

Análise comparativa de equações de predição para estimar o consumo máximo de oxigênio e aplicabilidade de equações a partir do incremental Shuttle Walk Test em mulheres jovens

Comparative analysis of prediction equations for estimating maximum oxygen consumption and applicability of equations from the shuttle walk test incremental in young women

SILVA BD, ANGELO CS, MEDEIROS AFR, SCZEPANSKI F, BRUNNQUELL CR. Análise comparativa de equações de predição para estimar o consumo máximo de oxigênio e aplicabilidade de equações a partir do incremental Shuttle Walk Test em mulheres jovens. **R. bras. Ci. e Mov** 2017;25(2):32-41.

Beatriz Dutra da Silva¹
Carla da Silva Angelo¹
Ana F. R. de Medeiros¹
Felipe Sczepanski¹
Cláudia R. Brunnquell¹

¹Universidade Estadual do Norte do Paraná-UENP

RESUMO: A avaliação da aptidão cardiorrespiratória é realizada através do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), que é a medida mais difundida da aptidão aeróbia em indivíduos jovens e o melhor parâmetro fisiológico para avaliar a capacidade funcional do sistema cardiorrespiratório, geralmente mensurados, de forma direta, através da ergoespirometria. A fim de facilitar a avaliação do VO_{2max} , utilizam-se equações de predição originadas a partir de características gerais dos indivíduos, ou a partir do desempenho em testes de campo, como o "Incremental Shuttle Walk Test" (ISWT). A partir do desempenho no teste, utilizam-se equações de predição de VO_{2max} para estimar a aptidão aeróbia. Portanto, o objetivo deste estudo foi comparar valores obtidos por diferentes equações de predição de VO_{2max} , com o VO_{2max} obtido pelo teste direto e verificar a aplicabilidade de equações obtidas por outros testes de campo, a partir do ISWT em jovens, do Centro de Ciências da Saúde – CCS da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), do sexo feminino, com idade entre 18 a 24 anos, não fumantes, e que não fossem suficientemente ativas ou atletas. As voluntárias foram submetidas ao teste de esforço máximo em esteira (ergoespirometria) e campo (ISWT). O VO_{2max} foi analisado de maneira indireta, utilizando-se diferentes equações de predição. Observou-se que, somente as equações de predição de Almeida *et al.* e a equação derivada de população brasileira (EB) reproduziram os valores do VO_{2max} obtidos na ergoespirometria, havendo relação moderada entre as variáveis da equação de Almeida *et al.*, com validade concorrente aceitável. Assim, podemos concluir que os valores de VO_{2max} obtidos através de equações de predição podem reproduzir os valores encontrados no teste direto e a equação que leva em consideração a velocidade alcançada, poderia ser aplicável para se obter o VO_{2max} a partir do ISWT, em uma população jovem.

Palavras-chave: Métodos de avaliação; Valor preditivo; Consumo de oxigênio.

ABSTRACT: The evaluation of cardiorespiratory ability is performed through the maximal oxygen consumption (VO_{2max}), which is the most widespread measure of aerobic ability in young people and the best physiological parameter to evaluate the functional capacity of the cardiorespiratory system, usually measured, directly, by spirometry. In order to facilitate the evaluation of VO_{2max} , prediction equations originating from general characteristics of the individuals are used, or from the performance in field tests, such as the "Incremental Shuttle Walk Test" (ISWT). From the performance in the test, VO_{2max} prediction equations are used to estimate the aerobic fitness. Therefore, the objective of this study was to compare values obtained by different VO_{2max} prediction equations, with the VO_{2max} obtained by the direct test and to verify the applicability of equations obtained by other field tests, from the ISWT in youngsters, from the Health Sciences Center – HSC, of State University of Northern Paraná (UENP), female, with age from 18 to 24 years, nonsmokers, and they were not sufficiently active or athletes. The volunteers were submitted to maximal exercise test on a treadmill (ergoespirometry) and field. The VO_{2max} was analyzed indirectly, using different types of equations by distance traveled in ISWT. It was observed that only the prediction equations Almeida *et al.* and the equation derived from the Brazilian population (EB) reproduced the VO_{2max} values obtained in the spirometry, with moderate relation between the variables of the equation of Almeida *et al.*, with acceptable concurrent validity. Thus, we can conclude that the values of VO_{2max} obtained through prediction equations can reproduce the values found in the direct test and the equation that takes into account the speed reached could be applicable to obtain the VO_{2max} from the ISWT in a population young.

Key Words: Evaluation; Predictive value; Oxygen consumption.

