

# Correlação entre as medidas direta e indireta do $\dot{V}O_{2max}$ em atletas de futsal

Anna Myrna Jaguaribe de Lima<sup>1</sup>, Daniele Vanusca Gomes Silva<sup>2</sup> e Alexandre Oscar Soares de Souza<sup>3</sup>

## RESUMO

A importância das qualidades morfofuncionais na melhora do rendimento nos esportes aumentou o interesse no aprimoramento dos níveis de aptidão física dos atletas. No entanto, há poucos estudos sobre as variáveis fisiológicas do futsal disponíveis na literatura científica mundial. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi verificar a existência de correlação entre os testes de medida direta e indireta do  $\dot{V}O_{2max}$  em jogadores de futsal. Foram analisados 13 jogadores de futsal, com idade de  $18,6 \pm 1,9$  anos, altura igual a  $177,1 \pm 3,5$  cm, peso de  $68,5 \pm 9,5$  kg, índice de massa corporal (IMC) de  $21,7 \pm 2,3$  kg/m<sup>2</sup>. Para medida direta do  $\dot{V}O_{2max}$  foi utilizado o sistema ergoespirométrico computadorizado (VO-2000, Aerosport, Medgraphics, St. Paul, Minnesota) e para mensuração indireta do  $\dot{V}O_{2max}$  foi realizado o teste de campo de 3.200m. A análise estatística foi elaborada através do teste *t* de Student para amostras pareadas e pelo coeficiente de correlação de Pearson. Os valores de  $\dot{V}O_{2max}$  obtidos no teste de medida direta não apresentaram diferenças significativas em relação à medida indireta ( $62,8 \pm 10,1$  vs.  $58,5 \pm 8,5$  ml/kg/min, respectivamente). Quando correlacionados os valores de  $\dot{V}O_{2max}$  obtidos em ambos os testes, observou-se forte correlação ( $r = 0,72$ ). Em conclusão, os testes de medida indireta apresentam boa aceitação para os atletas de futsal, tendo em vista a alta correlação com os testes de medida direta, o baixo custo de sua aplicação e o fornecimento de informações importantes que podem auxiliar na prescrição e no acompanhamento do treinamento.

## ABSTRACT

### Correlation between direct and indirect $\dot{V}O_{2max}$ measurements in indoor soccer players

The importance of the morphofunctional qualities to greater efficiency in sports has increased the interest on the improvement on the physical fitness levels of athletes. However, not many studies on the physiological variables of indoor soccer are available in the world scientific literature. Thus, the objective of this work was to verify the existence of correlation between the direct and indirect  $\dot{V}O_{2max}$  measurement tests in indoor soccer players. Thirteen indoor soccer players with age of  $18.6 \pm 1.9$  years, height of  $177.1 \pm 3.5$  cm, weight of  $68.5 \pm 9.5$  kg and body mass index (BMI) of  $21.7 \pm 2.3$  kg/m<sup>2</sup> were analyzed. For the direct  $\dot{V}O_{2max}$  measurement, the computerized ergospirometric system was used (VO-2000, Aerosport, Medgraphics, St. Paul, Minnesota) and for the indirect  $\dot{V}O_{2max}$  measurement, the 3,200 m field test was performed.

**Palavras-chave:** Capacidade aeróbia. Testes de predição do  $\dot{V}O_{2max}$ .

**Key words:** Aerobic capacity.  $\dot{V}O_{2max}$  prediction tests.

**Palabras-clave:** Capacidad aeróbica. Tests de predicción del  $\dot{V}O_{2max}$ .

The statistical analysis was elaborated through the *t*-Student test for paired samples and through the Pearson correlation coefficient. The  $\dot{V}O_{2max}$  values obtained in the direct measurement test presented no significant differences in relation to the indirect measurement ( $62.8 \pm 10.1$  vs.  $58.5 \pm 8.5$  ml/kg/min, respectively). When the  $\dot{V}O_{2max}$  values obtained in both tests were correlated, a strong correlation ( $r = 0.72$ ) was observed. In short, the indirect measurement tests presented good acceptance among indoor soccer players due to the high correlation with the direct measurement tests, the low cost and the attainment of important information that will be helpful in the training prescription and follow-up.

