



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

**Apresentação e discussão de 5 testes indiretos de aptidão
cardiorrespiratória: fundamentação, metodologia, exequibilidade,
confiabilidade e correlação com ergoespirometria**

Docente: Prof. Dr. Hugo Celso Dutra de Souza

Discentes: Isabela Oliveira Jasinevicius - 10352461

João Pedro Borges – 10312977

Naiara Teixeira Chinellato - 10312786

INTRODUÇÃO

O consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx) é definido como a mais alta taxa de oxigênio consumida para realizar um esforço máximo (ASTRAND, P. O., 1952) e sua determinação gera importantes informações acerca da capacidade de fornecimento de energia e nível de aptidão física dos sujeitos (CAPUTO, F. et al., 2009; BASSETT, D. R. 2000). A determinação desta variável reflete a integração entre os sistemas respiratório, cardiovascular e neuromuscular fazendo com que o VO_2 máx mostre-se uma medida fundamental para a prescrição de treinamento (ATTERHÖG, J. et al., 1979).

Dentro das avaliações da aptidão cardiorrespiratória existem dois métodos propostos, o método direto e indireto de predizer a capacidade aeróbia (VO_2 máx). O método direto é conceituado como padrão ouro, desenvolvido através de um teste ergoespirométrico, com protocolo de cargas crescentes, sendo aferidos através de um analisador de gases as frações expiradas de oxigênio (O_2) e dióxido de carbono (CO_2) durante o protocolo, avaliando assim, com precisão a capacidade cardiorrespiratória e metabólica (DIAZ F. J. et al., 2000; RONDON M. U. P. B. et al., 1998).

O VO_2 máximo é uma medida laboratorial determinada durante o trabalho exaustivo em uma esteira motorizada ou em uma bicicleta ergométrica. O teste em esteira é preferido porque o desenvolvimento muscular específico e o treinamento extensivo são pré-requisitos para atingir o desempenho máximo em uma bicicleta ergométrica (NEWTON, J. L., 1963; ASTRAND, P. O., 1961). Uma vez determinado, o VO_2 máximo pode ser expresso em litros por minuto (L/min), mililitros por quilograma total corporal por minuto (mL/kg/min), ou mililitros por quilograma de massa corporal magra por minuto (mL/kg LBM/min). Embora o último seja o preferido, é tecnicamente difícil de realizar e o consumo máximo de oxigênio geralmente é expresso em ml/kg/min (ASTRAND, P. O., 1961).

Contudo, este teste apresenta um alto custo financeiro, necessita equipamentos sofisticados, laboratórios de avaliação e mão de obra especializada (HOBOLD, E. et al., 2016).

Já o método indireto de determinação do VO_2 máx tem sua aplicação facilitada, mas sua fidedignidade muitas vezes é questionada levando em consideração suas variáveis fisiológicas e equações matemáticas que cada protocolo disponibiliza (DIAZ F. J. et al., 2000). Outros fatores relevantes são considerados, como: fácil aplicação, custo reduzido, condições de teste que podem ser colocadas próximas a especificidade da modalidade (DIAZ F. J. et al., 2000; McARDLE W. D. et al., 1981).

Teste de caminhada de seis minutos (TC6)

A partir de uma adaptação do teste de corrida de 12 minutos introduzido por Kenneth, surgiu em meados da década de 70 o teste da caminhada de seis minutos, sendo utilizado inicialmente por McGavin com o objetivo de avaliar a capacidade funcional de pneumopatas (MCGAVIN C. R. et al., 1978).

Devido sua fácil administração, baixo custo operacional, ser considerado um exame simples e dinâmico, submáximo, bem tolerado pela maioria dos pacientes, limitado por tempo e podendo ser realizado a qualquer horário, a utilização desse teste de caminhada se tornou uma medida de desempenho para exercícios, programas de reabilitação, entre outros (PERECIN J. C. et al., 2003; SOLWAY S. et al., 2001; OLIVEIRA M. T. et al., 1996).

Este teste mede em um período de 6 minutos a distância que um paciente pode caminhar rapidamente em uma superfície plana, obtendo assim a máxima distância percorrida (DTC6).

Os equipamentos necessários para a realização do teste segundo a American Thoracic Society (2002) são: cronômetro, contador de voltas mecânico, dois pequenos cones para marcar os pontos de virada, uma cadeira que pode ser facilmente movida ao longo do percurso de caminhada, planilhas em uma área de transferência, uma fonte de oxigênio, esfigmomanômetro e um desfibrilador eletrônico automatizado.

A American Thoracic Society (2002) preconiza que não deve ser realizado um período de “aquecimento” antes do teste e que o paciente deve sentar-se em repouso em uma cadeira, localizada próximo à posição inicial do teste, por pelo menos 10 minutos antes do teste.

De acordo com a diretriz da American Thoracic Society (2002) alguns pontos devem ser considerados, como: utilizar vestuário adequado, desde roupa e calçados confortáveis, pois estes influenciam diretamente na facilitação da locomoção do paciente, seu conforto, assim como seu desempenho; posicionar o paciente em corredores ou em pistas circulares; orientar para que os pacientes percorram a maior distância tolerável durante o período do teste, sendo permitida a interrupção em caso

de sintomas limitantes, como fadiga extrema, entre outros, de tal modo que o paciente possa determinar o ritmo de sua caminhada, lembrando que o paciente não deve correr; proporcionar motivação ao paciente através de frases preconizadas de estímulo.

A verificação da FC, frequência respiratória (FR), saturação de O₂ (SpO₂) e pressão arterial (PA) antes, durante e após o término do teste é de suma importância, pois assim é possível notificar e analisar essas variáveis de modo mais efetivo e semelhante às atividades de vida diária do paciente. A percepção da intensidade de esforço físico também se faz necessária, aferida via escala de Borg durante e após a realização do teste, avaliando assim de modo subjetivo o nível de esforço para respirar e de fadiga.

0	Nenhuma
0,5	Muito, muito leve
1	Muito leve
2	Leve
3	Moderada
4	Pouca intensa
5	Intensa
6	
7	Muito intensa
8	
9	Muito, muito intensa
10	Máxima

Tabela 6 - Escala de Borg Modificada

Os pacientes devem usar seus dispositivos auxiliares de caminhada usuais durante o teste (bengala, andador, etc.), assim como o regime de medicamentos usual do paciente deve ser continuado; os pacientes não devem ter exercitado vigorosamente dentro de 2 horas do início do teste; deve-se informar o tempo de prova, a cada um minuto, assim como registrar quantas voltas o paciente percorreu durante o teste.

