

## **ANÁLISES DE DIFERENTES EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DA CAPACIDADE AERÓBIA EM FUTEBOLISTAS DA CATEGORIA JÚNIOR**

### **Analysis of different equations to predict the aerobic capacity in junior soccer players**

Ubiratan R. Pereira<sup>1</sup>, Gustavo S. Ribeiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Luterana do Brasil - ULBRA

<sup>2</sup>Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre - UFCSPA

**Contato:** gustavosr@ufcspa.edu.br

**RESUMO:** O objetivo do estudo foi comparar e correlacionar três equações para estimar o consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>máx) por um teste de campo em jogadores de futebol da categoria júnior. Para tanto, 18 atletas do sexo masculino com idade entre 18 e 20 anos foram submetidos ao teste de corrida de 3.200 metros. O VO<sub>2</sub>máx foi estimado por três equações, a saber: ACSM (2002), Weltman et al. (1989) e Ribisl e Kachadorian (1969). Não houve diferença entre o VO<sub>2</sub>máx estimado pelas equações de Weltman et al. (1989) e de Ribisl e Kachadorian (1969), mas o VO<sub>2</sub>máx estimado pela equação do ACSM (2002) foi inferior as demais (p<0,001). Por outro lado, houve correlação forte entre todas as equações (r≥0,86; p<0,001). Em conclusão, as equações para estimar o VO<sub>2</sub>máx pelo teste de corrida de 3.200 metros apresentaram diferença, mas tiveram correlação forte. Assim, sugere-se que a capacidade aeróbia de futebolistas da categoria júnior seja avaliada e monitorada sempre por uma mesma equação.

**Palavras-chaves:** Atletas; Futebol; Medicina esportiva; Consumo de oxigênio; Teste de esforço.

**ABSTRACT:** The aim of the study was to compare and correlate three equations to estimate maximal oxygen uptake (VO<sub>2</sub>max) by a field test in junior soccer players. For this, 18 male athletes with aged between 18 and 20 years were submitted to the 3200-m run test. VO<sub>2</sub>max was estimated by three equations, namely: ACSM (2002), Weltman et al. (1989) and Ribisl and Kachadorian (1969). There was no difference between the VO<sub>2</sub>max estimated by equations of Weltman et al. (1989) and Ribisl and Kachadorian (1969), but the VO<sub>2</sub>max estimated by the ACSM equation (2002) was lower than the others (p<0.001). Moreover, there was a strong correlation between all the equations (r≥0.86, p<0.001). In conclusion, the equations to estimate VO<sub>2</sub>max by 3200-m run test showed differences, but had a strong correlation. Thus, it is suggested that the aerobic capacity of junior players category to be evaluated and monitored always by the same equation.

**Keywords:** Athletes; Soccer; Sports medicine; Oxygen consumption; Exercise test.

## Introdução

O futebol é considerado uma modalidade esportiva de característica intermitente, onde aproximadamente 80% da demanda energética provêm do sistema oxidativo (REGAZZINI, 2002). Isso ocorre em virtude dos atletas passarem a maior parte do jogo movimentando-se em intensidades submáximas (DENADAI *et al.*, 2002). De acordo com Regazzini (2002), a energia restante é proveniente do metabolismo anaeróbio, o qual sustenta com maior ênfase as atividades de alta intensidade, como, por exemplo, *sprints* e disputa de bola. Se considerarmos a alta contribuição do sistema oxidativo, é natural que profissionais envolvidos nesse esporte busquem alternativas para avaliar a potência dessa rota metabólica, ou seja, investigar a capacidade aeróbia, a qual é basicamente caracterizada pelo consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$ máx) (DUARTE; DUARTE, 2001).

A análise direta dos gases expelidos durante um teste progressivo (ergoespirometria) constitui o principal método para avaliar ou acompanhar as alterações no  $VO_2$ máx, sendo considerada o padrão de referência nesse tipo de análise (CUNHA *et al.*, 2008). No entanto, o custo elevado dos equipamentos e a mão de obra especializada inviabilizam sua

aplicação em grandes grupos (DAVIES *et al.*, 2006), além de haver a necessidade do teste ser conduzido em âmbito laboratorial. Para suprir esse empecilho, testes indiretos foram sugeridos para estimar o  $VO_2$ máx em campo (LIMA; SILVA; SOUZA, 2005). A vantagem do teste indireto está na especificidade do movimento inserido no contexto habitual do atleta, tornando a avaliação mais fidedigna à ação motora (SVENSSON; DRUSTCLARK, 2005).