## RESUMEN

### Correlación entre las medidas directa e indirecta del $\dot{V}O_{2max}$ en atletas de futsal

La importancia de las cualidades morfo-funcionales en la mejora del rendimiento en los deportes aumentó el interés en el acondicionamiento de los niveles de aptitud física de los atletas. En tanto, hay pocos estudios sobre las variables fisiológicas del futsal disponibles en la literatura mundial. De esta forma, el objetivo del estudio fue verificar la existencia de la correlación entre los tests de medida directa e indirecta del  $\dot{V}O_{2max}$  en jugadores de futsal. Fueron analizados 13 jugadores de futsal, con edades de entre  $18,6 \pm 1,9$  años, altura igual a  $177,1 \pm 3,5$  cm, peso de  $68,5 \pm 9,5$  kg, índice de masa corporal (IMC) de  $21,7 \pm 2,3$  kg/m<sup>2</sup>. Para la medida directa del  $\dot{V}O_{2max}$  fue utilizado el sistema ergoespirométrico computadorizado (VO-2000, Aerosport, Medgraphics, St. Paul, Minnesota) para mensura indirecta del  $\dot{V}O_{2max}$  fue realizado el test de campo de 3200m. El análisis estadístico fue elaborado a través del test *t*-Student para las muestras pareadas y por el coeficiente de correlación de Pearson. Los valores de  $\dot{V}O_{2max}$  obtenidos en el test de medida directa no presentaron diferencias significativas en relación a la medida indirecta ( $62,8 \pm 10,1$  vs.  $58,5 \pm 8,5$  ml/kg/min, respectivamente). Cuando correlacionamos los valores de  $\dot{V}O_{2max}$  obtenidos en ambos tests, observamos una fuerte correlación ( $r = 0,72$ ). En conclusión, los tests de medida indirecta presentaron buena aceptación para los atletas de futsal, teniendo en vista la alta correlación con los tests de medida directa, el bajo costo de su aplicación y el apercibimiento de las informaciones importantes que pueden auxiliar la prescripción de el no acompañamiento del entrenamiento.

1. Mestre em Fisiologia, Professora do Curso de Fisioterapia da Faculdade Integrada do Recife (FIR), Recife-PE, Brasil.

2. Fisioterapeuta, Recife-PE, Brasil.

3. Preparador Físico do Clube Náutico Capibaribe, Recife-PE, Brasil.

Recebido em 1/8/04. 2ª versão recebida em 8/3/05. Aceito em 7/4/05.

**Endereço para correspondência:** Anna Myrna Jaguaribe de Lima, Rua José Armando Machado, N-91, apto. 304, Boa Viagem – 51130-170 – Recife, PE. E-mail: annamyrna@uol.com.br

## INTRODUÇÃO

A importância das qualidades morfofuncionais na melhora do rendimento nos esportes aumentou o interesse no aprimoramento dos níveis de aptidão física dos atletas. No entanto, há poucos estudos sobre as variáveis fisiológicas do futsal disponíveis na literatura científica mundial.

Como o futebol, o futsal também é uma modalidade desportiva caracterizada por esforços intermitentes, de extensão variada e de periodicidade aleatória. O futsal atual exige esforços de grande intensidade e curta duração, diferenciando esta modalidade desportiva de outras de alto nível<sup>(1,2)</sup>. A agilidade dos acontecimentos e ações durante uma partida exige que o atleta esteja preparado para reagir aos mais diferentes estímulos, da maneira mais rápida e eficiente possível<sup>(3)</sup>.

O trabalho específico sobre o sistema aeróbio de fornecimento de energia visa aumentar a resistência cardiovascular do indivíduo, que é de extrema importância no trabalho de preparação física do atleta de futsal. A determinação desse parâmetro é obtida a partir do cálculo do consumo máximo de oxigênio ( $\dot{V}O_{2max}$ ) que, em jogadores de futebol profissional, varia de 55 a 65 ml/kg/min<sup>(4)</sup>. O desenvolvimento da capacidade aeróbia é um dos fatores determinantes da *performance* desses atletas dentro de campo.

