

# Análise comparativa de fórmulas preditivas de avaliação da capacidade funcional com o teste cardiopulmonar de jogadoras de futebol profissional

*Comparative analysis of predictive formulas for the evaluation of functional capacity with cardiopulmonary test in professional female soccer players*

*Análisis comparativo de fórmulas predictivas de evaluación de la capacidad funcional con la prueba cardiopulmonar de jugadoras de fútbol profesional*

Alexandre Fenley<sup>1,2</sup>, Rafael Santiago Floriano<sup>1,3</sup>, Tiago de Oliveira Chaves<sup>1,2</sup>, Igor Nasser<sup>1,2</sup>, Michel Silva Reis<sup>1,2,3</sup>

**RESUMO** | Comparar a validade de duas fórmulas de predição do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) com os valores obtidos no teste cardiopulmonar (TCP) em esteira ergométrica de jogadoras de futebol profissional. Dezoito jogadoras de futebol profissional foram submetidas ao TCP em esteira em um protocolo de carga incremental. Na sequência, foi determinado o  $VO_2$  da potência do limiar anaeróbio ventilatório (LAV) e no pico do exercício físico. Posteriormente, as fórmulas de predição de  $VO_2$  - i)  $VO_2 = (0,2 \times \text{velocidade}) + (0,9 \times \text{velocidade} \times \text{inclinação}) + 3,5$  - velocidade em mph e inclinação %; e ii) MET (equivalente metabólica) =  $6 \times \text{HRI} - 5$ , onde HRI = frequência cardíaca máxima/frequência cardíaca de repouso - foram aplicadas nas mesmas potências para comparação. Para a primeira fórmula foi observado que tanto no LAV como no pico do TCP, os dados obtidos ficaram abaixo do previsto, sugerindo que a fórmula superestima o  $VO_2$  e, conseqüentemente, a capacidade e a potência aeróbicas. Na segunda fórmula foi observado que os valores ficaram abaixo do obtido, sugerindo que a fórmula subestimou o  $VO_2$  e, conseqüentemente a potência aeróbica, e mais uma vez a capacidade funcional. Diante disso, as fórmulas de predição não mostraram similaridade na determinação da capacidade funcional (CF) de jogadoras de futebol profissional, sugerindo não serem recomendadas para essa população.

**Descritores** | Teste de Esforço; Mulheres; Futebol.

**ABSTRACT** | To compare the validity of two oxygen consumption ( $VO_2$ ) prediction formulas with the values obtained through cardiopulmonary exercise test (CPT) in a treadmill with professional female soccer players. Eighteen professional female soccer players performed CPT in a treadmill with an incremental protocol. The  $VO_2$  of the gas exchange threshold (GET) was determined, as well as at peak exercise. After that, the following formula of  $VO_2$  prediction i)  $VO_2 = (0.2 \times \text{velocity}) + (0.9 \times \text{velocity} \times \text{incline}) + 3.5$  - velocity, in mph and %incline; and ii) MET (metabolic equivalent) =  $6 \times \text{HRI} - 5$ , where HRI = maximum heart rate/resting heart rate, were applied in the same power for comparison. In the first formula, the values obtained in GET and at peak exercise were below the estimated, indicating that the formula overestimated  $VO_2$  and, consequently, aerobic capacity and power. In the second formula, the values were below the estimated, indicating that the formula also underestimated  $VO_2$  and, consequently, aerobic capacity and power. Given these results, the prediction formulas do not present similarity in determining the functional capacity (FC) of professional female soccer players, indicating they are not suitable for this population.

**Keywords** | Exercise Test; Women; Soccer.

**RESUMEN** | Comparar la validez de dos fórmulas para predecir el consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) con los valores obtenidos en la prueba cardiopulmonar (PCP) en una cinta de correr de

Estudo realizado na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

<sup>1</sup>Grupo de Pesquisa em Avaliação e Reabilitação Cardiorrespiratória (Gecare), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) - Rio de Janeiro (RJ), Brasil

<sup>2</sup>Programa de Pós Graduação em Educação Física, Escola de Educação Física e Desportos, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) - Rio de Janeiro (RJ), Brasil

<sup>3</sup>Programa de Pós Graduação em Cardiologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) - Rio de Janeiro (RJ), Brasil