A distância máxima percorrida (DMP) é identificada como medida primária a ser aferida, sendo verificada através das equações de referência para adultos saudáveis propostas por Enright e Sherril (1998) determinando-se o percentual

previsto para cada teste realizado pelo paciente, questionando e aferindo dados como idade, sexo, altura e peso. Essas equações consistem em:

Homens:

Distância TC6M (m): $(7,57 \times \text{altura cm}) - (5,02 \times \text{idade em anos}) - (1,76 \times \text{peso em kg}) - 309$

Mulheres:

Distância TC6M (m): $(2,11 \times \text{altura cm}) - (2,29 \times \text{peso em kg}) - (5,78 \times \text{idade em anos}) + 667$

Oliveira et al., (1996) dividiram em suas pesquisas a DMP em níveis, sendo que o nível 1 refere-se às caminhadas inferiores à 300m; nível 2 entre 300 e 375m; nível 3 entre 375 e 450m; nível 4 caminhadas maiores que 400m; de tal modo que se observou que a mortalidade em indivíduos portadores de insuficiência cardíaca crônica (ICC) diminuía à medida que a DMP aumentava.

O TC6 tem como sua maior indicação avaliar a capacidade funcional e o prognóstico clínico de pacientes com moderada à severa doença pulmonar e/ou cardiovascular, possuindo assim, sua população alvo pacientes com doenças crônicas, como Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) e Insuficiência Cardíaca Congestiva (ICC), além de ser preditor de morbidade e mortalidade (GIANNITSI S, et al., 2019).

Outras indicações consistem em: fibrose cística; doença vascular periférica; doenças neuromusculares; comparar a eficácia de tratamentos clínicos e cirúrgicos; transplantes e ressecção do parênquima pulmonar; hipertensão pulmonar; prognosticar hospitalização; identificar a origem da dispneia ao esforço e avaliar a indicação de oxigenoterapia domiciliar.

Entretanto, as contra-indicações são extensas, como por exemplo: angina instável, hipertensão arterial sistêmica sem controle, embolia pulmonar recente e ataque cardíaco ocorrido no mês prévio da realização do exame, hipoxemia ao repouso e em ar ambiente, pressão sistólica em repouso maior que 200 mmHg e pressão diastólica em repouso maior que 110 mmHg, anemia severa, oximetria com

medida instável, e taquicardia (frequência cardíaca maior que 120 bpm em repouso) (ENRIGHT P.L., 2003).

De acordo com a diretriz da American Thoracic Society 2002, dentre as razões para interromper imediatamente um TC6 tem-se: dispneia intolerável; câibras nas pernas; escalonamento; diaforese e aparência pálida ou acinzentada.

Em termos de confiabilidade, diferentes estudos relataram o coeficiente de correlação intraclassa (ICC) do TC6 variando de 0,75 a 0,97 (DEMERS C. et al., 2001; HAMILTON D. M., HAENNEL R. G., 2000; GAYDA M. et al., 2004), com confiabilidade alta. Apesar das variações entre o protocolo do TC6 em cada estudo, como uso ou não de incentivo, entre outros, os dados existentes sugerem que o TC6 é uma medida confiável da capacidade funcional (DU H., 2009).

O TC6 individualizado avalia o nível submáximo de capacidade funcional, contudo, a maioria dos pacientes não atinge a capacidade máxima de exercício durante o TC6. Como a maioria das atividades da vida diária é realizada em níveis submáximos de esforço, a DTC6 pode, desta maneira, refletir melhor o nível de exercício funcional para as atividades físicas diárias.

O teste cardiopulmonar máximo, proporcionado através da ergoespirometria, fornece uma avaliação global da resposta ao exercício, fornecendo informações específicas sobre a função dos sistemas envolvidos no exercício ou o mecanismo de limitação do exercício, uma determinação objetiva da capacidade funcional e comprometimento, determinação da intensidade apropriada necessária para realizar exercícios prolongados, entre outros. As informações fornecidas pelo TC6, assim, devem ser consideradas complementares ao teste de exercício cardiopulmonar. Apesar das diferenças entre os testes, correlações significativas foram relatadas, como por exemplo, em doenças pulmonares em estágio terminal ($r = 0,73$) (DU H. et al., 2009).

Ross et al., (2010) compararam 11 estudos, de modo que obtiveram uma correlação entre o VO_2 de pico médio e TC6 de 0,68 ($p < 0,001$). Além disso, foi apontada uma equação generalizada para estimar o $VO_{2máx}$ a partir da média da

distância máxima percorrida para os respectivos estudos. A correlação entre o VO₂ de pico e TC6 para todos os 1.083 pacientes foi de 0,59, já em relação às médias dos 11 conjuntos de dados foi 0,82.

Segue a equação descrita, assim como a tabela expondo a regressão linear e dispersa da distância percorrida em 6 minutos e VO₂ de pico para todos os pacientes dos 11 estudos:

$$\text{VO}_2\text{máx} = 4,948 + (0,023 \times \text{média da DMP})$$

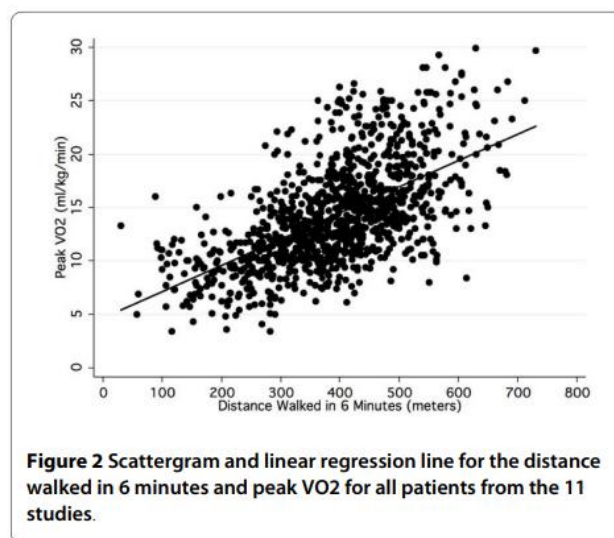


Figura 4 - Regressão linear da distância percorrida em 6 minutos e o pico de VO₂

Outros estudos expõem uma correlação moderada entre a distância do TC6 e a capacidade de exercício (FAGGIANO P. et al., 2004; OPASICH C. et al., 2001). Também se verificou uma correlação ($r = 0,69$, $P < 0,001$) em um estudo de alta qualidade a partir relação linear entre os equivalentes metabólicos máximos alcançados em um teste de exercício limitado por sintomas (cicloergômetro ou esteira) (BELLET R. N. et al., 2012).