Introdução

A aptidão cardiorrespiratória está relacionada à capacidade de realizar esforços de média a alta intensidade e longa duração^{1,2}. Sua avaliação é realizada através do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2\text{máx}}$), a medida mais difundida da aptidão aeróbia em indivíduos jovens e o melhor parâmetro fisiológico internacional para avaliar a capacidade funcional do sistema cardiorrespiratório¹⁻⁴.

Em exercícios de alta intensidade, o consumo de oxigênio atinge seus valores máximos, mensurados geralmente, de forma direta, através de um teste ergoespirométrico⁵⁻¹⁰, a fim de se determinar, com relativa precisão, o $VO_{2\text{máx}}$ através do Coeficiente Respiratório (QR), representado pela relação entre o volume de oxigênio e gás carbônico consumidos em litros/minuto (VCO_2/VO_2); limiar anaeróbio; volume de ar expirado em um minuto (VE); e eventual presença de um platô no VO_2 diante de um aumento na carga de esforço. Estes dados, concomitantes à avaliação da frequência cardíaca (FC) atingida e a sensação subjetiva de esforço podem assegurar um teste máximo^{7,11-13} a fim de se obter as frações expiradas de oxigênio no momento de exaustão, com a função de detectar modificações entre a disponibilidade e a necessidade de oxigênio pelo miocárdio^{7,11-13}.

A fim de ampliar as possibilidades de avaliações, utilizam-se testes de campo, indiretos e de baixo custo financeiro, capazes de avaliar a capacidade de exercício¹⁴. O “Incremental Shuttle Walk Test de” (ISWT) é um teste de campo desenvolvido baseando-se na distância máxima percorrida por um indivíduo através de um percurso padronizado, com uma boa reprodutibilidade, demonstrando correlação aceitável com o $VO_{2\text{máx}}$ obtido em teste de esforço incremental convencional, sendo eficiente para avaliação da capacidade física em pacientes com doenças respiratórias, para a prescrição de tratamento e determinação da intervenção a ser realizada nos pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC)^{15,16}. O protocolo original foi criado por Sing *et al.*¹⁷ baseando-se no teste proposto Lager e Lambert¹⁸, para tornar-se mais adequado para diferentes populações.

A análise da distância percorrida em determinado tempo tem sido muito utilizada com o objetivo de estimar ou refletir a aptidão aeróbia¹⁹. A estimativa do $VO_{2\text{máx}}$ por equações de predição em teste de campo proporciona a sua determinação de maneira menos onerosa, por não necessitar de equipamentos específicos, profissionais especializados e nem de laboratórios equipados, evidenciando ampla possibilidade de aplicação prática^{6,20}.

No entanto, até o momento, a equação existente para determinação do $VO_{2\text{máx}}$ a partir do ISWT foi determinada para indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica e com idade superior a 50 anos¹⁷.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi comparar valores obtidos por diferentes equações de predição de $VO_{2\text{máx}}$ com o $VO_{2\text{máx}}$ obtido pelo teste direto e verificar a aplicabilidade de equações obtidas por outros testes de campo, a partir do ISWT em mulheres jovens.

Materiais e método

A amostra foi constituída por 50 jovens, do Centro de Ciências da Saúde – CCS, da Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP, do sexo feminino, com idade entre 18 a 24 anos, e que não fossem suficientemente ativas ou atletas, de acordo com o resultado obtido no Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ), versão curta, validado por Craig *et al.*²¹. O teste foi autoaplicado e os indivíduos deveriam responder oito perguntas relacionadas às atividades realizadas na última semana anterior à avaliação, da forma mais fidedigna possível.

Os indivíduos tiveram seus dados classificados de acordo com a orientação do próprio IPAQ, que divide e conceitua em cinco categorias de níveis de atividade física (sedentário, insuficientemente ativo, ativo, muito ativo e atleta). Nesse estudo as voluntárias apresentaram apenas as categorias: a) sedentária: não realiza nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana; e b) insuficientemente ativa: dividido em insuficientemente ativa A, que realiza 10 minutos contínuos de atividade física (somando a duração de 150

minutos/semana e a frequência de 5 dias/semana dos diferentes tipos de atividades como caminhada + atividade moderada + atividade vigorosa), e insuficientemente ativa B: que não atinge nenhum dos critérios da recomendação citada nos indivíduos insuficientemente ativos A.

As voluntárias assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), e posteriormente, foram submetidas ao teste de esforço máximo em esteira e campo. Todos os procedimentos foram realizados no Centro de Ciências da Saúde – CCS, da Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP, Jacarezinho, Paraná, Brasil, sendo que, o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual do Norte do Paraná, sob o número 463.147.