Endereço para correspondência: R. Prof. Rodolpho Paulo Rocco, s/n, Ilha do Fundão - Rio de Janeiro (RJ), Brasil - CEP: 21941-913 - E-mail: msreis@hucff.ufrj.br - Telefone: (21) 25622223 - Fonte de financiamento: Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Conflito de interesses: Nada a declarar - Apresentação: 20 fev. 2018 - Aceito para publicação: 17 maio 2018 - Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho sob o parecer nº 43656115.8.0000.5257.

jogadoras de futebol profissionais. Dieciocho jugadoras de fútbol profesional se sometieron al PCP en cinta de correr en un protocolo de carga incremental. En la secuencia, se determinó el  $\text{VO}_2$  de la potencia del Umbral Anaeróbico Ventilatorio (UAV) y en el pico del ejercicio físico. Posteriormente, las fórmulas de predicción de  $\text{VO}_2$  -i)  $\text{VO}_2 = (0,2 \times \text{velocidad}) + (0,9 \times \text{velocidad} \times \text{inclinación}) + 3,5 - \text{velocidad}$  en mph e inclinación %; y ii) MET (equivalente metabólico) =  $6 \times \text{HRI} - 5$ , donde HRI = frecuencia cardíaca máxima/frecuencia cardíaca de reposo- se aplicaron en las mismas potencias para comparación. Para la primera fórmula se observó que tanto en la UAV como en el

pico del PCP, los datos obtenidos quedaron por debajo de lo previsto, sugiriendo que la fórmula sobrestima el  $\text{VO}_2$  y, consecuentemente, la capacidad y la potencia aeróbica. En la segunda fórmula se observó que los valores quedaron por debajo de lo obtenido, sugiriendo que la fórmula subestimó el  $\text{VO}_2$  y, consecuentemente, la potencia aeróbica, y una vez más la capacidad funcional. Por lo tanto, las fórmulas de predicción no mostraron semejanza en la determinación de la capacidad funcional (CF) de las jugadoras de fútbol profesional, sugiriendo que no son recomendadas para esa población.

**Palabras clave** | Prueba de Esfuerzo; Mujeres; Fútbol.

## INTRODUÇÃO

A capacidade funcional (CF) é a competência de realizar as atividades da vida diária com independência. Este componente tem sido almejado para diagnóstico de doenças, estratificação de risco e prescrição de exercícios<sup>1</sup>. Diante disso, têm sido propostas estratégias para implementação dos meios de avaliação e obtenção da CF.

Entre as diferentes estratégias, o teste cardiopulmonar (TCP) é considerado o padrão-ouro para determinação da CF, capacidade aeróbia e potência aeróbia. As variáveis obtidas permitem a identificação de  $\text{VO}_2$  pico e/ou máximo e limiares metabólicos (limiar de anaerobiose ventilatório – LAV), e ponto de compensação respiratório – PCR), bem como o entendimento da limitação ao esforço<sup>2</sup>. Entretanto, os equipamentos necessários para a realização do TCP são caros e necessitam de equipe treinada. Além disso, o ambiente requer cuidados específicos tais como: controle da temperatura, umidade, pressão barométrica e ruído, afim de realizar o protocolo da forma mais adequada possível. Diante disso, são poucos os locais especializados nesse tipo de exame que possuem todo o aparato tecnológico necessário para a realização do TCP<sup>3</sup>.

Por outro lado, já existem fórmulas descritas para a predição do  $\text{VO}_2$  durante exercício físico em diferentes ergômetros e testes de campo<sup>4,5</sup>. No entanto, pouco se sabe sobre a aplicação dessas fórmulas em populações especiais, e os dados disponíveis não permitem extrapolar sua validade para diferentes grupos. Logo, o objetivo deste estudo é comparar duas fórmulas de predição de  $\text{VO}_2$  com o  $\text{VO}_2$  obtido no TCP durante o LAV e no pico do exercício em jogadoras de futebol profissional.

## METODOLOGIA

### Amostra

Estudo prospectivo, observacional e transversal. Foi selecionada uma amostra de conveniência de 18 jogadoras de futebol profissional. As atletas deveriam obedecer aos seguintes critérios de inclusão: faixa etária acima de 18 anos, saudáveis segundo avaliação clínica e, por fim, treinar regularmente com o respectivo time com frequência mínima de cinco vezes por semana. A avaliação clínica foi executada pelo médico responsável pela equipe, e foram realizados exames de rotina para auxiliar na exclusão de doenças, tais como: exames laboratoriais (hemograma, bioquímica, eletrólitos) e eletrocardiograma. Foram excluídas as jogadoras com histórico de doença cardiovascular, respiratória, muscular, ortopédica, neurológica, metabólica e imunológica. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, em concordância com a Resolução nº 466/2012 de pesquisa com seres humanos (CAAE: 43656115.8.0000.5257). As voluntárias assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para participação na pesquisa.