Quanto à mensuração do  $\dot{V}O_{2max}$ , existem dois métodos que apresentam vantagens e desvantagens: o direto e o indireto. A medida direta do  $\dot{V}O_{2max}$  é feita submetendo o indivíduo a um teste ergométrico com cargas crescentes e analisando as frações expiradas de oxigênio e dióxido de carbono durante o esforço e a ventilação pulmonar. Essa medida nos fornece um resultado mais fidedigno, porém, seu custo é alto em relação à medida indireta; são necessários equipamentos sofisticados, mão-de-obra especializada para a administração dos testes, maior quantidade de tempo com cada avaliado e exige ainda maior motivação do indivíduo, pois geralmente é realizada em ambiente de laboratório<sup>(5)</sup>. No que diz respeito à medida indireta do  $\dot{V}O_{2max}$ , podem ser utilizados os chamados testes de campo, nos quais o cálculo dessa variável é feito através de equações baseadas em tempo ou distância preestabelecidos. Nesse caso, podem ser avaliadas várias pessoas ao mesmo tempo e o custo é baixo e as condições do teste, em alguns casos, são mais próximas das situações de prática e da especificidade do esporte. No entanto, a acurácia muitas vezes é questionada, tendo em vista que muitas dessas equações são específicas para grupos predeterminados (p. ex.: homens brancos sedentários, mulheres negras atletas, etc.)<sup>(6)</sup>.

Tendo em vista os diferentes sistemas metabólicos e demandas energéticas requeridos no futsal e a escassez de dados sobre a fisiologia deste esporte, o presente estudo teve como objetivo correlacionar os testes de medida direta e indireta do  $\dot{V}O_{2max}$  em atletas de futsal.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Amostra

Participaram do presente estudo 13 jogadores de futsal, do sexo masculino com idade de  $18,6 \pm 1,9$  anos, altura de  $177,1 \pm 3,5$  cm, peso de  $68,5 \pm 9,5$  kg e índice de massa corporal (IMC) de  $21,7 \pm 2,3$  kg/m<sup>2</sup>. Após tomar ciência dos objetivos do estudo e de seus possíveis benefícios e riscos, os sujeitos assinaram um termo de consentimento (resolução específica Nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde) aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital Agamenon Magalhães.

### Procedimento experimental

#### Medida direta do $\dot{V}O_{2max}$

Os experimentos foram realizados entre as 14:00 e 17:00, com temperatura ambiente mantida entre 22 e 24°C, pressão barométrica 760 mmHg e umidade relativa do ar percentual de 55%. No dia que precedia a realização do teste, foi solicitado aos participantes que permanecessem pelo menos 24h sem praticar qualquer tipo de exercício extenuante.

Inicialmente, com o indivíduo de pé na esteira (*Inbramed Millenium*, modelo ATL, Porto Alegre, RS), foi aferida a pressão arterial (PA), utilizando-se o método auscultatório, e a frequência cardíaca (FC), através de eletrodos (*Micromed*) colocados no manúbrio, crista

ilíaca direita e esquerda (derivação CM<sub>6</sub>). Os eletrodos estavam conectados a um eletrocardiograma (*Micromed*<sup>®</sup>) e os valores de FC foram visualizados através do *software Elite* (Micromed Biotecnologia, Brasília, Brasil).

Em seguida, foi acoplado ao indivíduo um analisador de gases metabólicos (*VO-2000*, Aerosport, Medgraphics, St. Paul, Minnesota), através do qual as amostras gasosas foram coletadas e mensuradas a cada 10s durante o teste. Os participantes foram submetidos ao protocolo de rampa com velocidade inicial de 5,0 km/h (0% de inclinação), com incrementos progressivos, velocidade final de 17 km/h (5% de inclinação) e duração do teste igual a 10 min ou até o ponto de exaustão. Os critérios considerados para o cálculo do  $\dot{V}O_{2max}$  foram pelo menos dois, dos citados a seguir:

- ✓ Estabelecimento de platô da curva de consumo de oxigênio em relação à carga;
- ✓ Razão das trocas gasosas  $\geq 1,0$ ;
- ✓ Exaustão física do indivíduo.