No estudo de Lima *et al.* (2005), verificou-se que o  $VO_2$ máx estimado pelo teste de 3.200 metros não foi diferente dos valores obtidos pela ergoespirometria em jogadores de futsal jovens. Além disso, houve forte correlação entre o  $VO_2$ máx medido e estimado ( $r=0,72$ ). Resultados semelhantes foram evidenciados em outros estudos (BANGBO; LINDQUIST, 1992 ; WELTMAN *et al.*, 1989). Adicionalmente, correlações positivas também foram evidenciadas entre o  $VO_2$ máx medido na ergoespirometria e estimado pelo shuttle run test (GREEN *et al.*, 2013) e pelo teste de Cooper de 12 minutos (DUARTE *et al.*, 2005), demonstrando que os testes indiretos são alternativas de baixo custo e aplicáveis para estimar o  $VO_2$ máx.

Embora o teste de 3.200 metros não tenha sido desenvolvido especificamente para avaliar a

capacidade aeróbia de jogadores de futebol, o teste é amplamente aceito e utilizado por profissionais da Educação Física, além de fornecer variáveis para estimar o  $VO_2$ máx (CESAR; REIS, 2011 ; WELTMAN *et al.*, 1989). Entretanto, a literatura disponibiliza diversas equações para estimar o  $VO_2$ máx pelo teste de 3.200 metros que foram conduzidas com diferentes tipos de populações (ACSM, 2002; WELTMAN *et al.*, 1989; RIBISL; KACHADORIAN, 1969), o que pode gerar conflitos na sua aplicabilidade em populações específicas. Portanto, o objetivo do estudo foi comparar e correlacionar três equações disponibilizadas na literatura (ACSM, 2002; WELTMAN *et al.*, 1989; RIBISL; KACHADORIAN, 1969) para estimar o  $VO_2$ máx pelo teste de corrida de 3.200 metros em jogadores de futebol da categoria júnior.

## Métodos

O estudo foi conduzido nas dependências da Universidade Luterana do Brasil em colaboração com um clube profissional de futebol localizado na cidade de Canoas, Rio Grande do Sul – Brasil. Devido à programação de treinos e viagens, os atletas da categoria de base foram selecionados por conveniência e, mesmo sendo um procedimento padrão

no clube, concordaram em realizar os testes assinando o termo de consentimento livre esclarecido.

Foram selecionados 18 atletas do sexo masculino ( $18,9 \pm 1,0$  anos de idade, estatura de  $178,0 \pm 6,4$  cm, massa corporal de  $74,5 \pm 6,0$  kg e índice de massa corporal de  $23,5 \pm 0,2$  kg/m<sup>2</sup>), que estavam treinando regularmente na categoria júnior. Os dados obtidos pelos goleiros e por atletas com histórico de lesão musculoesquelética prévia (seis meses) ou que tenham sido submetidos a algum procedimento cirúrgico (12 meses) antes do teste foram descartados da análise. É necessário considerar que os atletas estavam em fase final de temporada e apresentavam pelo menos dois anos de experiência nesse tipo de treinamento.

As medidas antropométricas foram realizadas por um mesmo avaliador seguindo as recomendações da **International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK)** (MARFELL-JONES *et al.*, 2006). A massa corporal (MC) foi mensurada por uma balança mecânica com precisão de 100g (Filizola®, São Paulo, Brasil) e a estatura por uma trena metálica fixada verticalmente na parede sem rodapé e com precisão de 0,1mm (Sanny®, São Paulo, Brasil). Todos os procedimentos foram realizados conforme descrito por Lopes e Ribeiro (2014). Os dados referentes à

massa corporal e estatura foram usados para calcular o índice de massa corporal (IMC) pela fórmula:  $IMC = \frac{\text{massa corporal(kg)}}{\text{estatura(cm)}^2}$ .

Para estimar a capacidade aeróbia, os atletas foram submetidos a um teste de corrida em pista no qual foi solicitado para percorrerem a distância de 3.200 metros no menor tempo possível (CHUMAN *et al.*, 2015). Esse protocolo foi adotado devido à familiarização dos jogadores com o teste, uma vez que eles já haviam realizado o teste no decorrer da temporada. Como medida de padronização, todas as avaliações foram realizadas no turno da manhã e em um único dia. O tempo (min) foi registrado por dois avaliadores experientes para posterior aplicação nas equações.