### Teste cardiopulmonar máximo ou sintoma-limitado

O teste foi realizado em um laboratório climatizado com temperatura entre 22°C e 24°C e umidade relativa do ar entre 50% e 60%, no mesmo período da manhã. As voluntárias foram familiarizadas com o ambiente experimental e com os experimentadores. O TCP associado ao sistema de ergometria objetivou avaliar a capacidade funcional das atletas e identificar possíveis

alterações eletrocardiográficas e hemodinâmicas induzidas pelo exercício que pudessem contraindicar sua participação no estudo. Além disso, o protocolo adotado para realização do TCP foi do tipo rampa em esteira ergométrica (*Inbrasport Master Super ATL*, Porto Alegre, RS, Brasil). Inicialmente, as voluntárias permaneceram dois minutos em repouso em pé na esteira; na sequência, iniciou-se o período de aquecimento por três minutos, caminhando na velocidade de 2 km/h e sem inclinação. Após essa etapa, o protocolo de exercício físico foi iniciado com incrementos de velocidade de 1 km/h por minuto e inclinação fixa de 1%, de acordo com protocolo de estudo anterior<sup>6</sup>, até a exaustão física – isto é, a impossibilidade da voluntária de executar a carga imposta pela esteira ergométrica. A distribuição da carga foi controlada pelo sistema de medidas de variáveis ventilatórias e metabólicas ( $VO_{2000}$  – *Portable Medical Graphics Corporation*, EUA). Por fim, o período de recuperação pós-teste consistiu em três minutos em velocidade submáxima (3 km/h) sem inclinação, seguidos de dois minutos de repouso e sentando após a interrupção da carga.

As variáveis ventilatórias e metabólicas, assim como a frequência cardíaca (FC), foram captadas e registradas durante todo o período do teste, conforme descrito a seguir. A saturação periférica de oxigênio –  $SpO_2$  (Onyx 9500®, Uberlândia, MG, Brasil) – e o eletrocardiograma – ECG (*Win cardio USB, Micromed*, Brasília, DF, Brasil) –, nas derivações MC5, DII, DIII, aVR, aVL e aVF modificadas e V1 a V6, foram monitorados continuamente durante todo o procedimento experimental. A pressão arterial foi verificada em períodos determinados do protocolo, com o cuidado de evitar interferências na coleta das variáveis. É importante ressaltar que todos os testes foram conduzidos por uma equipe de pesquisadores composta de fisioterapeutas e médicos, os quais estavam atentos aos sinais e/ou sintomas de resposta inadequada ao exercício. Além disso, as variáveis ventilatórias e metabólicas foram obtidas por meio de sistema computadorizado de análise ergoespirométrica ( $VO_{2000}$  – *Portable Medical Graphics Corporation*, EUA). O volume corrente foi obtido por meio de um pneumotacômetro de Pitot, conectado ao sistema  $VO_{2000}$  e acoplado a uma máscara facial – selecionada de acordo com o tamanho da face da voluntária para ficar devidamente ajustada, evitando escapes de ar. Após o período de colocação da máscara, foram aguardados alguns minutos até que a ventilação das voluntárias estabilizasse. O equipamento forneceu em tempo real os valores de respiração do

$VO_2$ , da eliminação de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ), da ventilação pulmonar (VE), da FC e da  $SpO_2$ . Os valores de equivalentes ventilatórios de oxigênio ( $O_2$ ) ( $VE/VO_2$ ) e equivalentes ventilatórios de  $VCO_2$  ( $VE/VCO_2$ ), bem como a razão das trocas respiratórias (R), a fração expirada final de  $O_2$  ( $FEO_2$ ), a fração expirada final de  $CO_2$  ( $FECO_2$ ), o volume corrente (VC) e a frequência respiratória (FR) também foram calculados e armazenados.

### **Análise dos dados: determinação do LAV e do $VO_2$ pico**

Para a determinação do LAV foi utilizado o método V-slope, com as curvas da correlação  $VO_2$  e  $VCO_2$ . Na sequência, a relação  $VE/VO_2$  e a  $FEO_2$  plotadas em função do tempo também foram utilizadas para a determinação do LAV. Para isso, três observadores independentes realizaram a determinação do LAV na ocorrência das seguintes situações<sup>6</sup>: 1)  $VE/VO_2$ : ponto de mais baixo valor desta relação, certificando-se de que a partir dele ocorra aumento sistemático (ponto de maior eficiência ventilatória); 2)  $FEO_2$ : ponto de mais baixo valor desta variável, a partir do qual tem início uma elevação sistemática.