#### Medida indireta do $\dot{V}O_{2max}$

Para a análise indireta do  $\dot{V}O_{2max}$ , foi utilizado o teste de campo de 3.200m, através da fórmula:

$$\dot{V}O_{2max} \text{ (ml.kg.min)} = 118,4 - 4,774 (T)^{(7)}$$

onde: T = tempo em minutos e fração decimal dos 3.200m.

O teste foi realizado em uma pista de 1.000m, no horário entre 16:00 e 17:00, em dias diferentes e com intervalo de no mínimo de dois e no máximo cinco dias após o teste da esteira. No dia que precedia os testes, os atletas foram orientados a não executar atividades exaustivas, não ingerir bebidas alcoólicas e não fumar.

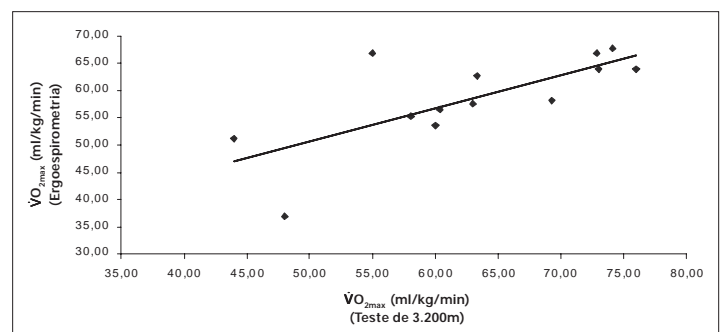
Os voluntários se dividiram em grupos de cinco e o tempo obtido durante o percurso foi registrado através de um cronômetro.

### Análise estatística

Para verificar se houve correlação entre os testes de medida direta e indireta para determinação do  $\dot{V}O_{2max}$  dos atletas de futsal, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson (r). Para determinar se houve diferença significativa entre os valores médios de  $\dot{V}O_{2max}$  nas medidas direta e indireta, utilizou-se o teste *t* de Student para amostras pareadas. Os resultados estão apresentados como média  $\pm$  desvio-padrão (MD  $\pm$  DP). O valor de *p* < 0,05 foi considerado como nível de significância estatística.

## RESULTADOS

Na figura 1, foi observada forte correlação (*r* = 0,72) entre os valores de  $\dot{V}O_{2max}$  obtidos no teste de medida direta e indireto dos atletas de futsal.



**Fig. 1** – Correlação entre os testes de  $\dot{V}O_{2max}$  direto e indireto em atletas de futsal. *N* = 13; *p* < 0,05; *r* = 0,72.

Já na figura 2, não foram encontradas diferenças significativas entre as medidas direta e indireta para determinação do  $\dot{V}O_{2max}$ .

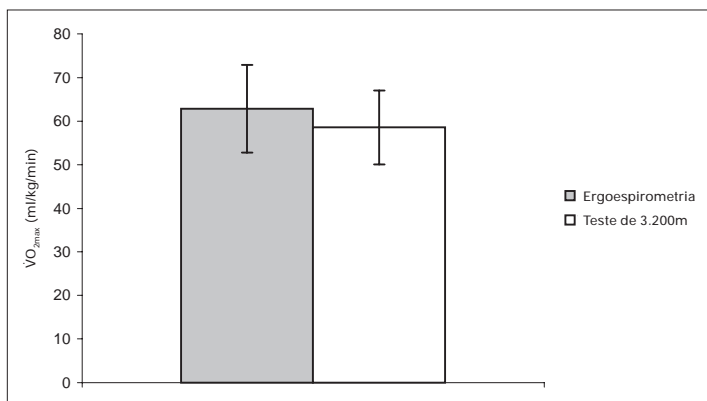


Fig. 2 – Comparação entre os testes de  $\dot{V}O_{2max}$  direto e indireto em atletas de futsal. N = 13.