O IMC das participantes foi calculado pela fórmula: $(\text{IMC} = \text{PESO} \times \text{ALTURA}^2)$. Foram mensuradas a massa corporal em kilogramas (kg) e a altura em metros (m) através de uma balança mecânica (Framily, F120, São Paulo, Brasil). Indivíduos considerados obesos, ou seja, que apresentassem índice de massa corporal (IMC) maior que 30Kg/m^2 , fumantes, com doença cardiovascular, neurológica, ortopédica ou qualquer outro distúrbio que impedisse a realização dos testes foram excluídos do estudo.

Foi verificada a pressão arterial, com os indivíduos posicionados sentados e flexão de joelho e quadril a 90° . As aferições foram realizadas no membro superior esquerdo, com esfigmomanômetro da marca Solidor e estetoscópio da marca Premium. A frequência cardíaca (FC) foi mensurada por um frequencímetro (Polar RS100, Brasil), e a dispnéia e a fadiga percebidas foram avaliadas de forma subjetiva pela Escala de Esforço Percebido de Borg²², sendo devidamente registrados imediatamente antes e depois dos testes. O $\text{VO}_{2\text{máx}}$ foi analisado de maneira direta, através da Ergoespirometria, e, indireta, utilizando-se diferentes equações através da distância percorrida no ISWT.

Para analisar o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ de forma direta, foi utilizado o ergoespirômetro composto pela esteira Inbramed Super ATL 32x26 que alcança uma velocidade de 0 á 32 Km/h, com subida de até 26%. A coleta dos gases foi realizada através de um pneumotacômetro externo conectado ao VO 2000 Imbrasport via linha de ar. Cabe salientar que o consumo máximo de oxigênio foi mensurado no ponto mais alto, nos instantes finais do esforço máximo, considerando um intervalo de amostragem de 20 segundos extrapolado para um minuto. Por esse motivo a literatura também utiliza o termo $\text{VO}_{2\text{pico}}$ ²³⁻²⁵.

Através do VO 2000 colheram-se pequenas amostras expiradas pela respiração do indivíduo na atividade e gera informações metabólicas como o $\text{VO}_{2\text{máx}}$, expresso em litros por minuto (l/min), em condições normais de temperatura e pressão.

Para fixação do pneumotacômetro de faixa média com volume de 10 a 120L/min, foi utilizada uma máscara facial acopladora indicado para atividade média de limiar ventilatório para a maior parte dos adultos, além do uso de cinta com frequencímetro colocada na posição anterior do tórax.

O protocolo escolhido para a ergoespirometria foi o de Bruce, que consiste em oito estágios, de três minutos cada, sendo que a partir do segundo estágio aumenta gradativamente a inclinação da esteira e a sua velocidade (Tabela 1).

O teste terminava quando o indivíduo relatava exaustão através da escala de Borg de percepção subjetiva do esforço. O terapeuta permaneceu todo o tempo ao lado do indivíduo, portando a escala e questionando-o quanto ao seu cansaço pedindo para que ele apontasse o esforço referido. O ambiente foi climatizado, em 22°C , sendo que na sala de avaliação permaneceram apenas a voluntária e a terapeuta, pois o VO 2000 necessita realizar uma autocalibração previa do ar ambiente.

O ISWT foi realizado em um corredor aberto de 10 metros identificado por dois cones colocado a 50 centímetros (50 cm) de cada ponto final (Figura 1). As participantes deveriam andar ou correr em torno do curso de acordo com a velocidade determinada por um sinal de áudio até a sua máxima exaustão. A velocidade da marcha inicial era de 0,5 m/s com um aumento de 0,17 m/s a cada minuto, e o incremento de velocidade era sempre indicado por um

sinhal sonoro triplo. O ISWT somente foi interrompido quando os indivíduos não mantivessem a velocidade desejada devido à dispneia ou fadiga ou não conseguissem completar o percurso no tempo permitido para o segundo tempo ou quando a FC atingisse 85% da FC máxima derivada da fórmula $[210 - (0,65 \times \text{idade})]^{15,17}$.

Tabela 1. Protocolo de Bruce.