O trecho de análise selecionado foi com base nas respostas das variáveis cardiorrespiratórias, ou seja, do momento onde começam a responder ao incremento de potência até o de interrupção do exercício. O controle qualitativo do experimento foi realizado por diversos critérios: presença ou não de estado de equilíbrio na fase de aquecimento; se o início das respostas da FC e das variáveis ventilatórias coincidiu com o incremento de potência; e se as variáveis ventilatórias mostraram comportamento linear no início da rampa. Esse método foi utilizado como padrão-ouro nas comparações com os demais métodos de determinação do LAV. Por fim, para identificar o  $VO_2$  pico foi realizada uma média dos últimos 30 segundos do protocolo de rampa do TCP.

### **Predição do $VO_2$**

Para a determinação indireta do  $VO_2$ , foram utilizadas duas fórmulas de predição. A primeira foi descrita como  $VO_2 = (0,2 \times \text{velocidade}) + (0,9 \times \text{velocidade} \times \text{inclinação}) + 3,5$  – velocidade em mph e inclinação em %. Essa estratégia para predição da capacidade funcional foi proposta pelo *American College Of Sports Medicine*

(ACSM)<sup>7</sup>, e tem sido referência para prescrição e interpretação dos resultados de testes de exercício físico mais utilizados. A segunda estratégia para determinação da CF foi derivada da meta-análise de 60 estudos sobre determinação direta do consumo de oxigênio em esteira ergométrica no pico do exercício. A equação foi descrita como: MET (equivalente metabólica) = 6x índice da frequência cardíaca, do inglês (HRI), - 5, onde HRI=FC Máxima/FC repouso<sup>8</sup>.

## Análise estatística

Inicialmente, os dados foram submetidos ao teste de normalidade (teste de Kolmogorov-Smirnov) e ao teste de homogeneidade (teste de Levene). Quando apropriado, foi aplicado o teste t de Student pareado para as variáveis paramétricas. As características gerais e do TCP foram expressas em média ± desvio-padrão. O nível de significância adotado foi  $p < 0,05$ , e as análises foram realizadas com o software *SigmaPlot* para Windows versão 11.0 (copyright© 2008 Systat Software, Inc).

## RESULTADOS

A Tabela 1 mostra as características da população estudada. As voluntárias eram jovens e eutróficas.

Tabela 1. Características gerais das voluntárias estudadas

	Voluntárias (n=18)
Idade (anos)	26,07 ± 4,35
Antropometria	
Estatura (m)	1,63 ± 0,08
Massa corporal (kg)	63,37 ± 7,45
IMC* (kg/m <sup>2</sup> )	23,84 ± 3,06
Pregas cutâneas	
Tricipital (mm)	12,6 ± 3,7
Torácica (mm)	16,50 ± 5,73
Supraíliaca (mm)	15,7 ± 5,4
Coxa (mm)	17,3 ± 5,8

Dados em média ± DP. \*IMC: índice de massa corporal

A Tabela 2 apresenta as variáveis respiratórias e metabólicas obtidas no TCP no pico e no LAV. A média da FC obtida no pico do exercício de dispneia e membros inferiores (102% da FC máxima, de acordo com

a fórmula de Karvonen), segundo a Sociedade Brasileira de Cardiologia<sup>9</sup> e pela escala subjetiva de esforço denominada Escala de Borg<sup>10</sup>, foi compatível com a de exercícios de alta intensidade, refletindo que o teste foi até a exaustão das voluntárias. Pelo valor do  $VO_2$  relativo no pico, as voluntárias apresentavam capacidade aeróbia regular de acordo com a classificação da *American Heart Association* (AHA)<sup>6</sup>.