Teste de VO₂ máximo indireto: Teste de Rockport

Segundo o Rockport Walking Institute (1986) o teste de Rockport é um teste submáximo de campo utilizado para estimar o VO₂ máximo em homens e mulheres com idade entre 20 e 69 anos. Para realização do teste, o participante será estimulado a caminhar uma distância de 1,6 quilômetros, o mais rápido possível. O teste é de fácil execução e é indicado para indivíduos sedentários, idosos ou aqueles que sofrem de alguma doença, pois não envolve esforço máximo.

Taxas de morbidade e mortalidade são estimadas independentemente pelo teste de Rockport - tempos mais longos equivalem a maior morbidade e mortalidade.

Os equipamentos utilizados no teste são uma pista de corrida com uma demarcação no quilômetro 1,6, um cronômetro e um frequencímetro.

O aplicador deve orientar o voluntário para caminhar o mais rápido que puder, mas sem correr. O cronômetro deve ser ativado simultaneamente ao início da caminhada e parado assim que o participante atingir os 1,6 quilômetros. A FC deve ser registrada em até 15s após o final do teste e multiplicar esse valor por 4.

Segundo Kraemer W. J et al., (2000) a equação de predição foi desenvolvida usando sexo, idade, peso, tempo para caminhar 1 milha (1,6 km) e frequência cardíaca no final da caminhada de 1 milha como preditores. Para estimar VO₂máx é usada a seguinte equação:

Mulheres (20 a 79 anos)

VO₂máx (ml/kg/min) = 132,853 - (0,3877 x idade em anos) - (0,3722 x massa corpórea em kg) - (3,2649 x tempo em minutos da caminhada de 1,6 km) - (0,1565 x FC em bpm)

Homens (30 a 69 anos)

VO₂máx (ml/kg/min) = 139,168 - (0,3877 x idade em anos) - (0,3722 x massa corpórea em kg) - (3,2649 x tempo em minutos da caminhada de 1,6 km) - (0,1565 x FC em bpm)

Segundo a American Heart Association (1972), os valores de referência são:

SEXO MASCULINO					
Avaliação	Pontuação				
	(20-29 anos)	(30-39 anos)	(40-49 anos)	(50-59 anos)	(60-69 anos)
Muito Fraco	Até 25	Até 23	Até 20	Até 18	Até 16
Fraco	25-33	23-30	20-26	18-24	16-22
Regular	34-42	31-38	27-35	25-33	23-30
Boa	43-52	39-48	36-44	34-42	31-40
Excelente	>52	>48	>44	>42	>40

Tabela 3 - Valores de referência para o sexo masculino do Teste de Rockport

SEXO FEMININO					
Avaliação	Pontuação				
	(20-29 anos)	(30-39 anos)	(40-49 anos)	(50-59 anos)	(60-69 anos)
Muito Fraco	Até 24	Até 20	Até 17	Até 15	Até 13
Fraco	24-30	20-27	17-23	15-20	13-17
Regular	31-37	28-33	24-30	21-27	18-23
Bom	38-48	34-44	31-41	28-37	24-34
Excelente	>49	>45	>42	>38	>35

Tabela 4 - Valores de referência para o sexo feminino do Teste de Rockport

Segundo o estudo de Kline G. et al., (1987) os coeficientes de confiabilidade (teste-reteste) associados ao Teste de Rockport com estimulação máxima são relatados como $r = 0,93$ para a frequência cardíaca.

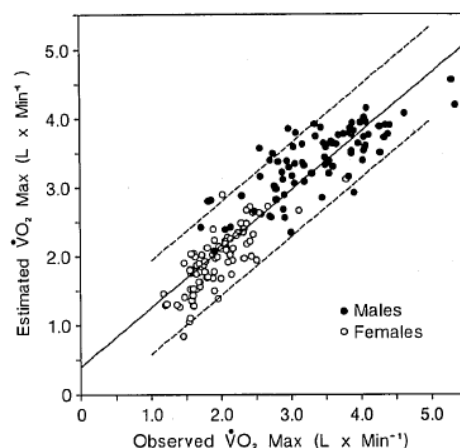


Figure 1—Observed vs estimated $\dot{V}O_{2max}$ ($l \cdot \text{min}^{-1}$) for the CV group ($N = 169$). Dashed line represents the 95% confidence interval for the linear regression equation: $Y = 6.9652 + (0.0091 \cdot \text{WT}) - (0.0257 \cdot \text{AGE}) + (0.5955 \cdot \text{SEX}) - (0.2240 \cdot \text{T1}) - (0.0115 \cdot \text{HR1-4})$; $r = 0.92$, $\text{SEE} = 0.335 l \cdot \text{min}^{-1}$.

Figura 3 – $\dot{V}O_2$ observado VS estimado em $l \cdot \text{min}^{-1}$

Em outro estudo feito por O'Hanley S. (1987) a confiabilidade teste-reteste de dois ensaios do Teste de Rockport foi encontrada como sendo $r = 0,97$ para valores

relativos de VO₂máx estimado (mL/kg/min) usando a equação generalizada em indivíduos com idades entre 70-79.

Além disso, em um estudo com mulheres de 65 anos ou mais, McSwegin P. et al., (1998) relataram coeficientes de confiabilidade teste-reteste de 0,97 para o tempo de caminhada, 0,92 para frequência cardíaca e 0,95 para absoluto (L/min) e 0,97 para relativo (mL/kg/min) com valores estimados de VO₂máx para as duas últimas das três tentativas do teste de Rockport, indicando um efeito de aprendizagem para o teste.

Segundo o estudo de Muradás R. et al., (2013) a potência aeróbica estimada, representada por meio de valores de VO₂ máximo obtidos a partir dos resultados dos testes da milha na esteira e na pista são apresentados na tabela 5. Utilizou-se o *Teste t de Student* para comparar os escores médios, apresentando diferenças estatisticamente significantes entre os valores nos referidos testes de VO₂ máximo ($P < 0,01$), com valores mais elevados no teste da pista em 10,6%, o que pode ser justificado pela inexperiência de alguns sujeitos na prática da caminhada em esteira ergométrica.

Portanto, constatado que a Ergoespirometria e o Teste de Rockport possuem resultados similares em índices como VO₂ máximo e potência aeróbica.

Tabela 1. Descrição dos valores médios de VO₂máx e desvios padrão dos sujeitos da pesquisa submetidos aos testes de esteira e de pista

	Média	Desvio Padrão	Nº de Sujeitos	Diferença entre os testes
VO ₂ máximo (ml/Kg/min) Esteira	34,90	14,86	30	4,14* (ml/Kg/min)
VO ₂ máximo (ml/Kg/min) Pista	39,04	11,45	30	

* P < 0,01

Tabela 5 – Descrição dos valores médios de VO₂máx e desvios padrão dos sujeitos da pesquisa

Estes resultados indicam que a potência aeróbica possa ser estimada por meio de testes ergoespirométricos, porém, pontos como alto custo operacional, dificuldade de aplicação em larga escala e necessidade de equipamentos sofisticados (CYRINO et al., 2005) acabam não tornando este teste tão fácil de ser utilizado no dia a dia clínico. Sendo assim, os testes submáximos de esforço aparecem como uma alternativa fidedigna, que supera essas dificuldades.