Estágio	Tempo (min)	Km/h	Inclinação
1	3	2.74	10%
2	6	4.02	12%
3	9	5.47	14%
4	12	6.76	16%
5	15	8.05	18%
6	18	8.85	20%
7	21	9.65	22%
8	24	10.46	24%

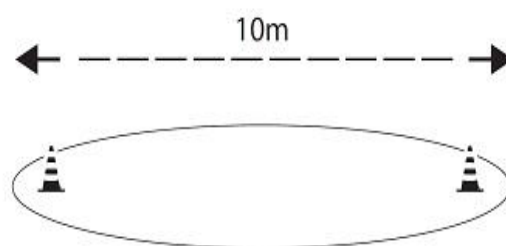


Figura 1. Esquema de organização da dinâmica do ISWT. Fonte: Singh *et al*²².

A sonorização acústica única indicava o tempo em que o indivíduo deveria percorrer a distância predeterminada, alcançar o cone e mudar de direção, retornando ao outro cone. A sinalização acústica tripla indicava a necessidade de aumentar a velocidade para percorrer a distância entre os cones. A cada minuto, o tempo entre os sinais acústicos era diminuído de tal maneira que o indivíduo deveria aumentar a velocidade da caminhada para alcançar o cone no momento indicado¹⁶.

Com os valores de velocidade e tempo obtidos no teste para cada indivíduo foi calculado o $VO_{2\text{máx}}$ indireto a partir de equações de predição propostas para outros testes (Shuttle Run Test²⁶ e teste de corrida/caminhada de uma milha²⁷).

Também foram utilizadas equações de predição que levam em consideração as características gerais dos indivíduos como idade, sexo, IMC e gênero²⁸⁻³⁰. As equações utilizadas são descritas na Tabela 2.

Os testes foram executados por uma estudante de fisioterapia, familiarizada com o ISWT e com o teste ergoespirométrico, sendo os dois testes realizados pelo mesmo avaliador. A explicação inicial era padronizada, com frases não encorajadoras sendo dadas ao participante durante o teste.

Os dados coletados foram analisados no software GraphPadPrism 5.0 (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, USA). Para avaliar a normalidade dos dados foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. A comparação entre os escores de $VO_{2\text{máx}}$ foi realizada através do teste de Friedman para dados não paramétricos. O coeficiente de correlação de

Spearman foi utilizado para análise da validade concorrente. A significância estatística adotada foi de $p < 0,05$ para todos os testes.

Tabela 2. Lista de Equações.

Equações	
Leger e Lambert (1988) ²⁶	$Y = -24,4 + 6,0 X$
Cureton <i>et al.</i> (1995) ²⁸	$VO_{2pico} = -8,41 (MRW) + 0,34 (MRW)^2 + 0,21 (idade \times sexo) - 0,84 (IMC) + 108,94$
Almeida <i>et al.</i> (2010) ²⁷	$VO_{2max} = 0,177 (m.min-1) + 8,101$
Jones Modificada <i>et al.</i> (1989) ²⁹	$VO_{2max} = (48,0 - (0,37 \times idade)) \times 1,11$
Almeida <i>et al.</i> (2014) ³⁰	$VO_{2pico} = 53,478 + (-7,518 \times sexo) + (-0,430 \times IMC) + (6,132 \times atividade \text{ física})$

VO_{2max} : consumo máximo de oxigênio¹⁻⁴; Y: VO_{2max} em ml/kg/min¹⁷; X: velocidade em km/h (no estágio atingido no teste)¹⁷; VO_{2pico} : consumo de oxigênio mensurado no ponto mais alto, nos instantes finais do esforço máximo²⁵⁻²⁷; MRW: tempo do teste de corrida/caminhada de uma milha (1.600m)²²; EB: uma equação derivada de população brasileira proposta por Almeida *et al.* 2014²⁶, IMC: Índice de massa Corporal.

A velocidade alcançada em cada estágio do ISWT é mostrada na Tabela 3.

Tabela 3. Demonstração da velocidade alcançada em km/h nos estágios do ISWT.

Estágio	Velocidade (m/seg)	Nº de Percursos
1	0,5	3
2	0,67	4
3	0,84	5
4	1,01	6
5	1,18	7
6	1,35	8
7	1,52	9
8	1,69	10
9	1,86	11
10	2,03	12
11	2,20	13
12	2,37	14

Modificado de Singh *et al.*²⁰

Resultados

A descrição das características físicas dos indivíduos é apresentada na Tabela 4, por meio de valores de média, desvio padrão, valores mínimos e máximos, referentes às variáveis: idade, massa corporal, estatura e índice de massa corporal.

