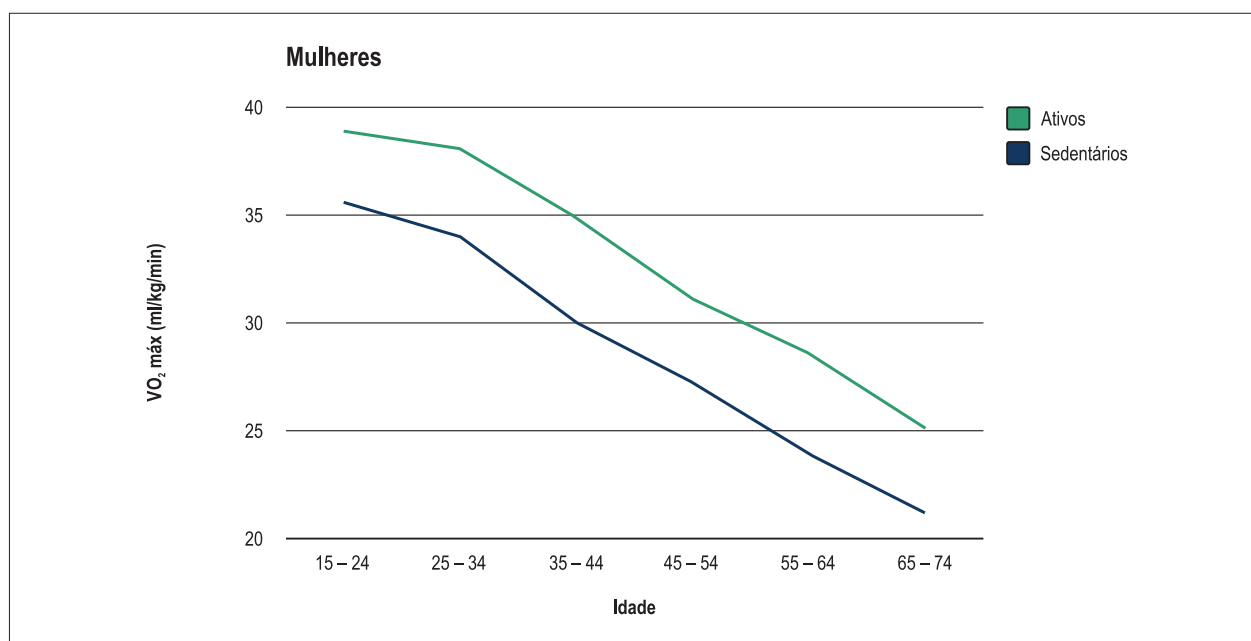


Figura 2 – Evolução do consumo máximo de oxigênio ($VO_2\text{ max}$ - ml/kg.min) ao longo dos anos em mulheres.

elaboração da tabela da AHA. Dessa forma, a comparação entre os dados obtidos no nosso estudo com a tabela da AHA fica limitada. Nossa classificação abrange uma faixa etária mais ampla, variando de 15 a 74 anos, em comparação com a da AHA (20 a 69 anos). Ao observarmos o $VO_2\text{ max}$ das duas tabelas, notamos que, nas faixas etárias mais baixas, o $VO_2\text{ max}$ é muito semelhante. No entanto, nos pacientes nas demais faixas etárias, observamos um distanciamento maior entre os nossos dados e os valores do $VO_2\text{ max}$ da AHA.

Observando as tabelas de ACR existentes nos trabalhos até então publicados, constatamos que a grande maioria foi estabelecida com TCPE realizado em cicloergômetro. A diferença do $VO_2\text{ max}$ obtido em testes realizados em esteira, quando comparados aos feitos em bicicleta, verificada por diversos autores, é da ordem de 5% a 17%, sendo em média 8% maior na esteira ergométrica.^{20,21} Essa diferença é atribuída ao tamanho da massa muscular ativa, a qual é maior na esteira rolante inclinada superiormente. Outro fator importante se refere ao efeito de pedalar, o qual ocasiona uma fadiga muscular localizada, quando da utilização dos grandes grupos musculares da coxa, fadiga essa que pode ocorrer antes de se impor um esforço máximo aos sistemas circulatórios e respiratórios, gerando um $VO_2\text{ max}$ menor.²

A faixa etária em nosso estudo foi bastante ampla, e procuramos incluir adolescentes acima de 15 anos. Acreditamos que, acima dessa faixa etária, eles já apresentam um amadurecimento muscular e desempenho muito próximo ao dos adultos jovens, com menos de 25 anos.^{22,23} Entendemos que a presente proposta de classificação traz uma ferramenta que pode e deve ser testada como instrumento de predição de risco de morbimortalidade futura, de acordo com perfil funcional de cada indivíduo. Para isso, futuros estudos serão necessários.

Algumas limitações são dignas de nota, como a falta de padronização para os protocolos de testes em rampa.

Os indivíduos classificados como ativos eram praticantes de diferentes tipos de exercícios e esportes. Tal fato dificulta a comparação dos resultados em distintas populações. É salutar que novos estudos venham a ser realizados, utilizando o protocolo de rampa nas mesmas intensidades e inclinações, com indivíduos praticantes de um mesmo tipo de exercício-aeróbico, pois isso aperfeiçoaria a análise e a comparação dos resultados. Indivíduos portadores de hipertensão, diabéticos, dislipidêmicos, aqueles em uso de qualquer medicação e os com IMC acima de 30 (obesos) foram excluídos, o que deixa dúvida da aplicabilidade desta classificação nesses subgrupos de pacientes. Sabemos também que a população brasileira é muito diversificada e que, no sul do Brasil, há um predomínio da colonização europeia (menor percentual de afrodescendentes e índios, em comparação com outras regiões do país). Novos estudos devem ser desenvolvidos, incluindo indivíduos de etnias distintas, oriundos de outras regiões do Brasil e comparados com a classificação proposta para se verificar se os valores podem ser diferentes.