Diante do exposto, foi dada a importância de buscarmos métodos facilitadores na avaliação cardiorrespiratória, mostrando que a correlação entre os resultados apresentados indicam que o uso de testes de campo para predição de VO_2 máx é tão eficiente quanto testes ergoespirométricos. (COOPER, 1968; GRANT et al., 1999; GRANT et al., 1995; LÉGER; GADOURY, apud CYRINO 2005).

Teste do banco de McArdle

Segundo Kraemer (2000), os testes de step para estimar o VO_2 máx são convenientes, não tem custo para a realização e permitem o teste de grupos relativamente grandes ao mesmo tempo. Podem ser necessárias precauções especiais para pessoas com problemas de equilíbrio. Além disso, o desempenho no teste pode ser limitado pela força de membros inferiores, já que são utilizados para subir e descer o banco.

O teste do banco é muito utilizado em academias por sua facilidade de aplicação, viabilidade de tempo e segurança devido a sua característica submáxima (DE SOUSA, M. D. S. C., 2007; CERIANI, R. B., et al., 2008).

No estudo de McArdle et al. (1972) o teste do degrau exigia que os participantes subissem e descessem um degrau de 41,3 cm de altura, a uma taxa de 22 ciclos de subir, subir, descer, descer por minuto, durante um tempo total de 3 minutos. Após a conclusão do teste do degrau, o sujeito deve permanecer em pé e a FC deve ser medida em até 15 segundos pós-teste.

Os materiais necessários para esse teste são um banco com 41,3 cm de altura, um cronômetro e um frequencímetro.

A FC pós-exercício em batimentos por minuto (bpm) é usada para predizer o VO_2 máx usando a seguinte equação:

Mulheres:

$$VO_2\text{máx (mL kg}^{-1}\text{ min}^{-1}) = 65,81 - (0,1847 \times \text{FC em bpm})$$

Homens:

$$VO_2\text{máx (mL kg}^{-1}\text{ min}^{-1}) = 111,33 - (0,42 \times \text{FC em bpm})$$

Os valores de referência para este presente teste são:

Homens	15 - 19 anos	20 - 29 anos	30 - 39 anos	40 - 49 anos	50 - 59 anos	60 - 69 anos
Excelente	≥ 60	≥ 57	≥ 48	≥ 42	≥ 38	≥ 31
Acima da média	58 - 59	52 - 56	46 - 47	40 - 41	36 - 37	29 - 30
Média	54 - 57	43 - 51	42 - 45	37 - 39	34 - 35	27 - 28
Abaixo da Média	44 - 53	40 - 42	38 - 41	34 - 36	31 - 33	25 - 26
Fraco	≤ 43	≤ 39	≤ 37	≤ 33	≤ 30	≤ 24
Mulheres	15 - 19 anos	20 - 29 anos	30 - 39 anos	40 - 49 anos	50 - 59 anos	60 - 69 anos
Excelente	≥ 43	≥ 40	≥ 37	≥ 35	≥ 30	≥ 25
Acima da média	40 - 42	37 - 39	34 - 36	32 - 34	27 - 29	23 - 24
Média	37 - 39	35 - 36	31 - 33	26 - 31	25 - 26	21 - 22
Abaixo da Média	35 - 37	32 - 34	29 - 30	24 - 25	22 - 24	19 - 20
Fraco	≤ 34	≤ 31	≤ 29	≤ 23	≤ 17	≤ 18

Tabela 2 - Valores de referência para o teste de banco de McArdle

Foi observada uma correlação significativa entre o $\dot{V}O_2$ máx predito e medido ($r = 0,75$), com erro padrão de predição $\pm 2,9$ mL $\text{kg}^{-1} \text{min}^{-1}$, sugerindo uma forma adequada de prever o $\dot{V}O_2$ máx caso uma medida exata não seja necessária (McArdle et al., 1972).

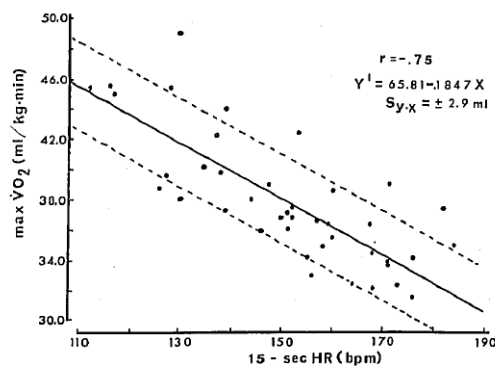


Figure 1 — Regression line for predicting $\max \dot{V}O_2$ (ml/kg.min) from heart rate during 5 — 20 sec of recovery from the Q.C. step test.

Figura 2 - Regressão linear para prever $\dot{V}O_2$ máx

Porém, Perroni et al. (2013) demonstraram uma correlação pobre entre o $\dot{V}O_2$ máx predito e medido ($r = 0,469$) em bombeiros masculinos saudáveis, concluindo que é uma ferramenta inadequada para prever o $\dot{V}O_2$ máx nessa população.

Já o estudo de Chatterjee et al. (2004) concluíram que o teste do degrau do Queen's College pode ser usado em homens adultos jovens e sedentários para fornecer uma boa previsão do $\dot{V}O_2$ máx com uma alta correlação ($r = 0,95$).

O teste do degrau do Queen's College fornece resultados conflitantes, mostrando que pesquisas futuras são necessárias para avaliar a confiabilidade do presente teste (BENNETT, H. et al., 2016).

Teste de Cooper de 12 minutos

Esse teste é uma modificação do teste de aptidão de campo de Balke.

O estudo de Cooper (1968) avaliou 115 oficiais e aviadores da Força Aérea dos Estados Unidos com idade média de 22 anos, que foram solicitados a fazer um teste de desempenho de 12 minutos e, em seguida, se submeter a um teste de consumo máximo de oxigênio em esteira.

O teste de desempenho de 12 minutos foi realizado primeiro em todos os participantes numa superfície plana com 1,6 km de extensão. Cada sujeito executou o teste de 12 minutos pelo menos duas vezes, e os dados de consumo de oxigênio foram comparados com o teste de 12 minutos mais próximo; o intervalo entre o teste de 12 minutos e a avaliação na esteira não ultrapassou três dias. Todos os sujeitos foram orientados a percorrer a maior distância possível em 12 minutos, preferencialmente correndo, mas caminhando sempre que necessário para evitar o esgotamento excessivo.