As comparações entre os escores de VO_{2max} estimados pelas equações de predição de Leger e Lambert²⁷, Cureton *et al.*²⁸, Almeida *et al.*²⁷, Jones *et al.*²⁹ e Almeida *et al.*³⁰ (equação obtida a partir de uma população brasileira-EB), e a medida direta obtida em teste ergoespirométrico são apresentadas na Tabela 5. Ao analisarmos a tabela, observamos que os valores de VO_{2max} obtidos pelas equações de Almeida *et al.*²⁷ e EB³⁰ reproduziram os valores encontrados na medida direta. Os escores obtidos pelas outras equações apresentaram diferença significativa em relação à medida direta ($p < 0,05$).

A tabela 6 apresenta o coeficiente de correlação entre os valores de VO_{2max} encontrados de maneira indireta, pelas equações de Almeida *et al.*²⁷ e EB³⁰, e os valores de medida direta. Os resultados apontam para uma validade concorrente aceitável, com relação moderada para a equação de Almeida *et al.*²⁷.

Tabela 4. Características gerais da amostra.

Variáveis	Média	DP	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	20,58	1,21	18	24
Massa corporal (kg)	60,31	11,5	43	96
Estatura (cm)	164	0,06	150	183
IMC (kg/m ²)	16,72	4,33	10,3	27,7

Tabela 5. Comparação entre valores diretos de VO₂ max (L/min) e estimativas obtidas através das equações de predição.

	Mediana [intervalo quartil]
MD	28,88 [24,31 -33,65]
Leger e Lambert ²⁶	23,12 [15,75 -26,79]*
Cureton <i>et al.</i> ²⁸	44,85 [42,81 -47,19]*
Almeida <i>et al.</i> ²⁷	31,47 [27,84 -33,27]
Jones <i>et al.</i> ²⁹	44,66 [44,66 -45,07]*
EB ³⁰	32,6 [31,35 -33,52]

MD: medida direta obtida em teste ergoespirométrico.

EB: equação derivada de uma população brasileira obtida de Almeida *et al.* (2014).*não prediz os valores de VO₂max obtidos através da MD (p<0,05).**Tabela 6.** Validade Concorrente – VO₂max direto x VO₂max predito – Correlação de Spearman (r) e Coeficiente de Explicação (r²).

Almeida <i>et al.</i>	r = 0,3508	r ² = 12,30%	p < 0,05
EB ³⁰	r = 0,1414	r ² = 1,99%	p > 0,05

Discussão

O objetivo do presente estudo foi comparar valores obtidos por diferentes equações de predição de VO₂ máx, com o VO₂ máx obtido pelo teste direto e verificar a aplicabilidade de equações obtidas por outros testes de campo, a partir do ISWT em 50 mulheres jovens, sedentárias, saudáveis, com pequena variação de massa corporal, altura, faixa etária e nível de atividade física.

Os principais achados do estudo foram que os valores de VO₂ máx obtidos através das equações de Almeida *et al.*²⁷ e EB³⁰ reproduziram os valores encontrados no teste direto e a equação de Almeida *et al.*²⁷, que leva em consideração a velocidade alcançada, poderia ser aplicável para se obter o VO₂ máx a partir do ISWT, com relação moderada entre as variáveis.

Neto *et al.*³¹ realizaram uma revisão sistemática de 24 artigos, em um estudo que objetivou descrever e analisar criticamente a aplicabilidade de equações de predição sem a necessidade de realização de exercícios, em estudos epidemiológicos, e concluíram que esses modelos de equação podem constituir uma alternativa viável para avaliação da aptidão cardiorrespiratória. No entanto, são poucas as equações disponíveis cuja validação permite grau aceitável de generalização.

Neste estudo, apenas a equação predita por EB³⁰, a qual se utilizou de uma amostra de indivíduos brasileiros, saudáveis, com faixa etária entre 8 a 90 anos, ampla variação de massa corporal e nível de atividade física, se mostrou aplicável sem a realização de exercícios. No entanto, não houve relação entre as variáveis. Estes achados apontam para a grande variação na idade da população que originou a equação.

O estudo realizado por EB³⁰ também comparou a equação desenvolvida por eles com a obtida por Jones *et al.*³⁰, que leva em consideração a idade e verificou valores médios de VO₂ pico superestimados. No presente estudo, também foi observado valores maiores obtidos pela equação de Jones *et al.*²⁹, quando comparados aos valores obtidos no teste direto.

Leger e Lambert¹⁸ validaram o “shuttle run test na distância de 20 metros” (20MST) como um teste de campo que poderia representar o esforço máximo, através do $VO_{2\text{máx}}$, em uma população adulta jovem. O protocolo, que se inicia com uma velocidade de 8,0 km/h com incrementos de cargas a cada dois minutos, obteve alta correlação entre a distância percorrida e o $VO_{2\text{máx}}$. Em 1988, publicaram equações que poderiam prever o $VO_{2\text{máx}}$ a partir da velocidade obtida no último estágio atingido nos testes de campo. Alguns estudos mostraram a aplicabilidade deste tipo de teste em adultos¹⁷, atletas¹³, portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica²² e indivíduos com insuficiência cardíaca³⁰.