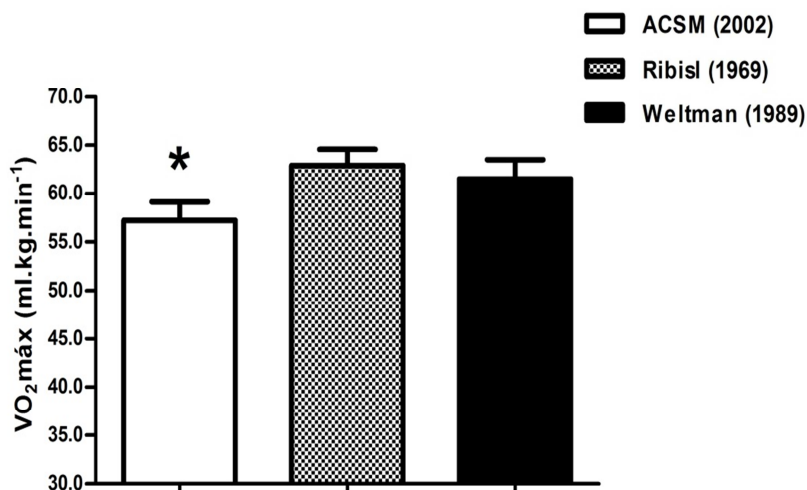
O  $VO_2$ máx foi estimado por três equações, a saber: (1) ACSM (2002):  $VO_2\text{máx} = ((\text{distância(m)} / \text{tempo(min)}) \times 0,2) + 3,5$ ; (2) Weltman *et al.* (1989):  $VO_2\text{máx} = 118,4 - (4,774 \times \text{tempo(min)})$ ; e (3) Ribisl e Kachadorian (1969):  $VO_2\text{máx} = 114,496 - (0,04689 \times \text{tempo(s)}) - (0,37817 \times \text{idade(anos)}) - (0,15406 \times MC(\text{kg}))$ .

O tratamento dos dados foi realizado pelo pacote estatístico

GraphPad Prism® (versão 5, San Diego, EUA). O teste de Shapiro-Wilk e de Levene foram aplicados para verificar a normalidade e a homogeneidade das variâncias, respectivamente. ANOVA one way seguido do post hoc de Bonferroni foi aplicado para comparar o  $VO_2$ máx entre as equações. Coeficiente de correlação de Pearson (r) foi aplicado para verificar a relação entre o  $VO_2$ máx das equações. Todos os dados são apresentados em média e ( $\pm$ ) desvio padrão. O nível de significância foi fixado em  $p < 0,05$ .

## Resultados

Não houve diferença entre o  $VO_2$ máx estimado pelas equações de Weltman *et al.* (1989) e de Ribisl e Kachadorian (1969), mas o  $VO_2$ máx estimado pela equação do ACSM (2002) foi inferior as demais ( $p < 0,001$ ) (Figura 1). Por outro lado, houve correlação forte e positiva entre as equações de Weltman *et al.* (1989) e Ribisl e Kachadorian (1969) ( $r = 0,862$ ,  $p < 0,001$ ), de Weltman *et al.* (1989) e ACSM (2002) ( $r = 0,999$ ,  $p < 0,001$ ), e do ACSM (2002) e Ribisl e Kachadorian (1969) ( $r = 0,869$ ,  $p < 0,001$ ).



**Figura 1.** Comparação do consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>máx) estimado por diferentes equações pelo teste de corrida de 3.200 metros em futebolistas da categoria júnior (n=18). \*p<0,001 em relação aos outros grupos.

## Discussão

O objetivo do estudo foi comparar e correlacionar três equações disponibilizadas na literatura para estimar o VO<sub>2</sub>máx pelo teste de corrida de 3.200 metros em jogadores de futebol da categoria júnior (ACSM, 2002; WELTMAN *et al.*, 1989; RIBISL; KACHADORIAN, 1969). Os principais achados do estudo verificaram que houve diferença significativa entre as equações. Por outro lado, apresentaram correlação forte entre elas. Esses resultados podem ser de grande importância no construto de instrumentos de campo capazes de avaliar a capacidade aeróbia de atletas, com um custo baixo e sem a necessidade de pessoal especializado para aplicá-los. O que possibilita a avaliação e o monitoramento da

capacidade aeróbia em instituições esportivas que não possuem equipamentos mais precisos, como a ergoespirometria.