Segundo Penry (2011), para a realização do teste os indivíduos são instruídos a completar o máximo de voltas possíveis em uma pista ao ar livre durante o período do teste de 12 minutos. Nos minutos 3, 6 e 9 é indicado encorajar verbalmente os sujeitos.

No final do período de 12 minutos o aplicador pede para que os participantes finalizem o teste e o aplicador conta as voltas completadas durante o período do teste e é medida a fração da distância da última volta completada por cada participante. Esta distância deve ser adicionada à distância determinada pelo número de voltas completadas para dar a distância total percorrida durante o teste.

Os únicos equipamentos necessários são uma pista medida com precisão, um cronômetro e uma buzina ou apito para indicar o final dos 12 minutos. O presente teste tem sido usado como uma indicação de aptidão cardiovascular e como um método de monitoramento de mudanças na aptidão.

A equação padronizada de Cooper baseada na máxima distância percorrida (DP) foi então usada para converter a distância percorrida em uma estimativa de VO₂máx (ml.kg-1.min-1), tanto para homens quanto mulheres (COOPER, K. H. 1968).

$$VO_2máx = (DP - 504,1) / 44,79$$

O consumo máximo de oxigênio, conforme determinado em laboratório, continua sendo o melhor indicador da aptidão cardiovascular. No entanto, as despesas, tempo e requisitos de pessoal continuarão a tornar este procedimento proibitivo para o teste de grandes grupos.

Como resultado deste estudo, os níveis de aptidão cardiovascular foram estabelecidos para o teste de Cooper de 12 minutos.

Nível de aptidão	Faixa Etária (anos) / Distância Percorrida					
	13 - 19	20 - 29	30 - 39	40 - 49	50 - 59	60 ou mais
Muito Fraca						
Homens	<2090	<1960	<1900	<1830	<1660	<1400
Mulheres	<1610	<1550	<1510	<1350	<1350	<1260
Fraca						
Homens	2090-2200	1960-2110	1900-2090	1830-1990	1680-1870	1400-1640
Mulheres	1610-1900	1550-1790	1510-1690	1420-1580	1350-1500	1260-1390
Média						
Homens	2210-2510	2210-2400	2100-2400	2000-2240	1880-2090	1650-1930
Mulheres	1910-2080	1800-1970	1700-1960	1590-1790	1510-1690	1400-1590
Boa						
Homens	2520-2770	2410-2640	2410-2510	2250-2460	2100-2320	1940-2120
Mulheres	2090-2300	1980-2160	1970-2080	1800-2000	1700-1900	1600-1750
Excelente						
Homens	2780-3000	2650-2830	2520-2720	2470-2660	2330-2540	2130-2490
Mulheres	2130-2430	2170-2330	2090-2240	2010-2160	1910-2090	1760-1900
Superior						
Homens	>3000	>2830	>2720	>2660	>2540	>2490
Mulheres	>2430	>2330	>2240	>2160	>2090	>1900

Tabela 1 - Níveis de aptidão cardiovascular para o teste de Cooper de 12 minutos

O estudo de COOPER, K. H. 1968, indica que em indivíduos jovens e bem motivados, os testes de campo podem fornecer uma boa avaliação do consumo máximo de oxigênio, mas a precisão da estimativa está diretamente relacionada à motivação dos indivíduos.

As vantagens de um teste desse tipo são: o tipo de exercício é bem conhecido, não há custos para ser executado, grandes grupos podem ser testados juntos e não é necessário pessoal treinado.

O teste de Cooper demonstra altos coeficientes de validade em populações aerobicamente ativas ($r > 0,90$, correlação forte) (AZIZ, A. R. et al., 2005; COOPER K. H. 1968), mas está menos intimamente relacionado ($r < 0,75$, correlação moderada) a uma população que exibe uma gama completa de níveis de aptidão aeróbica (O'GORMAN, D. et al., 2000; SAFRIT, M. J. et al., 1988; St. CLAIR G. et al., 1988).

Os coeficientes de confiabilidade teste-reteste determinados para o teste de Cooper de 12 minutos são que esses testes são confiáveis em indivíduos saudáveis com idade entre 18 e 35 anos (PENRY, J. T. et al., 2011).

Ao relacionar com a ergoespirometria, a regressão da distância em 12 minutos foi plotada em relação ao consumo de oxigênio, devido ao importante papel da motivação nos testes de campo. O consumo de oxigênio pode ser obtido com precisão no laboratório sob condições mais cuidadosamente controladas, uma vez que é menos afetado pelo componente motivacional. O coeficiente de correlação para esses dados é 0,897, o que indica uma relação altamente significativa.

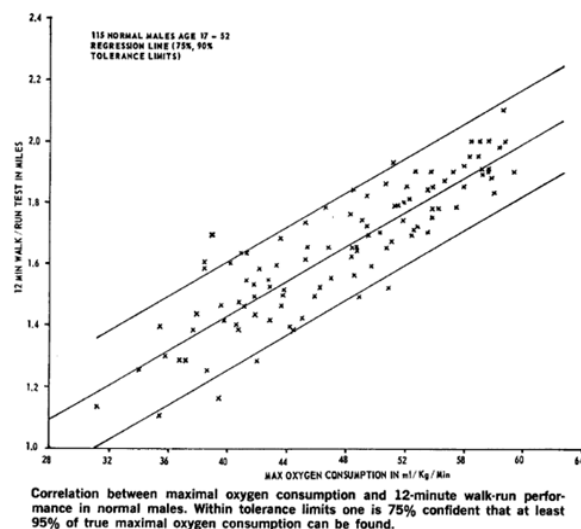


Figura 1 - Correlação entre Teste de Cooper de 12 minutos e Ergoespirometria

Teste Yo-Yo

O teste Yo-Yo é um teste de capacidade funcional muito utilizado em esportes como futebol e basquete, que tem como objetivo a obtenção do VO_2 máx do atleta de maneira indireta.

Existem dois níveis de teste. O nível 1, conhecido como Yo-Yo Intermittent Recovery Test (Yo-Yo IR1) começa com uma velocidade mais baixa e com os aumentos de velocidade sendo mais moderados do que o teste de nível 2 (Yo-Yo IR2). Para uma pessoa treinada, o teste Yo-Yo IR1 dura de 10 a 20 minutos e se concentra principalmente na capacidade de resistência de um indivíduo, enquanto o teste Yo-Yo IR2 dura de 5 a 15 minutos e visa avaliar a capacidade de uma pessoa treinada de realizar repetidas sessões de exercícios com alta intensidade, visando avaliar a capacidade anaeróbica (GRGIC et al., 2019).

