

ESTUDO COMPARATIVO DO CONSUMO DE OXIGÊNIO (VO₂) EM UM TESTE PROGRESSIVO ENTRE ATLETAS PROFISSIONAIS DE FUTEBOL E FUTSAL

Ernesto Cesar Pinto Leal Junior¹, **Paula Naomi Nonaka**², **Márcio Magini**³, **Fabiano de Barros Souza**⁴, **Rodrigo Álvaro Brandão Lopes Martins**⁵

^{1, 3, 4} Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento - IP&D, Laboratório de Fisiologia e Farmacodinâmica - Universidade de Vale do Paraíba - 12244-000 - São José dos Campos -SP - Brasil. Rua Machado Sidney, 160 apto 302 - Centro - CEP 12245-650 – ernesto@univap.br

² Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento - IP&D - Laboratório de Matemática Aplicada - Universidade do Vale do Paraíba - Av. Shishima Hifumi, 2911 - Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos - SP - Brasil - rlopes@univap.br

Palavras-chave: VO₂, Ergoespirometria, Atletas.

Área do Conhecimento: IV - Ciências da Saúde.

Resumo - A ergoespirometria é um procedimento não invasivo, utilizada para avaliar o desempenho físico ou a capacidade funcional de uma pessoa, conciliando a análise de gases espirados e variáveis respiratórias. Esse método tem sido útil na determinação de fatores ligados a indicadores preditores de performance, determinantes de transição metabólica, prescrição de intensidade do exercício e custo energético. O presente estudo teve como objetivo realizar uma comparação dos valores Consumo de Oxigênio (VO₂) entre atletas de Futebol e Futsal. Para tal foram estudados 31 indivíduos do sexo masculino, atletas, sendo: 19 atletas Profissionais de Futebol, e, 12 atletas profissionais de Futsal. Os atletas foram submetidos à um protocolo de avaliação cardiorrespiratória pelo método ergoespirométrico. Com base nos resultados obtidos em nosso estudo podemos concluir que mesmo praticando esportes com diferentes características os atletas de ambos os grupos possuem valores similares de Consumo de Oxigênio (VO₂), porém estudos ainda são necessários para analisar o comportamento deste parâmetro durante a realização de testes progressivos.

Introdução

A ergoespirometria é um procedimento não invasivo, que serve para avaliar o desempenho físico ou a capacidade funcional de uma pessoa, conciliando a análise de gases espirados, variáveis respiratórias, e oximetria [1].

Esse método tem sido útil na determinação de fatores ligados a indicadores preditores de performance, identificação de intolerância ao exercício, determinantes de transição metabólica, avaliação clínica e terapêutica de diversas patologias, prescrição de intensidade do exercício, índices de eficiência respiratória e cardiovascular e custo energético [2,3].

Os vários equipamentos utilizados para ergoespirometria são microprocessadores compostos por *hardware* e *software*. O primeiro, reúne uma central para a elaboração dos dados, com unidade de entrada e saída, calculadora com memória e unidade de cálculo. O *software* compreende os programas preestabelecidos, através de fórmulas conhecidas, e é onde se encontra o conteúdo das variáveis à serem analisadas [2].

Segundo YAZBEK Jr. et al.(1985) [4], a determinação do consumo de oxigênio (VO₂) e da produção de CO₂ baseia-se neste tipo de teste,

onde a quantidade de O₂ (resultante da diferença entre o O₂ inspirado, constante na atmosfera e a quantidade de O₂ expirado) é avaliado e pode ser facilmente captada e analisada através de equipamento adequadamente sensível.

O aparelho deve ser calibrado previamente à realização de testes, já que algumas variáveis são analisadas em presença de vapores de água em condições de “*body temperature pressure saturated*” (BTPS). Entretanto, outros parâmetros são analisados em condições de “*standard temperature pressure and dry*” (STPD), que corresponde à situação de 0° C de temperatura e à pressão de 760 mmHg ao nível do mar e em condições de ausência de vapor de água [5].

Pela ergoespirometria convencional, é possível determinar, com relativa precisão, o consumo máximo de oxigênio (VO₂máx) com os seguintes dados: Presença de coeficiente respiratório (QR) (CO₂/VO₂) > 1.1; existência de um limiar anaeróbio (limiar de lactato); VE > 60% da máxima prevista; eventual presença de um platô no VO₂ diante de um aumento na carga de esforço. Sua característica básica apresenta-se como mais um recurso para determinar a verdadeira capacidade funcional de atletas, indivíduos sedentários e pacientes com

comprometimento respiratórios e/ou cardiovasculares [2].