No entanto, ISWT é um teste que apresenta vantagens em relação aos outros testes incrementais, por ser realizado num espaço linear menor, e o protocolo se inicia numa carga baixa (1,8 km/h), possibilitando a participação de indivíduos com baixo condicionamento físico, com incrementos de 0,6km/h a cada três minutos, o que se aplica a população deste estudo, classificada como sedentária e/ou insuficientemente ativa.

Em um estudo de revisão com 37 artigos, Monteiro *et al.*¹⁹ verificaram que o ISWT é um teste de caminhada válido, confiável e seguro para a avaliação da capacidade funcional em diversas condições de saúde, em especial em doenças respiratórias, cardíacas e vasculares, mostrando-se eficaz para avaliar o esforço máximo de indivíduos com comprometimentos cardiorrespiratórios.

Portanto, a validação de testes de campo, de fácil aplicabilidade e realização, com velocidades moderadas, como o ISWT, em uma população jovem e sedentária, representa uma excelente alternativa para se estimar a aptidão aeróbia e a capacidade funcional desta população. Neste estudo, os valores de $VO_{2\text{máx}}$ obtidos pela equação de Almeida *et al.*²⁷, a partir da velocidade atingida no ISWT, se mostraram aplicáveis para estimar o desempenho aeróbio desta população.

Em 2012, Probst *et al.*¹⁵ encontraram variabilidade na performance do ISWT em indivíduos saudáveis e atribuíram este fato à variação de idade, sexo e índice de massa corporal da população estudada. Opondo-se a estes achados, a população deste estudo, não apresentou variação destes parâmetros, explicando, possivelmente, sua aplicabilidade.

Ao analisarmos os valores obtidos pelas diferentes equações, observamos que o $VO_{2\text{máx}}$ obtido pela equação proposta por Leger e Lambert¹⁸ foi menor que os valores obtidos de forma direta, fato que pode ser explicado pelas diferenças entre a população que originou esta equação, que apresentava maior aptidão aeróbia que a população estudada.

Cureton *et al.*²⁸ desenvolveram e validaram uma equação de predição de $VO_{2\text{máx}}$ para uma população jovem norte americana, de ambos os sexos, de 8 a 25 anos, utilizando o desempenho no teste de corrida/caminhada de uma milha no MILHA. Em 2010, Almeida *et al.*²⁷, a partir deste teste, analisaram a validade da equação proposta por Cureton *et al.*²⁸, em uma amostra de indivíduos jovens, brasileiros, do sexo masculino, fisicamente ativos, e observaram diferença estatisticamente significativa entre o $VO_{2\text{máx}}$ estimado e os valores determinados de forma direta, com baixa correlação entre as variáveis. Assim, Almeida *et al.*²⁷, sugeriram e validaram uma nova equação para esta população brasileira, capaz de prever o $VO_{2\text{máx}}$.

Neste estudo, a equação proposta com Cureton *et al.*²⁸ superestimou os valores obtidos de forma direta, mostrando-se incapaz de prever o $VO_{2\text{máx}}$ para uma população de jovens mulheres sedentárias. Entretanto, a equação de Almeida *et al.*²⁷ reproduziu os valores do $VO_{2\text{máx}}$ obtidos na ergoespirometria para esta população e se mostrou aplicável a partir do ISWT, com relação moderada entre as variáveis, indicando uma validade concorrente aceitável. Isto aponta para a provável variação de $VO_{2\text{máx}}$ entre a população de diferentes nacionalidades.

Gran *et al.*³² relataram que, em indivíduos jovens, do sexo masculino, o teste de Cooper de 12 minutos (TC) é melhor preditor para $VO_{2\text{máx}}$ que o 20MST. No entanto, Costa e Guerra³ realizaram um estudo semelhante para validar o TC em indivíduos jovens, sedentários, na faixa etária de 20 a 29 anos, do sexo masculino e observaram que o $VO_{2\text{máx}}$

obtido na ergoespirometria foi maior em comparação ao predito pelo TC. Mahseredjian *et al.*³³ analisaram a correlação entre os valores de $VO_{2\text{máx}}$ obtidos no TC, com os determinados através de método direto em atletas de futebol de campo, com idade entre 15 e 20 anos, e também concluíram que, para a população estudada, o TC não foi reprodutível para avaliação da capacidade aeróbia máxima.