Para a realização do teste é necessário um celular ou computador, cronômetro, fita métrica e cones (ou algo que possa delimitar o espaço).

O atleta precisa percorrer uma distância de 20 metros, demarcada por cones ou pratinhos, sendo que a velocidade em que eles deverão percorrer essa distância é progressiva e controlada por sinais sonoros, ou seja, o atleta deve sempre chegar junto ao cone simultaneamente ao bipe, sendo que o intervalo entre os bipes é progressivamente menor. A cada 40 metros (ida e volta), o atleta tem 10 segundos de intervalo até que novo bipe dê o sinal de saída. Durante esse intervalo o atleta deverá caminhar até um cone situado a 5 metros de distância do cone inicial e em seguida retornar a posição inicial para esperar o novo bipe. (BANGSBO et al., 2008).

O teste é encerrado quando o atleta não é capaz de continuar o percurso, sendo por fadiga e/ou por não alcançar o cone/pratinho simultaneamente ao bipe 2 vezes. A distância percorrida naquele ponto é o resultado do teste. (GRGIC et al., 2019).



Figura 5: esquema demonstrando o posicionamento dos cones e a movimentação do atleta durante o Yo-Yo test

O cálculo do VO_2 máx (ml/min/kg) é feito da seguinte forma:

Yo-Yo teste IR1 (nível 1): VO_2 máx (ml / min / kg) = distância (m) x 0,0084 + 36,4

Yo-Yo teste IR2 (nível 2): VO_2 máx (ml / min / kg) = distância (m) x 0,0136 + 45,3

De acordo com os resultados obtidos, utiliza-se a tabela a seguir para a interpretação dos resultados:

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

Fonte: ACMS, 1980

Tabela 7 - Nível de aptidão física do American Heart Association (1990) para homens e mulheres

A ergoespirometria trata-se do exame padrão ouro da cardiologia. Entretanto, a grande quantidade de atletas e as condições do clube devem ser levados em consideração, visto que as avaliações em laboratório demandam uma grande quantidade de dias para coletas e também possuem um alto valor financeiro. (LIZANA et al., 2014).

O Yo – Yo test vem sendo utilizado em avaliações pré e inter temporada, por se tratar de um teste simples e fácil aplicação. Entretanto, estudos apontam que o mesmo teste aplicado em terrenos diferentes provoca diferentes solicitações metabólicas e exigências fisiológicas, acarretando assim em alterações nos resultados finais (CETOLIN et al.,2010).

Ambos os testes possuem uma correlação significativa entre jogadores de futebol A - Yo-Yo IR1 ($r=0,79$) B – Yo-Yo IR2 ($r =0,71$) (KRUSTRUP et al., 2003).

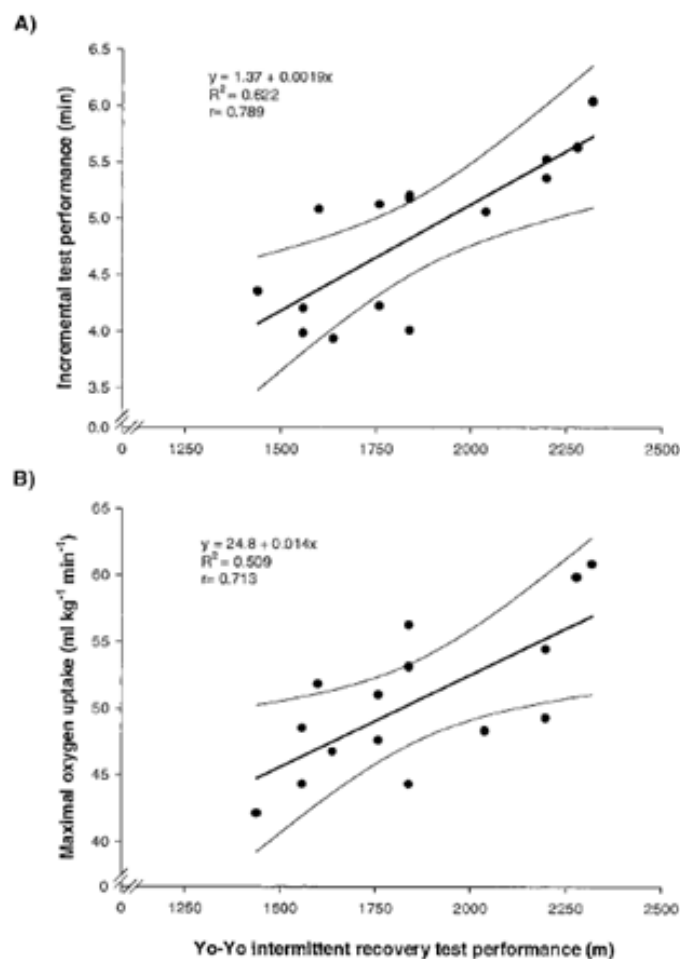


Figura 6 - Correlação entre o $\text{VO}_2\text{máx}$ obtidos entre a ergoespirometria e o Yo-Yo test

Segundo Bangsbo et al., (2008), tanto o IR1 quanto IR2 possuem correlação positiva alta (IR1 $r = 0.70$) e moderada (IR2 $r = 0.58$) com a obtenção do $VO_{2\text{máx}}$ em atletas.

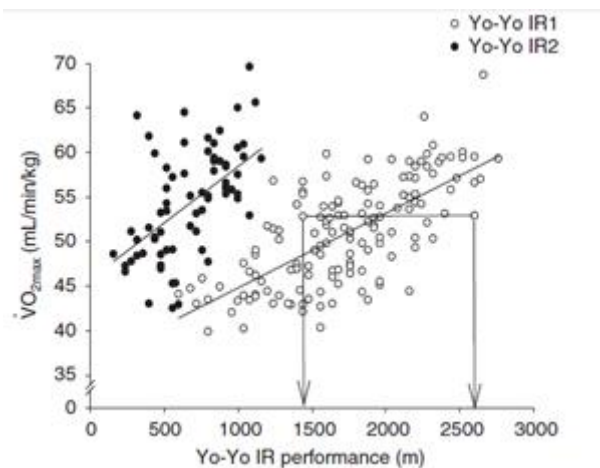


Figura 7 - correlação positiva entre o $VO_{2\text{máx}}$ obtido e o IR1 e IR2

Porém, segundo Lizana et al., (2014), o Yo-Yo test tende a subestimar os números alcançados pelo padrão ouro, conforme a tabela a seguir:

	Média	Intervalo Confiança	
Indireto	44,98	44,09	45,87
Direto	48,14	46,34	49,95

Tabela 8 - Resultados, em (ml/kg/min) do $VO_{2\text{máx}}$ entre a Ergoespirometria (Direto) e o Yo-Yo test (Indireto) em jogadores de futebol

Diante de todos os fatores, conclui-se que o Yo-Yo test trata-se de um método fidedigno de avaliação da capacidade funcional. Percebe-se que ambos possuem vantagens e desvantagens, e a diferença de valores na obtenção entre $VO_{2\text{máx}}$ pode acontecer devido às mudanças de ambiente, materiais e características da modalidade, o que nada influencia nos resultados finais, visto que, a partir da padronização dos métodos, os resultados serão confiáveis.