Conclusão

Este é um dos poucos estudos brasileiros a propor uma tabela de ACR com dados extraídos de uma robusta amostra populacional, baseados no $VO_2\text{ max}$ aferido através de TCPE em esteira. Esses dados podem ser utilizados como opção para classificação funcional dos indivíduos de acordo com sexo e faixa etária, colocando em perspectiva os diferentes perfis de risco de acordo com a real ACR.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Herdy AH e Caixeta A. Obtenção de dados: Herdy AH. Análise e interpretação dos dados: Herdy AH e Caixeta A. Análise estatística: Herdy AH e Caixeta A. Obtenção de financiamento: Herdy AH. Redação do manuscrito:

Herdy AH e Caixeta A. Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Herdy AH e Caixeta A.

Potencial Conflito de Interesse

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação Acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

Referências

1. Wasserman K, Whipp BJ. Exercise physiology in health and disease. *Am Rev Resp Dis*. 1975;112(2):219-49.
2. Wasserman K. Principles of exercise testing and interpretation: including pathophysiology and clinical applications. 5th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2012.
3. Meneghelo RS, Araújo CG, Stein R, Mastrocolla LE, Albuquerque PF, Serra SM, et al; Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. *Arq Bras Cardiol*. 2010;95(5 sup. 1):1-26.
4. Herdy AH, López-Jimenez F, Terzic CP, Milani M, Stein R, Carvalho T, et al. South American guidelines for cardiovascular disease prevention and rehabilitation. *Arq Bras Cardiol*. 2014;103(2 Suppl.1):1-31.
5. Arena R, Sietsema KE. Cardiopulmonary exercise testing in the clinical evaluation of patients with heart and lung disease. *Circulation*. 2011;123(6):668-80.
6. Koch B, Shaper C, Ittermann T, Spielhagen T, Dorr M, Volzke H, et al. Reference values for cardiopulmonary exercise testing in health volunteers: the SHIP study. *Eur Respir J*. 2009;33(2):389-97.
7. Nunes RA, Pontes GF, Dantas PM, Fernandes Filho J. Tabela referencial de condicionamento cardiorrespiratório. *Fitness & Performance Journal*. 2005;4(1):27-33.
8. Herdy AH, Uhlendorf D. Reference values for cardiopulmonary exercise testing for sedentary and active men and women. *Arq Bras Cardiol*. 2011;96(1):54-9.
9. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. 3^a. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1992.
10. Williams RA. O atleta e a doença cardíaca. Diagnóstico, avaliação e conduta. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.
11. Rogers MA, Hagberg JM, Martin WH, Ehsani AA, Holloszy JO. Decline in VO₂ max with aging in master athletes and sedentary men. *J Appl Physiol*. 1990;68(5):2195-9.
12. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med*. 2002;346(11):793-801.
13. Belli KC, Calegari C, Richter CM, Klafke JZ, Stein R, Viecili PR. Cardiorespiratory fitness of a Brazilian regional sample distributed in different tables. *Arq Bras Cardiol*. 2012;99(3):811-7. Erratum in: *Arq Bras Cardiol*. 2012;99(4):965.
14. Duscha BD, Slentz CA, Johnson JL, Houmard JA, Bensimhon DR, Knetzger KJ, et al. Effects of exercise training amount and intensity on peak oxygen consumption in middle-age men and women at risk for cardiovascular disease. *Chest*. 2005;128(4):2787-93.
15. Bouchard C, Dionne FT, Simoneau AJ, Boulay MR. Genetics of aerobic and anaerobic performances. *Exerc Sport Sic Rev*. 1992;20:27-58.
16. Araújo CG, Herdy AH, Stein R. Maximum oxygen consumption measurement: valuable biological marker in health and in sickness. *Arq Bras Cardiol*. 2013;100(4):e51-3.
17. Costa EC, Costa FC, Oliveira GW, et al. Capacidade cardiorrespiratória de mulheres jovens com diferentes níveis de atividade física. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. 2009;3(14):139-45.
18. Cooper K. The new aerobics. New York: M Evans and Company; 1970.
19. Washington A. Ergometria, reabilitação e cardiologia desportiva. Rio de Janeiro: Revinter; 2011.
20. Astrand PO. Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age. *Fiep Bulletin*. 1952(2):19-21.
21. Neiderberger M, Bruce RA, Kusumi F, Whitkanack S. Disparities in ventilatory and circulatory responses to bicycle and treadmill exercise. *Br Heart J*. 1974;36(4):377-82.
22. Rodrigues AN, Perez AJ, Carletti L, Bisoli NS, Abreu GR. Maximum oxygen uptake in adolescents as measured by cardiopulmonary exercise testing: a classification proposal. *J Pediatr*. 2006;82(6):426-30.
23. Ghorayeb N, Costa RV, Castro I, Daher DJ, Oliveira Filho JA, Oliveira MA, et al; Sociedade Brasileira de Cardiologia. [Guidelines on exercise and sports cardiology from the Brazilian Society of Cardiology and the Brazilian Society of Sports Medicine]. *Arq Bras Cardiol*. 2013;100(1 Suppl. 2):1-41.