Cunningham *et al.*³⁴ analisaram a relação entre o teste de corrida/caminhada de uma milha, o 20MST e o teste máximo em esteira, em adolescentes, e encontraram correlação entre os teste direto e o 20MST. Já Batista *et al.*³⁵, ao compararem o TC, o 20MST e o teste de corrida/caminhada de uma milha, verificaram que o teste de corrida/caminhada de uma milha foi o que melhor apresentou os resultados para o $VO_{2\text{máx}}$ em relação ao teste em esteira rolante.

Sendo assim, podemos observar que os estudos apontam para variações sobre qual teste é mais indicado para as populações com diferentes faixas etárias, massa corporal, nível de atividade física e condição de saúde. E, neste estudo, observamos que o ISWT é uma boa opção para avaliação da aptidão aeróbia em mulheres jovens, sedentárias e brasileiras.

Lima *et al.*³⁶ ressaltaram que os resultados a partir de testes padronizados são específicos para a população a qual foram idealizados e a universalização do protocolo não seria recomendada ou, recomendada com cautela para satisfazer a triagem inicial e a classificação de grandes grupos de indivíduos.

Conclusões

Os dados do presente estudo apresentam indícios que os valores de $VO_{2\text{máx}}$ obtidos através das equações de Almeida *et al.*²⁸ e EB³¹ podem reproduzir os valores encontrados no teste direto e a equação de Almeida *et al.*²⁸, que leva em consideração a velocidade alcançada, poderia ser aplicável para se obter o $VO_{2\text{máx}}$ a partir do ISWT, em uma população jovem.

Sendo assim, estudos que apontem para a validação de equações de predição para se estimar o $VO_{2\text{máx}}$ a partir do ISWT, em uma população jovem, devem ser realizados, a fim de se obter uma melhor aplicabilidade clínica para esta população.

Referências

1. Costa LC, Nobre GC, Santos AC, Silva SP. Aptidão cardiorrespiratória e composição corporal em crianças e adolescentes. Motriz; 2010. p. 664-71.
2. Petroski LE, Silva AF, Rodrigues AB, Pelegrine A. Aptidão física relacionada à saúde em adolescentes brasileiros residentes em áreas de médio/baixo índice de desenvolvimento humano. Rev. Saúde Pública. 2011; 13(2): 219-28.
3. Costa EC, Guerra MM, Nunes N. Validade da medida do consumo máximo de oxigênio e prescrição de intensidade de treinamento aeróbico preditos pelo teste de Cooper de 12 minutos em jovens sedentários. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício. 2007; 1(4): 32-9.
4. Rumenig E, Nakamura FY, Kiss MAP, Bertuzzi RC. Capacidade de trabalho físico e máximo estado estável da frequência cardíaca. Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano. 2010; 12(3): 171-78.
5. Basset DR, Howley ET. Maximal oxygen uptake: “classical” versus “contemporary” viewpoints. Med Sci Sports Exerc. 1997; 29: 591-603.
6. Basset DR, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. Med Sci Sports Exerc. 2000; 32: 70-84.
7. Hill DW, Poole DC, Smith JC. The relationship between power and the time to achieve $VO_{2\text{máx}}$. Med Sci Sports Exerc. 2002; 34: 709-14.
8. Behm DG, Sale DG. Velocity specificity of resistance training. Sports Med. 1993; 15: 374-88.