CONCLUSÃO

As divergências encontradas na literatura em relação à comparação dos valores estimados de VO_2 máx pelo método indireto com o método direto, podem ser explicadas pelo fato de que em todos os métodos indiretos utiliza-se fórmulas matemáticas com valores de variáveis indiretamente relacionadas com o VO_2 máx, como por exemplo: máxima distância percorrida e tempo fixo, máxima velocidade atingida em teste incremental em esteira, frequência cardíaca de repouso, frequência cardíaca máxima, nível de treinamento, idade, gênero, hereditariedade, estado clínico cardiovascular, peso corporal e outros fatores (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 1991).

Estas variáveis estimam para mais ou para menos o valor VO_2 máx e, por estarem expostas a muitos fatores externos acabam se tornando variáveis frágeis, comprometendo os valores finais da estimativa. Além disso, as fórmulas matemáticas podem também apresentar erros (SHOENFELD, Y. et al., 1981).

Contudo, a utilização de métodos indiretos de determinação do VO_2 máx devem ser utilizados com critério e não devem ser o único parâmetro para prescrição de treinamento, podendo ser trabalhada em conjunto com outras variáveis fisiológicas, pois as intensidades advindas de protocolos indiretos podem atribuir uma sobrecarga inferior ou superior às pretendidas (KRAVCHYCHYN, A. C. P. et al., 2015) .

REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (Ed.). Guidelines for exercise testing and prescription. Williams & Wilkins, 1991.

American Heart Association (1972)

ASTRAND, Per-Olof. Experimental studies of physical work capacity in relation to sex and age. Dissertation, 1952.

ÅSTRAND, Per-Olof; SALTIN, Bengt. Maximal oxygen uptake and heart rate in various types of muscular activity. *Journal of Applied Physiology*, v. 16, n. 6, p. 977-981, 1961.

ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002 Jul 1;166(1):111-7.

ATTERHÖG, Jan-Henrik; JONSSON, Björn; SAMUELSSON, Rolf. Exercise testing: a prospective study of complication rates. *American heart journal*, v. 98, n. 5, p. 572-579, 1979.

AZIZ, A. R.; CHIA, M. Y. H.; TEH, K. C. Measured maximal oxygen uptake in a multi-stage shuttle test and treadmill-run test in trained athletes. *Journal of sports medicine and physical fitness*, v. 45, n. 3, p. 306, 2005.

Bangsbo, Jens, F. Marcello Iaia, and Peter Krstrup. "The Yo-Yo intermittent recovery test." *Sports medicine* 38.1 (2008): 37-51.

BASSETT, David R.; HOWLEY, Edward T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 32, n. 1, p. 70-84, 2000.

BENNETT, Hunter et al. Validity of submaximal step tests to estimate maximal oxygen uptake in healthy adults. *Sports medicine*, v. 46, n. 5, p. 737-750, 2016.

Bellet RN, Adams L, Morris NR. The 6-minute walk test in outpatient cardiac rehabilitation: validity, reliability and responsiveness--a systematic review. *Physiotherapy*. 2012 Dec;98(4):277-86.

CAPUTO, Fabrizio et al. Aerobic exercise: bioenergetics, physiological adjustments, fatigue and performance indices. *Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance*, v. 11, n. 1, p. 94-102, 2009.

CERIANI, Rodrigo Benevides; DE PONTES, Luciano Meireles; DE SOUSA, Maria do Socorro Cirilo. Consumo máximo de oxigênio em ergômetro banco: um estudo

longitudinal em alunos do Núcleo Preparatório de Oficiais da Reserva. *Fitness & Performance Journal*, v. 7, n. 2, p. 76-80, 2008.

Cetolin T.; Foza V.; Carminatti L.J.; Guglielmo L.G. A; Da Silva J. F. Diferença entre intensidade do exercício prescrita por meio do teste TCAR no solo arenoso e na grama. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 12(1): 29-35, 2010.

CHATTERJEE, S. et al. Validity of Queen's College step test for use with young Indian men. *British journal of sports medicine*, v. 38, n. 3, p. 289-291, 2004.

COOPER, Kenneth H. A means of assessing maximal oxygen intake: correlation between field and treadmill testing. *Jama*, v. 203, n. 3, p. 201-204, 1968.

DE SOUSA, Maria do Socorro Cirilo et al. Freqüência cardíaca e pressão arterial em diferentes cargas no ergômetro Banco de Cirilo em mulheres ativas. *Fitness & Performance Journal*, v. 6, n. 3, p. 156-161, 2007.

Demers C, McKelvie RS, Negassa A, Yusuf S. Reliability, validity, and responsiveness of the six-minute walk test in patients with heart failure. *Am Heart J* 2001;142(4):698–703.

DIAZ, F. J. et al. Validation and reliability of the 1,000 meter aerobic test. *Revista de investigacion clinica; organo del Hospital de Enfermedades de la Nutricion*, v. 52, n. 1, p. 44-51, 2000.

Du H, Newton PJ, Salamonson Y, Carrieri-Kohlman VL, Davidson PM. A review of the six-minute walk test: its implication as a self-administered assessment tool.

ENRIGHT PL , SHERRIL DI. Reference Equations for the Six Minute Walk Test in Healthy Adults. *Am J Respir Crit. Care Med*. 1998: 1384 – 1387.

ENRIGHT PL , The Six Minut Walk Test. *Respiratory Care*. 2003. v. 48 n. 08

Erratum in: *Am J Respir Crit Care Med*. 2016 May 15;193(10):1185.

Eur J Cardiovasc Nurs. 2009 Mar;8(1):2-8. Epub 2008 Aug 9. PMID: 18694656.

Faggiano P, D'Aloia A, Gualeni A, Brentana L, Dei Cas L. Os 6 minutos teste de caminhada na insuficiência cardíaca crônica: indicações, interpretação e limitações a partir de uma revisão da literatura. *Eur J Heart Fail* 2004; 6 (6): 687 - 91.

Fleck, S.J.; Kraemer, W. J. *Fundamentos do treinamento de força muscular*. 2. ed. Rio de Janeiro, 2016.