Pela ergometria convencional, a obtenção de frequência cardíaca máxima (FC_{máx}), com a utilização de fórmulas (220 bpm-idade) ou (210 bpm-idade x 0,65), é sujeita a um desvio padrão de aproximadamente 12 bpm, comprometendo muitas vezes o treinamento em indivíduos que precisam de controle mais rigoroso. No caso da ergoespirometria é possível determinar diretamente, com relativa precisão, o VO₂ máx que é concomitante à avaliação da frequência cardíaca atingida e a sensação subjetiva de esforço pode garantir um teste máximo [6].

O consumo de oxigênio (VO₂) é uma medida objetiva da capacidade funcional, ou seja, da capacidade do organismo em ofertar e utilizar o oxigênio para a produção de energia. O VO₂ aumenta linearmente com o trabalho muscular crescente, sendo considerado máximo (VO₂ máx.) quando nenhum aumento adicional ocorre com o incremento de cargas, e sua utilização como índice de aptidão física é de grande valia na avaliação funcional de atletas [7].

É necessário separar o conceito de VO₂ máximo e pico de volume de oxigênio máximo (VO₂ pico), este último é considerado o máximo daquele indivíduo no momento do teste de avaliação, e não necessariamente o máximo obtido, que se caracteriza quando se atinge um platô, que em uma avaliação nem sempre é alcançado [5].

Para cada pessoa, a frequência cardíaca (FC) e a captação de oxigênio tendem a se relacionar linearmente durante uma ampla gama de exercícios aeróbicos. Se essa relação precisa for conhecida, a frequência cardíaca do exercício poderá ser usada para estimar a captação de oxigênio (e, a seguir, para computar o dispêndio de energia) durante as formas semelhantes de atividade física [8].

No esporte, esse método de avaliação é de fundamental importância, pois traz significativa contribuição na verificação de índices de aptidão cardiorrespiratória, como é o caso do consumo máximo de oxigênio (VO₂ máx.) e o limiar anaeróbio (LA), tão importantes para ajustar com precisão as cargas de treinamento físico, permitindo um acompanhamento da evolução dos efeitos do exercício sobre a capacidade funcional do atleta [9,10].

Objetivo

O presente estudo teve como objetivo realizar uma análise comparativa do Consumo de Oxigênio (VO₂) entre um grupo de atletas profissionais de Futebol e Futsal.

Metodologia

Foram estudados 31 indivíduos do sexo masculino, atletas, divididos em 2 grupos distintos.

Grupo Futebol: composto por 19 atletas Profissionais de Futebol da Equipe do Taubaté Esporte Clube, com idade média de 24,3 anos (± 2,3), altura média de 178,8 cm (± 6,3) e massa corporal média de 75,1 kg (± 7,5).

Grupo Futsal: composto por 12 atletas profissionais de Futsal da equipe da Assem/FADENP de São José dos Campos, com idade média de 20,9 anos (± 2,7), altura média de 176,0 cm (± 6,0) e massa corporal média de 69,9 kg (± 5,9).

Participaram deste estudo os indivíduos que preencheram os seguintes critérios de inclusão: a) não apresentem histórico pneumopatias nos últimos 12 meses; b) não apresentem cardiopatias; c) realizem treinamento com frequência mínima de 5 vezes semanais e 4 horas por dia.

O estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade do Vale do Paraíba - UNIVAP. Os indivíduos foram informados deste estudo e foi aplicado termo de consentimento, conforme determina a resolução 196/96 do CNS.

Foram utilizados para o estudo, um Eletrocardiógrafo Digital Micromed para registro e análise do ECG durante o esforço; uma esteira ergométrica marca Inbrasport, modelo Super ATL; um analisador de gases VO 2000 da marca MedGraphics, acoplado a um microcomputador, equipado com o software Elite produzido pela Micromed; clipe nasal; eletrodos descartáveis; lâminas de barbear descartáveis; lixas descartáveis; álcool 70°.

O protocolo de avaliação utilizado foi um protocolo progressivo, com inclinação constante de 3,0%, e velocidade inicial de 4,0 km/h. A inclinação utilizada é a mesma utilizada em um estudo de avaliação ergoespirométrica específica para atletas de Futebol utilizada por KEMI et al. (2003) [11].

Houve incremento de velocidade de 1,0 km/h a cada minuto de teste até o quarto minuto, posteriormente ao quarto minuto o incremento de velocidade também foi de 1,0 km/h, porém ocorrendo à cada 2 (dois) minutos de teste.

A duração dos testes foi determinada pela exaustão do atleta, que quando a atingia sinalizava ao avaliador, que iniciava então a fase de recuperação com velocidade inicial de 5,0 km/h, decremento de 1,0 km/h após o primeiro minuto mantido até o final da recuperação, determinada pela estabilização da Frequência Cardíaca.