## DISCUSSÃO

A condição física dos atletas de futsal, como em outras modalidades desportivas, é um dos fatores que interferem na *performance* e nos resultados alcançados nas competições. Segundo Ekblom<sup>(8)</sup>, apesar de não ser um elemento determinante, a resistência aeróbia influencia intensamente o desempenho e o nível competitivo da equipe. Alguns pesquisadores atestaram que, quanto maior a capacidade cardiovascular das equipes, melhor o desempenho competitivo<sup>(8,11)</sup>; no entanto, existem controvérsias a esse respeito. Faina *et al.*<sup>(12)</sup> relataram valores de  $\dot{V}O_{2max}$  mais elevados em jogadores de futebol italianos da categoria amadora, quando comparados com os atletas profissionais. É importante ressaltar ainda que, ao ser atingido um  $\dot{V}O_{2max}$  superior a 70ml/kg/min, pode haver comprometimento na velocidade desenvolvida pelo jogador. Isso pode ser explicado pelo fato de, com altos níveis de  $\dot{V}O_{2max}$ , o indivíduo trabalhar e desenvolver preferencialmente as fibras tipo I (fibras lentas), que atuam sob metabolismo aeróbio<sup>(14)</sup>.

De acordo com os nossos resultados, os valores da medida indireta do  $\dot{V}O_{2max}$  para os atletas de futsal foram de  $58,5 \pm 8,5$ ml/kg/min. Esses dados são semelhantes aos encontrados por Souza<sup>(9)</sup>, estudando atletas de mesma idade, jogadores de futebol de campo. Apesar de essas modalidades serem realizadas em ambientes distintos, as exigências metabólicas são similares, justificando os achados. Quanto à medida direta do  $\dot{V}O_{2max}$ , no presente trabalho foram encontrados valores de  $62,8 \pm 10,1$ ml/kg/min, semelhantes aos relatos de Jones e Helmes<sup>(10)</sup>, que, estudando atletas de futebol de campo entre 14 e 18 anos, verificaram que o  $\dot{V}O_{2max}$  variava de 55,1 a 61,1ml/kg/min.

Ao correlacionarmos os dois testes para predição do  $\dot{V}O_{2max}$  (figura 1), foi verificada forte correlação ( $r = 0,72$ ), sugerindo que o uso do teste de campo de 3.200m pode ser válido para determinar o consumo máximo de oxigênio em atletas de futsal. Ao serem comparados ambos os tipos de mensuração, não foram observadas diferenças significativas nas mensurações do  $\dot{V}O_{2max}$  obtidas no teste de 3.200m em comparação com a ergoespirometria (figura 2). Ao avaliar os procedimentos de testes de campo e laboratório para *performance* aeróbia em atletas de futebol, Bangsbo e Lindquist<sup>(14)</sup> relataram fortes índices de correlação entre os testes de laboratório e os de campo para esses atletas. Grant *et al.*<sup>(15)</sup>, ao compararem os resultados de  $\dot{V}O_{2max}$  obtidos pelo teste de Cooper, *shuttle run* de multiestágios progressivos e pelo teste submáximo em bicicleta com medida direta em homens saudáveis, verificaram maior eficácia nos valores fornecidos pelo teste de Cooper. Os testes de campo mostraram-se mais fidedignos em relação ao teste de laboratório submáximo, fato que pode ser atribuído à familiaridade e motivação dos indivíduos com os locais onde foram executados os testes de campo, pois, apesar de não serem atletas, todos eles praticavam exercício físico regularmente. A similaridade do teste com a atividade que o atleta pratica deve ser consi-

derada no momento da avaliação, já que pode interferir nos resultados obtidos. No entanto, um teste em laboratório conduzido de forma correta e com o controle das variáveis envolvidas fornecerá resultados também fidedignos. Nesse caso, as cargas são administradas gradualmente com exatidão, a fim de alcançar o consumo máximo de oxigênio<sup>(16)</sup>.