9. Myers J, Buchanan N, Walsh D, Kraemer M, Mcauley P, Hamilton WM, *et al.* Comparison of the ramp versus standard exercise protocols. *J Am Coll Cardiol.* 1991; 17: 1334-42.
10. Nevill AM, Brown D, Godfrey R, Johnson PJ, Romer L, Stewart AD, *et al.* Modeling maximum oxygen uptake of elite endurance athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2003; 35: 488-94.
11. Harling SA, Tong RJ, Mickleborough TD. The oxygen uptake response running to exhaustion at peak treadmill speed. *Med Sci Sports Exerc.* 2003; 35: 663-68.
12. Yazbek PJ, Carvalho RT, Sabbag LM, Battistella LR. Ergoespirometria: Teste de esforço cardiopulmonar, metodologia e interpretação. *Arq Bras Cardiol.* 1998; 71(5): 719-24.
13. Denadai BS. Consumo Máximo de Oxigênio: Fatores determinantes e limitantes. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde.* 1995; 1(1): 85-94.
14. Ringbaek T, Brondum E, Martinez G. Long-term effects of 1-year maintenance training on physical functioning and health status in patients with COPD: A randomized controlled study. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2010; 30(1): 47-52.
15. Probst VS, Hernandez NA, Teixeira DC, *et al.* Reference values for the incremental shuttle walking test. *Respir Med.* 2012; 106(2): 243-48.
16. Vilaró J, Resqueti V, Fregonezi G. Avaliação clínica da capacidade do exercício em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. *Rev bras fisioter* [online]. 2008; 12(4): 249-59.
17. Singh SJ, Morgan MD, Scott S, *et al.* Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic air ways obstruction. *Thorax.* 1992; 47(12): 1019-24.
18. Leger LA, Lambert J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO₂ max. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1982; 49(1): 1-12.
19. Monteiro DP, Brito RR, Carvalho ML, Parreira VF. Shuttle walking test como instrumento de avaliação da capacidade funcional: uma revisão da literatura. *Revista Ciência e Saúde.* 2014; 7(2): 92-7.
20. Diaz FJ, Montano JG, Melchor MT, Guerrero JH, Tovar JA. Validation and reliability of the 1000 meter aerobic test. *Rev Invest Clin.* 2000; 52: 44-51.
21. Craig CL, Marshall AL, Sjostrom M, Bauman AE, Booth ML, *et al.* International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc.* 2003; 35: 1381-95.
22. Borg GA, Noble BJ. Perceived exertion. *Exerc Sport Sci Rev.* 1974; 2: 131-53.
23. Wasseman K, Hansen JE, Sue DY, Stringer WW, Whipp BJ. Principles exercise testing and interpretation. *Can J Cardiol.* 2007; 23(4): 274.
24. Guazzi M, Adams V, Conraads V, Halle M, Mezzani A, *et al.* Clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations. *Eur Heart J.* 2012; 126(18): 2261-74.
25. Nelson MD, Petersen SR, Dlin RA. Effects of age and counseling on the cardiorespiratory response to graded exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2010; 42(2): 255-64.
26. Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20-meter shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences,* 1988, 6: 93-101.
27. Almeida JA, Campbell SG, Pardono E, Sotero RC, Magalhães G, Simões HG. Validade de Equações de Predição em Estimar o VO₂máx de Brasileiros Jovens a Partir do Desempenho em Corrida de 1.600m. *Rev Bras Med Esporte.* 2010, 16(1): 57-60.
28. Cureton KJ, Sloniger MA, O'Bannon JP, Black DM, McCormack WP. A generalized equation for prediction of VO₂ peak from 1-mile run/walk performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1995; 27: 445-51.
29. Jones NL, Summers E, Killian KJ. Influence of age and stature on exercise during incremental cycle ergometry in men and women. *Am Rev Respir Dis.* 1989; 140(5): 1373-80.
30. Almeida EM, Stefani CM, Nascimento JA, Almeida NM, Santos AC, *et al.* Equação de Predição do Consumo de Oxigênio em uma População Brasileira. *Arq Bras Cardiol.* 2014; 103(4): 299-307.
31. Neto GA, Farinatti PT. Equações de predição da aptidão cardiorrespiratória sem testes de exercício e sua aplicabilidade em estudos epidemiológicos: revisão descritiva e análise dos estudos. *Rev Bras Med Esporte.* 2003; 9(5): 304-14.
32. Grant S, Corbett K, Amjad AM, Wilson J, Aitchison T. A comparison of methods of predicting maximum oxygen uptake. *Br J Sports Med.* 1995; 29: 147-52.

41 Comparação e aplicabilidade de equações de predição

33. Mahseredjian F, Neto TL, Tebexreni AS. Estudo comparativo de métodos para a predição do consumo máximo de oxigênio e limiar anaeróbio em atletas. *Rev Bras Med Esporte*. 1999; 5(5): 167-72.
34. Cunningham LN, Cama G, Cilia G, Bazzano. Relationship of VO2 max with the 1-mile run and 20 meter shuttle test with youth aged 11 to 14 years. *Med Sci Sports Exerc*. 1994; 26(5): 8209.
35. Batista MB, Cyrino ES, Milanez VF, Silva MJC, Arruda M, Ronque RV. Estimativa do consumo máximo de oxigênio e análise de concordância entre medida direta e predita por diferentes testes de campo. *Rev Bras Med Esporte*. 2013; 19(6): 404-9.
36. Lima DF, Abatti PJ. Formulação de equação preditiva do VO2máx baseada em dados que independem de exercícios físicos. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*. 2006; 27(2): 139-49.