A diferença observada na estimativa do VO<sub>2</sub>máx entre as equações (Figura 1), pode em parte ser explicada em virtude do tipo de população utilizada para o desenvolvimento das equações. Por exemplo, a equação proposta pelo ACSM (2002) foi desenvolvida originalmente por Balke e Ware (1959) com civis e militares da força aérea americana que, embora possam apresentar um bom condicionamento físico, estariam abaixo do patamar preconizado para atletas. Em contrapartida, Ribisl e Kachadorian (1969) propuseram uma nova equação adicionando massa corporal e idade como variáveis intervenientes, o que

pode ter contribuído para diferenciar dos valores estimados pela equação do ACSM (2002). Por fim, Weltmann *et al.* (1989) utilizaram corredores fundistas para desenvolver seu cálculo, ou seja, atletas com ótimo condicionamento físico.

No presente estudo, apesar de ocorrido diferença na estimação do  $VO_2$ máx entre as equações, houve correlação forte entre elas, o que pode ter ocorrido em virtude do uso das mesmas variáveis dependentes. A exceção é a equação proposta por Ribisl e Kachadorian (1969), que se utiliza da massa corporal e idade. Se considerarmos a distância do teste (3.200 metros) e o tempo final dos atletas, não há diferença nas variáveis preditoras: velocidade média (ACSM, 2002) e tempo final (WELTMAN *et al.*, 1989 ; RIBISL; KACHADORIAN, 1969). Corroborando de modo distinto com os achados do nosso estudo, Rosa *et al.* (2011), Moreira *et al.* (2014) e Chuman *et al.* (2015) verificaram correlações significantes ( $r=0,76$ ,  $r=0,64$ ,  $r=0,90$ , respectivamente) entre o  $VO_2$ máx estimado pelo teste de corrida de 3.200 metros e outros testes de campo em futebolistas jovens. Esses dados reforçam a aplicabilidade dos testes de campo na avaliação da capacidade aeróbia de atletas, além de assegurar maior especificidade ao contexto esportivo.

O presente estudo apresenta algumas limitações. Não houve cálculo amostral *a priori* ou *a posteriori*, o que diminui a potência do estudo. O  $VO_2$ máx estimado não foi comparado à ergoespirometria, considerada o padrão ouro para avaliação da capacidade aeróbia. Nesse sentido, o presente estudo fica impossibilitado de concluir qual é a melhor equação para estimar o  $VO_2$ máx em futebolistas da categoria júnior. Contudo, foi observado uma forte correlação entre as equações adotadas, evidenciando que os valores obtidos pelas equações no teste de corrida de 3.200 metros segue uma linearidade, uma vez que as correlações foram positivas e significantes. Ou seja, esses achados correlacionais sugerem que se deve utilizar sempre a mesma equação na avaliação e no monitoramento da capacidade aeróbia de um atleta. Além disso, o  $VO_2$ máx estimado pelo teste de corrida de 3.200 metros não foi diferente do obtido pela ergoespirometria em atletas de futsal jovens (LIMA *et al.*, 2005), demonstrando que trata-se de um teste de campo válido para estimar o  $VO_2$ máx em futebolistas jovens.

Em conclusão, as equações para estimar o  $VO_2$ máx pelo teste de corrida de 3.200 metros apresentaram diferença, mas tiveram correlação forte. Assim, sugere-se que a capacidade aeróbia de futebolistas da categoria

júnior seja avaliada e monitorada sempre por uma mesma equação. Não é possível sugerir a melhor equação para estimar o  $VO_2$  máx pelo teste de corrida de 3.200 metros, tendo em vista que não foi comparado à ergoespirometria.