A principal limitação para a realização do estudo foi a falta de um teste de campo de medida indireta do  $\dot{V}O_{2max}$  específico para o futsal, que reproduzisse com maior exatidão a especificidade do esporte. Dessa forma, poderíamos tornar evidentes diferenças que, porventura, não tenham sido detectadas ao comparar os resultados obtidos no teste de 3.200m e na ergoespirometria.

## CONCLUSÃO

A utilização das variáveis fisiológicas tem obtido merecido destaque no que diz respeito ao aprimoramento e desenvolvimento da *performance* dos atletas dentre os mais diferentes tipos de esporte, apesar de considerarmos que os determinantes do desempenho esportivo são complexos e envolvem uma série de fatores bioquímicos, fisiológicos, genéticos, anátomo-morfológicos e psicológicos.

De acordo com os resultados do presente trabalho, concluímos que os testes de medida indireta do  $\dot{V}O_{2max}$  apresentam forte correlação com os testes de medida direta. Dessa forma, podemos concluir que a utilização do teste de campo de 3.200m pode possibilitar a determinação da capacidade aeróbia desses atletas. Além disso, a medida indireta é de fácil utilização e tem baixo custo em relação à direta, proporcionando a coleta dados práticos que consideram a individualidade biológica dos jogadores, auxiliando no desempenho e aumentando o nível competitivo da equipe.

*Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.*

## REFERÊNCIAS

1. Reilly T, Thomas V. Estimated energy expenditure of professional association footballers. *Ergonomics* 1979;22:541-8.
2. Guerra I, Soares EA, Burini RC. Aspectos nutricionais do futebol de competição. *Rev Bras Med Esporte* 2001;7:200-6.
3. Cyrino ES, Altimari LR, Okano AH, Coelho CF. Efeitos do treinamento de futsal sobre a composição corporal e desempenho motor de jovens atletas. *Rev Bras Ciê e Mov* 2002;10:41-6.
4. Reilly T, Bangsbo J, Franks A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci* 2000;18:669-83.
5. Diaz FJ, Montano JG, Melchor MT, Guerrero JH, Tovar JA. Validation and reliability of the 1,000 meter aerobic test. *Rev Invest Clin* 2000;52:44-51.
6. Bassett DR Jr, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:70-84.
7. Weltman J, Seip R, Levine S, Snead D, Kaiser D, Rogol A. Prediction of lactate threshold and fixed blood lactate concentrations from 3200-m time trial running performance in untrained females. *Int J Sports Med* 1989;10:207-11.
8. Ekblom B. Applied physiology of soccer. *Sports Med* 1986;3:50-60.
9. Souza AOS. Correlação entre os testes de 3.200m e 2.400m na determinação do  $\dot{V}O_{2max}$  de atletas de futebol, categoria infanto-juvenil. Recife: UFPE, 2002. 27p. Monografia [Conclusão de Curso – Educação Física] – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002.
10. Jones A, Helmes P. Cardiorespiratory fitness in young British soccer players. In: Reilly T, Clarys J, Stibbe A, editors. *Science and Football II*. London/New York: E. & F.N. Spon, 1993;298-303.
11. Santos JAR. Estudo comparativo fisiológico, antropométrico e motor entre futebolistas de diferente nível competitivo. *Rev Paul Educ Fis* 1999;13:146-59.
12. Faina M, Gallozzi C, Lupo S, Colli R, Sassi R, Marini C. Definition of the physiological profile of the soccer player. In: Reilly T, Lees A, David KS, Murphy WJ, editors. *Science and Football*. London: E. & F.N. Spon, 1988;158-63.
13. Carter SL, Rennie CD, Hamilton SJ, Tarnopolsky. Changes in skeletal muscle in males and females following endurance training. *Can J Physiol Pharmacol* 2001;79:386-92.
14. Bangsbo J, Lindquist F. Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. *Int J Sports Med* 1992;13:125-32.
15. 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.
16. Rosch D, Hodgson R, Peterson TL, Graf-Baumann T, Junge A, Chomiak J, Dvorak J. Assessment and evaluation of football performance. *Am J Sports Med* 2000;28:S29-S39.