Tabela 2. Variáveis respiratórias e metabólicas obtidas no teste cardiopulmonar máximo e/ou sintoma limitado

	Voluntárias (n=18)
Repouso	
FC* (bpm)	72 ± 9
PAS* (mmHg)	119 ± 9
PAD* (mmHg)	70 ± 8
$VO_2$ * (L/min)	-*
$VO_2$ (mL/kgmin)	-
Limiar anaeróbio ventilatório	
FC (bpm)	161 ± 12
PA (mmHg)	-
$VO_2$ (L/min)	2,0 ± 0,4
$VO_2$ (mL/kgmin)	32,3 ± 5,8
Velocidade (km/h)	9,4 ± 1,5
Pico	
FC (bpm)	189 ± 7
PA (mmHg)	-
$VO_2$ (L/min)	2,9 ± 0,4
$VO_2$ (mL/kgmin)	45,4 ± 7,3
MET*	13 ± 2,08
Velocidade (km/h)	14,6 ± 1,4
Borg (0-10) - Dispneia	8,5 ± 1,3
Borg (0-10) - MMII*	8,1 ± 1,8

Dados em média ± DP. \*FC: frequência cardíaca; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica;  $VO_2$ : consumo máximo de oxigênio; MET\*: equivalente metabólico; MMII: membros inferiores; (-): não mensurado

A Figura 1 apresenta o  $VO_2$  relativo obtido através do TCP e o previsto através da fórmula da ACSM<sup>7</sup>. Foi observado que tanto no LAV como no pico do TCP os dados obtidos ficaram abaixo do previsto, sugerindo que a fórmula superestima o  $VO_2$  e, conseqüentemente, a capacidade e a potência aeróbia.

A Figura 2 apresenta a fórmula de predição do MET<sup>8</sup>, quando comparado com o MET correspondente do  $VO_2$  obtido no pico do exercício. Foi observado que a fórmula de predição ficou abaixo do resultado obtido, sugerindo que subestimou o  $VO_2$  e, conseqüentemente, a potência aeróbia.

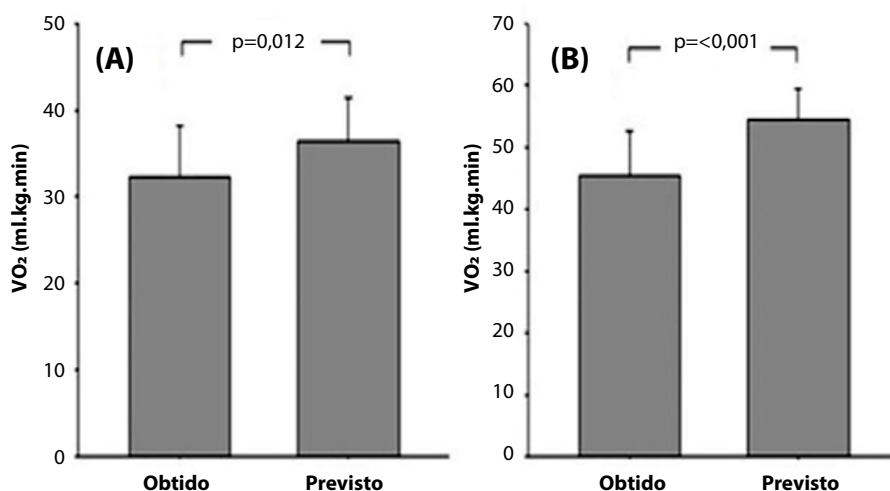


Figura 1. Consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) obtido e previsto pela *American Heart Association*<sup>6</sup> (AHA) das voluntárias estudadas. (A): limiar anaeróbio ventilatório; (B): pico do teste cardiopulmonar. Teste t de *Student* pareado com  $p < 0,05$

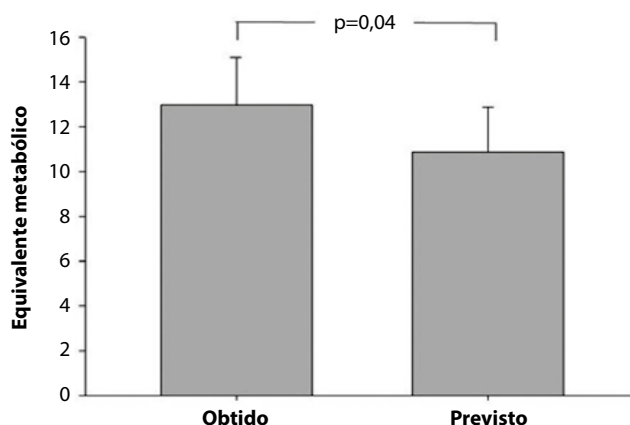


Figura 2. Equivalente metabólico obtido e previsto pela fórmula do MET<sup>8</sup> no pico do exercício físico das voluntárias. Teste t de *Student* pareado com  $p < 0,05$

## DISCUSSÃO

Os principais achados do nosso estudo foram: i) para a fórmula da ACSM<sup>7</sup>, tanto no LAV como no pico do TCP os dados superestimaram o  $VO_2$  e, conseqüentemente, a capacidade e potência aeróbia; ii) para a fórmula do MET no pico do TCP, os dados subestimaram o  $VO_2$  e, conseqüentemente, a potência aeróbia. Diante disso, a relevância do nosso estudo está em testar duas fórmulas de estratificação da capacidade e potência aeróbia, sendo a da ACSM<sup>7</sup> a mais amplamente aplicada e a fórmula do MET<sup>8</sup>, a proposta mais atual para avaliação da aptidão física e prescrição de exercício físico.