## Referências

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.
- BALKE, B.; WARE, R.W. An experimental study of physical fitness of Air Force personnel. **United States Armed Forces Medical Journal**, v.10, n.6, p.675-688, 1959.
- BANGSBO, Jens; LINDQUIST, Flemming. Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. **Sports Medicine**. v. 13, n. 2, p.125-132, fev. 1992.
- CEZAR, Dráusio Guimarães Marcondes; REIS, Lilian Fantinel dos. Comparação entre o teste de cooper e o yoyo endurance test I1 para predição do  $VO_2$  máximo em jogadores de futebol amador sub-15. **Revista Brasileira de Futsal e Futebol**. v. 3, n. 7, p. 58-66, 2011.
- CHUMAN, Kentaro; HOSHIKAWA, Yoshihiro; IIDA, Tomomi; NISHIJIMA, Takahiko. Reference values for the 3200-m run test on a soccer field for players at the adolescent growth spurt. **Football Science**. v. 12, p. 33-42, 2015.
- CUNHA, Giovani *et al.* Alternative method for determining anaerobic threshld in rower. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**. v.10, n.4, p.367-371, 2008.
- DAVIES, Lewis *et al.* Enhanced prognostic value from cardiopulmonary exercise testing ins chronic heart failure by non-linear analysis: oxygen uptake efficiency slope. **Europen Heart Journal**. v.27, n. 6, p. 684-90, mar. 2006.
- DENADAI, Benedito *et al.* Validade e reprodutibilidade da resposta do lactato sangüíneo durante o teste shuttle-run em jogadores de futebol. **Revista Brasileira de Ciência em Movimento**. v. 10, n. 2, p. 71-78, abr. 2002.
- DUARTE, Maria de Fátima; DUARTE, Carlos Roberto. Validade do teste de corrida vai e vem de 20 metros. **Revista Brasileira de Ciência em Movimento**. v. 9, n. 3, p. 07-14, jul. 2001.
- DUARTE, Ricardo Filipe; FIÚZA, FA; PEREIRA, EJ. Determinação indirecta do máximo  $VO_2$  com base no teste de Cooper em jogadores de Futebol. **Motricidade**. v. 1, n. 4, p.239-245, 2005.
- GREEN, M; ESCO, M; MARTIN, T; PRITCHETT, C; MCHUGH, A; WILLIFORD, H. Crossvalidation of two 20-m shuttle-run tests for predicting  $VO_2$ max in female collegiate soccer players. **Journal of Strength & Conditioning Research**. v. 27, n. 6, p.1520-8, jun. 2013.

- LIMA, Anna Myrna Jaguaribe; SILVA, Daniele Vanusca Gomes; SOUZA, Alexandre Oscar Soares. Correlação entre as medidas direta e indireta do VO<sub>2</sub>máx em atletas de futsal. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 11, n. 3, p. 164-166, mai./jun. 2005.
- LOPES, André Luiz; RIBEIRO, Gustavo dos Santos. **Antropometria Aplicada à Saúde e ao Desempenho Esportivo**: uma abordagem a partir da metodologia ISAK. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Rúbio, 2013.
- MARFELL-JONES, Michael *et al.* International Standards for Anthropometric Assessment. **A manual for teaching materials for accreditation**. 2nd Ed.: Potchefstroom University for CHE, SAF: ISAK, 2006.
- MOREIRA, Pedro Vieira; RIZZA, Carlos Antonio; VERARDI, Carlos Eduardo; PAULA, Leandro Vinhas; PESSÔA-FILHO, Dalton Muller. Concordância entre dois testes de capacidade aeróbica máxima baseados na corrida em esteira e pista, com jogadores de futsal. **Revista da Estatística**. v. 3, n. 2, p. 291-301, 2014.
- REGAZZINI, Valéria Martin. **Futebol: Lactato e Amônia Sanguíneos em Teste de Velocidade Supra-Máxima**. 2002. Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- RIBISL, Paul; KACHADORIAN, William. Maximal oxygen intake prediction in young and middle-aged males. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v. 9, n. 1, p. 17-22, mar. 1969.
- ROSA, José Carlos; ROSA, Luis Eduardo; SILVA, Willian Gabriel; PIRES, Cássio Mascarenhas. Comparação dos resultados de consumo máximo de oxigênio em atletas de futebol, mediante aplicação de dois testes indiretos de campo. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**. v. 5, n. 9, p. 400-405, set./out. 2011.
- SVENSSON, M.; DRUSTCLARK, B. Testing soccer players. **Journal of Sports Sciences**. v.23, n.6, p. 601-618, 2005.
- WELTMAN, Judith *et al.* Prediction of lactate threshold and fixed blood lactate concentrations from 3.200 meters time trial running performance in untrained females. **International Journal of Sports Medicine**. v. 10, n. 3, p. 207-11, jun. 1989.