Resultados

No Grupo estudado de atletas profissionais de Futebol, o VO_2 pico médio foi de 4,20 l/min ($\pm 0,31$) em valores absolutos e 54,8 ml.kg⁻¹.min⁻¹ ($\pm 4,02$) em valores relativos à massa corporal, o Limiar Anaeróbio Respiratório médio do grupo ocorreu com um consumo de oxigênio de 3,46 l/min ($\pm 0,35$), com 14 minutos de teste ($\pm 1,67$).

Segue abaixo o gráfico com as curvas média, mais desvio padrão e menos desvio padrão do Consumo de Oxigênio (VO_2) no Grupo de atletas de Futebol.

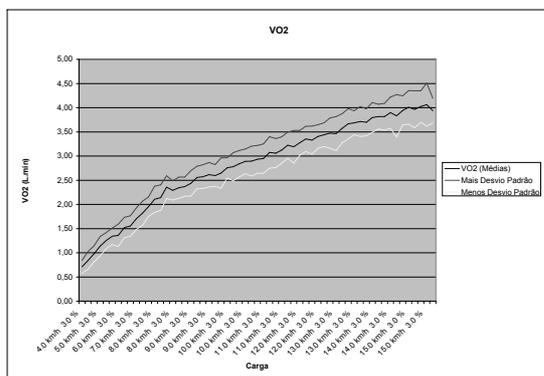


Gráfico 1: Consumo de Oxigênio (VO_2) dos atletas de Futebol.

No Grupo de atletas de Futsal o VO_2 pico médio foi de 3,89 l/min ($\pm 0,43$) em valores absolutos e 55,7 ml.kg⁻¹.min⁻¹ ($\pm 3,70$) em valores relativos à massa corporal, o Limiar Anaeróbio Respiratório médio do grupo ocorreu com um consumo de oxigênio de 2,97 l/min ($\pm 0,44$), com 11 minutos e 40 segundos de teste ($\pm 1,33$).

Segue abaixo o gráfico com as curvas média, mais desvio padrão e menos desvio padrão do Consumo de Oxigênio (VO_2) no Grupo de atletas de Futsal.

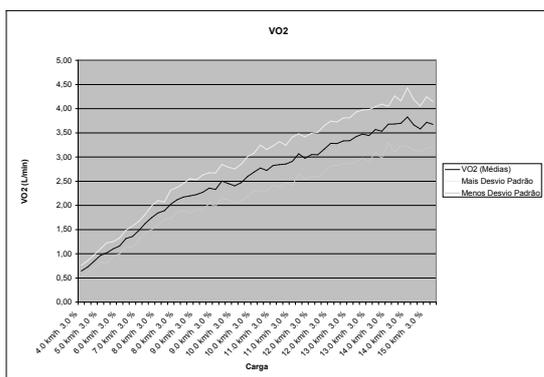


Gráfico 2: Consumo de Oxigênio (VO_2) dos atletas de Futsal.

Discussão

Os valores obtidos do máximo de Consumo de Oxigênio (VO_2 máx) para os dois grupos estudados: Futebol - 4,20 l/min em valores absolutos e 54,8 ml.kg⁻¹.min⁻¹ em valores relativos

à massa corporal; Futsal - 3,89 l/min ($\pm 0,43$) em valores absolutos e 55,7 ml.kg⁻¹.min⁻¹ ($\pm 3,70$) em valores relativos à massa corporal, não apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$).

Nossos dados se aproximam aos de DIAZ (2003) [12], que realizaram um estudo cujo objetivo foi examinar as tendências das variáveis cardiovasculares e metabólicas em 248 jogadores profissionais de futebol de elite em um período de 27 anos (1973-2000). Os valores do consumo máximo de oxigênio foram 54 ml.kg⁻¹.min⁻¹ na década de 80 e 57 ml.kg⁻¹.min⁻¹ na década de 90.

AL-HAZZAA et al. (2001) [13], realizaram uma avaliação cardiorrespiratória com 23 jogadores da seleção saudita de futebol, onde os valores médios obtidos do VO_2 máx. absoluto e relativo à massa corporal foram respectivamente 4,16 l/min⁻¹ e 56,8 ml.kg⁻¹.min⁻¹, sendo estes valores similares ao de nosso estudo e, sendo segundo o autor o VO_2 máx. relativo à massa corporal menor do que os valores relatados na literatura de acordo com a modalidade, porém tal fato se explica pela realização dos testes ter ocorrido na pré temporada.

Entretanto, esses valores são diferentes dos encontrados por TUMILTY (1993) [14], onde os atletas de futebol possuem em média um consumo máximo de oxigênio de 60 ml.kg⁻¹.min⁻¹.