As voluntárias eram jovens, eutróficas, saudáveis e participavam de uma rotina de treinamento que combinava preparação física e tática. Além disso, elas participavam anualmente de dois campeonatos profissionais (Campeonato Brasileiro de Futebol e Campeonato Carioca de Futebol). No entanto, curiosamente, as jogadoras apresentavam um  $VO_2$  obtido no pico do TCP abaixo do esperado para atletas de alto rendimento, o que as classificava com aptidão física regular<sup>7</sup>. Tais achados permitem sugerir que a resposta do  $VO_2$  pico das atletas pode estar relacionada a dois fatores: i) posição no campo, uma vez que defensoras e atacantes percorrem, durante uma partida de 90 minutos, uma distância inferior à percorrida por meio-campistas e laterais<sup>11</sup>, justificando

valores de  $VO_2$  menores; e ii) treinamento tático e preparação física peculiares de cada posição<sup>12</sup>.

Na fase pré-temporada é de rotina que as jogadoras profissionais sejam submetidas a avaliações cardiorrespiratórias e de desempenho<sup>13</sup>. Entre esses testes, a obtenção do  $VO_2$  tem sido de especial importância para a estratificação de aptidão e preparação física, como fator para determinação da capacidade aeróbia. Dessa forma, tem sido atraente a utilização de fórmulas de predição do  $VO_2$  como substitutivo do TCP, uma vez que os TCP ficam restritos a clubes de elite.

Neste estudo, a fórmula da ACSM<sup>7</sup> não se mostrou adequada para refletir a capacidade e potência aeróbia das atletas. Alguns fatores podem ter comprometido a sensibilidade dessa ferramenta. O primeiro aspecto a ser considerado representa a aplicação de somente duas variáveis que podem ser pouco sensíveis em refletir a população estudada (velocidade e inclinação da esteira). O segundo aspecto se refere à eficiência mecânica, uma vez que, dependendo da população avaliada, a passada pode ser influenciada pela estatura e massa corporal, levando as voluntárias a adaptarem seu centro de massa à velocidade imposta (adotando passadas curtas ou longas)<sup>14</sup>. Outro aspecto que deve ser considerado é que, uma vez desenvolvida para pacientes com doença cardiovascular, disfunção central e, possivelmente, presença de disfunção muscular periférica (condição comum em cardiopatias)<sup>15</sup>, o nível dessas disfunções pode ter influenciado no desempenho dos pacientes avaliados para elaboração da fórmula da ACSM<sup>7</sup>.

Outra consideração que podemos destacar é o tipo de protocolo utilizado, uma vez que protocolos de incrementação mais rápida – tipo rampa – podem determinar valores de velocidade e inclinação maiores quando comparados a protocolos mais lentos – tipo degrau<sup>16</sup>. Por fim, outro aspecto factível e de relevância é o apoio ou não dos braços na esteira. Tem sido demonstrado que realizar um protocolo de exercício com apoio frontal ou lateral é capaz de mudar a demanda metabólica e a adaptação à esteira. Isso ocorre também para os avaliados que executam o protocolo com os braços livres<sup>17</sup>.

Com relação à fórmula do MET<sup>8</sup>, apesar da revisão sistemática que propôs descrever como vantagem utilizar a FC máxima e de repouso em oposição a fórmulas que aplicam velocidade e inclinação na esteira (como a da ACSM), este estudo mostrou que a potência aeróbia das atletas ficou subestimada. Dois aspectos devem ser considerados para aplicação do índice: i) como a maioria dos estudos de construção da fórmula foi

desenvolvida a partir de pacientes cardiopatas, o efeito da medicação utilizada (por exemplo,  $\beta$ -bloqueador) pode ter influenciado a obtenção da FC de repouso<sup>18</sup>; e ii) torna-se racional pensar que, tendo sido estabelecido na literatura que a FC de repouso é mais baixa em atletas com rotina regular de treinamento físico<sup>19</sup>. Diante disso, e pelo fato de as jogadoras selecionadas para este estudo serem de nível profissional, podemos supor que a FC de repouso pode ter sido a variável que explica a subestimação da potência aeróbia.