Gayda M, Temfemo A, Choquet D, Ahmaidi S. Cardiorespiratory requirements and reproducibility of the six-minute walk test in elderly patients with coronary artery disease. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85 (9):1538–43.

Giannitsi S, Bougiakli M, Bechlioulis A, Kotsia A, Michalis LK, Naka KK. 6-minute walking test: a useful tool in the management of heart failure patients. *Ther Adv Cardiovasc Dis*. 2019 Jan-Dec;13:1753944719870084.

Grgic J, Oppici L, Mikulic P, Bangsbo J, Krstrup P7, Pedisic Z. Test-Retest Reliability of the Yo-Yo Test: A Systematic Review. *Sports Med*. 2019: 1-11.

Hamilton DM, Haennel RG. Validity and reliability of the 6-minute walk test in a cardiac rehabilitation population. *J Card Rehabil* 2000;20 (3):156–64.

HOBOLD, Edilson et al. Comparação de testes indiretos de avaliação da aptidão cardiorrespiratória com a ergoespiometria. *Caderno de Educação Física e Esporte*, v. 14, n. 2, p. 45-53, 2016.

KRAEMER, William J.; FLECK, Steven J.; DESCHENES, Michael. *Fisiologia do exercício: teoria e prática*. Grupo Gen-LTC, 2000.

KRAVCHYCHYN, Ana Claudia Pelissari et al. Comparación entre los métodos directo e indirecto de determinación del VO₂ máx de practicantes de carrera. *Revista Brasileira de medicina do esporte*, v. 21, n. 1, p. 17-21, 2015.

Krustrup P, Mohr M, Amstrup T, Rysgaard T, Johansen J, Steensberg A, K. Pedersen P K, and Bangsbo J. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: Physiological Response, Reliability, and Validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2003. 697-705.

Lizana CJR, Belozo F, Lourenço T, Brenzikofer R, Macedo DV, ShoitiiMisuta M, Scaglia AJ. Analysis of aerobic power of soccer players through field test and laboratory test. *Rev Bras Med Esporte*. 2014: 20(6).

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. *Exercise Physiology (Appendix D)*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1981.

MCARDLE, WILLIAM et al. Reliability and interrelationships between maximal oxygen intake, physical work capacity and step-test scores in college women. *Medicine and science in sports*, v. 4, n. 4, p. 182-186, 1972.

MCGAVIN CR, ARTVILI M, NAOE H, MCHARDY GJR. Dypnoea, disability and distance walked comparison of estimates of exercise performance in respiratory disease. *Brit. Med. J*. 1978: 241 – 243.

McSwegin P, Plowman S, Wolff G, Guttenberg G. The validity of a one-mile walk test for high school age individuals. *Measurement in Physical Education and Exercise Science* 1998;2:47-63.

MOREIRA MAC, MORAES MR, TANNUS R. Teste da Caminhada de Seis Minutos em Pacientes com DPOC Durante Programa de Reabilitação. *Jornal de Pneumologia*. v. 27. n.6. SÃO Paulo. Nov/ Dez 2001: 295 – 300.

Muradas, et al., 2013. Correlação existente entre teste de milha em pista e esteira ergométrica. *EFDeportes.com, Revista Digital*. Buenos Aires - Año 18 - Nº 182.

NEWTON, Jerry Lee. THE ASSESSMENT OF MAXIMAL OXYGEN INTAKE. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, v. 3, p. 164, 1963.

O'Hanley S, Ward A, Zwiren L, McCarron R, Ross J, Rippe J. Validation of a one-mile walk test in 70-79 year olds. *Med Sci Sports Exerc* 1987;19: Suppl. 2, 28

O'GORMAN, DONAL et al. Validity of field tests for evaluating endurance capacity in competitive and international-level sports participants. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 14, n. 1, p. 62-67, 2000.

OLIVEIRA MT, GUIIMARÃES GV, BARRETO ACP. Teste de 6 Minutos em Insuficiência Cardíaca. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*: 67(6). 1996.

Opasich C, Pinna GD, Mazza A, Febo O, Riccardi R, Riccardi PG, et al. Desempenho da caminhada de seis minutos em pacientes com insuficiência cardíaca moderada a grave: é um indicador útil na prática clínica? *European Heart Journal* 2001; 22 (6): 488 – 96.

PENRY, Jason T.; WILCOX, Anthony R.; YUN, Joonkoo. Validity and reliability analysis of Cooper's 12-minute run and the multistage shuttle run in healthy adults. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 25, n. 3, p. 597-605, 2011.

PERECIN JC, DOMINGOS NC, GASTALDI AC, SOUZA TC, CRAVO SLD, SOLOGUREN MJJ. Teste de Caminhada de Seis Minutos em Adultos Eutróficos e Obesos. *Rev. bras. fisioter*.vol.7. n.03. 2003:245 – 251.

PERRONI, Fabrizio et al. Maximal oxygen uptake of Italian firefighters: laboratory vs. field evaluations. *Sport Sciences for Health*, v. 9, n. 2, p. 31-35, 2013.

Rockport Walking Insitute. Rockport fitness walking test. Malboro, MA: Rockport Walking Institute, 1986.

RODRIGUES SL, MENDES HF, VIEGAS CA. Teste de Caminhada de Seis Minutos: estudo do aprendizado em portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica. *Jornal de Pneumologia*. 2004; 30(2): 121- 125.

RONDON, Maria Urbana Pinto Brandão et al. Comparação entre a prescrição de intensidade de treinamento físico baseada na avaliação ergométrica convencional e na ergoespiométrica. *Arquivos brasileiros de Cardiologia*, v. 70, n. 3, p. 159-166, 1998.

Ross, R.M., Murthy, J.N., Wollak, I.D. et al. The six minute walk test accurately estimates mean peak oxygen uptake. *BMC Pulm Med* 10, 31 (2010).

SAFRIT, M. J. et al. The validity generalization of distance run tests. *Canadian journal of sport sciences= Journal canadien des sciences du sport*, v. 13, n. 4, p. 188-196, 1988.

SHOENFELD, Y. et al. Age, weight and heart rate at rest as predictors of aerobic fitness. 1981.

Solway S, Brooks D, Lacasse Y, Thomas S. Uma visão geral sistemática qualitativa das propriedades de medição de testes funcionais de caminhada usados no domínio cardiorrespiratório. *Chest* 2001 ; 119: 256 –270.

St. Clair Gibson, A, Broomhead, S, Lambert, MI, and Hawley, JA. Prediction of maximal oxygen uptake from a 20-m shuttle run as measured directly in runners and squash players. *J Sports Sci* 16: 331–335, 1998.