Os valores do nosso estudo também diferem dos obtidos por RAVEN et al. (1976) [15], que realizaram um estudo com a finalidade de avaliar as funções fisiológicas de uma equipe profissional de futebol da liga norte-americana de futebol (NASL). Onde, dezoito jogadores foram avaliados quanto sua função cardiorrespiratória, resistência ao exercício, composição corporal, e tiveram mensuradas suas aptidões motoras no final da temporada. E, o consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx) foi de 58,4 ml.kg⁻¹.min⁻¹.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos em nosso estudo podemos concluir que mesmo praticando esportes com diferentes características os atletas de ambos os grupos possuem valores similares de Consumo de Oxigênio (VO_2), porém o Limiar Anaeróbio Respiratório entre os dois grupos não apresentou a mesma similaridade, o que nos sugere maior predominância do metabolismo anaeróbio durante o exercício nos atletas de Futsal. Entretanto, estudos ainda são necessários para analisar mais à fundo o comportamento destes parâmetros durante a realização de testes progressivos.

Referências

- [1]SERRA, S. Considerações sobre ergoespirometria. **Arq. Bras. Cardiol.** v.68, n.4, p.115-9. 1997.
- [2]SILVA, H.C.A.; LEITE, J. J.; CARVALHO, M. S.; SALUM, P. N. B.; VARGAS, F. S.; LEVY, J. A. Teste de esforço cardiopulmonar na avaliação de doenças musculares. **Arq. Neuro-Psiquiatr.** v.56, n.2, p. 258-66. 1998.
- [3]DENIS, C.; DOZMOIS, D.; LACOUR, J. R. Endurance training, VO_2 max., and OBLA: a longitudinal study of two different groups. **Int. J. Sports Med.** v.5, n.4, p. 167-73. 1984 .
- [4]YAZBEK Jr., P.; CAMARGO Jr., P.A.; KEDOR, H.H.; SARAIVA, J.F.; SERRO-AZUL, L.G. Aspectos propedêuticos no uso da ergoespirometria. **Arq. Bras. Cardiol.** v.44, n.4, p.291-5. 1985 .
- [5]YAZBEK Jr., P.; TUDA, C.R.; SABBAG, L.M.S.; ZARZANA, A.L.; BATTISTELLA, L.R. Ergoespirometria: tipos de equipamentos, aspectos metodológicos e variáveis úteis. **Rev. Soc. Cardiol.** v.11, n.3, p.682-694. 2001 .
- [6]YAZBEK Jr., P.; CARVALHO, R. T.; SABBAG, L. M. S.; BATTISTELLA, L. R. Ergoespirometria. Teste de esforço cardiopulmonar, metodologia e interpretação. **Arq. Bras. Cardiol.** v.71, n.5, p.719-724. 1998.
- [7]BARROS NETO, T. L.; TEBEXRENI, A. S.; TAMBEIRO, V. L. Aplicações práticas da ergoespirometria no atleta. **Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo.** v.11, n.3, p.695-705. 2001.
- [8]McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano.** São Paulo: Guanabara, 1998. 572p
- [9]SILVA, P. R. S.; ROMANO, A.; YAZBEK Jr., P.; CORDEIRO, J. R.; BATTISTELLA, L. R. Ergoespirometria computadorizada ou calorimetria indireta: um método não invasivo de crescente valorização na avaliação cardiorrespiratória ao exercício. **Rev. Bras. Med. Esporte.** v.4, n.5, p.147-58. 1998.
- [10]READY, A. E.; QUINNEY, H. A. Alterations in anaerobic threshold as a result of endurance training and detraining. **Med. Sci. Sports Exerc.** v.14, n.4, p.292-6. 1982.
- [11]KEMI, O. J.; HOFF, J.; ENGEN, L. C.; HELGERUD, J.; WISLOFF, U. Soccer specific testing of maximal oxygen uptake. **J. Sports Med. Phys. Fitness.** v.43, n.2, p.139-44. 2003.
- [12]DIAZ, F. J. Changes of physical and functional characteristics in soccer players. **Rev. Invest. Clin.** v.55, n.5, p.528-34. 2003.
- [13]AL-HAZZAA, H. M. et al. Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. **J. Sports Med. Phys. Fitness.** v.41, n.1, p.54-61. 2001.
- [14]TUMILTY, D. Physiological characteristics of elite soccer players. **Sports Med.** v.16, n.2, p.80-96. 1993.
- [15]RAVEN, P. B.; GETTMAN, L. R.; POLLOCK, M. L.; COOPER, K. H. A physiological evaluation of professional soccer players. **Br. J. Sports Med.** v.10, n.4, p.209-16. 1976 .