Diante do exposto, vale refletir sobre a possibilidade de elaboração de fórmula que abranja mais variáveis que levem em consideração, previamente, a suposta CF da população estudada. Nesse aspecto, é possível supor que variáveis que mostrem as habilidades individuais das jogadoras pudessem ser mais adequadas para diferenciação do  $VO_2$  em relação à posição de campo. Assim, seria possível avaliar o deslocamento em campo das profissionais em jogos oficiais ou de treinamento por meio de dispositivos do tipo pedômetro, *global position system* (GPS) ou câmeras *laser*<sup>20</sup>, que poderiam alimentar equações de predição. Outra estratégia comumente utilizada no treinamento físico das atletas são os testes de campo. Eles são capazes de fornecer informações individualizadas de desempenho sobre as jogadoras e poderiam subsidiar novas fórmulas para predição da CF. Um teste muito aplicado no mundo futebolístico tem sido o *YoYo test*, que através da distância percorrida é capaz de determinar o  $VO_2$ <sup>21</sup>.

Segundo outra pesquisa<sup>22</sup>, ao comparar modelos preditivos elaborados no estudo com fórmulas já descritas na literatura, como, por exemplo, a fórmula da ACSM<sup>7</sup> ou as preconizadas por outros autores<sup>3</sup>, foi mostrado que o  $VO_2$  poderia ser previsto com acurácia utilizando-se a massa corporal, a idade e a carga de trabalho como variáveis independentes, quando os voluntários são aparentemente saudáveis e não atletas. Em outro estudo<sup>23</sup>, os autores desenvolveram uma equação para a população brasileira que levava em conta as seguintes variáveis: gênero, idade, IMC e nível de atividade física, comparando-a com fórmulas utilizadas na predição do  $VO_2$ , como a de estudos anteriores<sup>6,7,24</sup>. Os resultados indicaram que ambas as fórmulas superestimaram o  $VO_2$  quando comparadas à equação apresentada por eles. Além disso, os autores citam o IMC como uma variável imprecisa, porém, mais bem aplicada à fórmula do que massa corporal e estatura, separadamente. Esse fato pode ter implicação na superestimação na predição do  $VO_2$ .

Vale destacar algumas limitações do estudo: i) pouca cooperação das atletas, impossibilitando a apresentação

dos dados de teste de campo; ii) falta de fórmulas apropriadas para a população estudada; iii) número pequeno de voluntárias, o que pode ter influenciado nos valores de  $VO_2$ .

## CONCLUSÃO

As fórmulas de predição da CF não mostraram similaridade na determinação da capacidade e potência aeróbia de jogadoras de futebol profissional. Nesse sentido, a fórmula da ACSM<sup>7</sup> revelou superestimar o  $VO_2$  no LAV e no pico do exercício, em comparação ao TCP. Por outro lado, a fórmula de predição a partir do MET<sup>8</sup> mostrou subestimar o  $VO_2$ .

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – Faperj (processo: E-26/110.878/2013) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (processo: 487.375/2012-2) pelo apoio financeiro. Adicionalmente, agradecemos aos colegas do Grupo de Pesquisa em Avaliação e Reabilitação Cardiorrespiratória (Gecare) do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

## REFERÊNCIAS

- Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M, et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *JAMA*. 2009;301(19):2024-35. doi: 10.1001/jama.2009.681
- Balady GJ, Arena R, Sietsema K, Myers J, Coke L, Fletcher GF, et al. Clinician's guide to cardiopulmonary exercise testing in adults: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2010;122(2):191-225. doi: 10.1161/CIR.0b013e3181e52e69
- Neder JA, Nery LE. *Fisiologia clínica do exercício: teoria e prática*. São Paulo: Artes Médicas; 2003.
- Dourado VZ. Reference equations for the 6-minute walk test in healthy individuals. *Arq Bras Cardiol*. 2011;96(6):1-11. doi.org/10.1590/S0066-782X2011005000024
- Schubert MM, Washburn RA, Honas JJ, Lee J, Donnelly JE. Exercise volume and aerobic fitness in young adults: the midwest exercise trial-2. *SpringerPlus*. 2016;5(183):1-9. doi: 10.1186/s40064-016-1850-0
- Wasserman K, Sue DY, Stringer WW, Sietsema KE, Xing-Guo S, et al. *Principles of exercise testing and interpretation*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
- Gibbons RJ, Balady GJ, Beasley JW, Bricker JT, Duvernoy WF, Froelicher VF, et al. ACC/AHA guidelines for exercise testing: executive summary. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association task force on practice guidelines (Committee on Exercise Testing). *Circulation*. 1997;96(1):345-54. doi: https://doi.org/10.1161/01.CIR.96.1.345
- Wicks JR, Oldridge NB. How accurate is the prediction of maximal oxygen uptake with treadmill testing? *PLoS ONE*. 2016;11(11):1-13. doi: 10.1371/journal.pone.0166608
- Godoy Y, editor. I Consenso Nacional de Reabilitação Cardíaca. *Arq Bras Cardiol*. 1997;69(4):267-91.
- Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14(5):377-81.
- Sousa RB, Praça GM, Greco PJ. Avaliação de jogadores de futebol: relação entre a capacidade aeróbica e eficácia tática. *RBFF*. 2017;9(33):190-6.
- Balikian P, Lourenção A, Ribeiro LFP, Festuccia WTL, Neiva CM. Maximal oxygen uptake and anaerobic threshold in professional soccer players: comparison between different positions. *Rev Bras Med Esporte*. 2002;8(2):32-6. doi.org/10.1590/S1517-86922002000200002
- Fessi MS, Zarrouk N, Filetti C, Rebai H, Elloumi M, Moalla W. Physical and anthropometric changes during pre- and in-season in professional soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2016;56(10):1163-70.
- Levy WC, Maichel BA, Steele NP, Leclerc KM, Stratton JR. Biomechanical efficiency is decreased in heart failure during low-level steady state and maximal ramp exercise. *Eur J Heart Fail*. 2004;6(7):917-26. doi: 10.1016/j.ejheart.2004.02.010
- Reis HV, Borghi-Silva A, Catai AM, Reis MS. Impact of CPAP on physical exercise tolerance and sympathetic-vagal balance in patients with chronic heart failure. *Braz J Phys Ther*. 2014;18(3):218-27. doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0037
- Pithon KR, Martins LE, Gallo JR, Catai AM, Silva E. Comparação das respostas cardiorrespiratórias entre exercício de carga constante e incremental abaixo, acima e no limiar de anaerobiose ventilatório. *Rev Bras Fisioter*. 2006;10(2):163-9. doi.org/10.1590/S1413-3552006000200005
- Pinkstaff S, Peberdy MA, Kontos MC, Fabiato A, Finucane S, Arena R. Overestimation of aerobic capacity with the Bruce treadmill protocol in patients being assessed for suspected myocardial ischemia. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2011;31(4):254-60. doi: 10.1097/HCR.0b013e318211e3ed
- Goldsmith RL, Bigger JT, Bloomfield DM, Krum H, Steinman RC, Sackner-Bernstein J, Packer M. Long-term carvedilol therapy increases parasympathetic nervous system activity in chronic congestive heart failure. *Am J Cardiol*. 1997;80(8):1101-4. doi.org/10.1016/S0002-9149(97)00616-4
- Hsu CY, Hsieh PL, Hsiao SF, Chien MY. Effects of exercise training on autonomic function in chronic heart failure: systematic review. *BioMed Res Int*. 2015;2015(ID 591708):1-8. doi: 10.1155/2015/591708
- Doncaster G, Unnithan V. Between-game variation of physical soccer performance measures in highly trained youth soccer

- players. *J Strength Cond Res*. 2017(in press). doi: 10.1519/JSC.0000000000002132
21. Krstrup P, Mohr M, Amstrup T, Rysgaard T, Johansen J, Steensberg A, et al. The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(4):697-705. doi: 10.1249/01.MSS.0000058441.94520.32
22. Magrani P, Pompeu FAMS. Equations for predicting aerobic power ( $\text{VO}_2$ ) of young Brazilian adults. *Arq Bras Cardiol*. 2010;94(6):763-70. doi.org/10.1590/S0066-782X2010005000054
23. Almeida AE, Stefani CM, Nascimento JA, Almeida NM, Santos AC, Ribeiro JP, et al. An equation for the prediction of oxygen consumption in a Brazilian population. *Arq Bras Cardiol*. 2014;103(4):299-307. doi: 10.5935/abc.20140137
24. Jones NL, Campbell EJ. *Clinical exercise testing*. Philadelphia: Saunders; 1982.