



## PREDIÇÃO DO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO E LIMIAR ANAERÓBIO EM JOGADORES DE FUTEBOL

<sup>1</sup>Walter Oliveira De Vargas  
Giovani dos Santos Cunha <sup>2,3</sup>  
Alvaro Reischak de Oliveira<sup>2</sup>

### RESUMO

*O consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) e limiar anaeróbio (LAN) são consideradas variáveis padrão ouro para determinação da potência aeróbia e fundamentais para a prescrição do treinamento no futebol, mas sua determinação possui um custo financeiro muito elevado. O objetivo do estudo foi criar equações para estimar  $VO_{2máx}$ , LAN e velocidade de limiar anaeróbio (VLAn) em jogadores de futebol a partir de um simples teste de esforço máximo em esteira. A amostra foi composta de 29 atletas profissionais do sexo masculino. Para a determinação do  $VO_{2máx}$ , LAN e VLAn foi realizado um teste progressivo máximo em esteira simultaneamente a uma ergoespirometria, utilizando o método Breath by Breath. A partir disso, foram produzidos os gráficos da ventilação (VE), dos equivalentes ventilatórios ( $VE/VO_2$  e  $VE/VCO_2$ ) e da taxa de troca respiratória (RER). As equações propostas para estimar o  $VO_{2máx}$  ( $VO_{2máx} = 5,4 + 2,989.VELMAX$ ), LAN ( $LAN = 7,08 + 2,2.VELMAX$ ) e VLAn ( $VLAn = 1,320 + 0,704.VELMAX$ ) foram determinadas através da análise de regressão linear. Conclui-se que as equações sugeridas disponibilizam dados de  $VO_{2máx}$ , LAN e VLAn por um método indireto, de fácil aplicação e com baixo custo financeiro.*

**Palavras-chave:** consumo de oxigênio, limiar anaeróbio, futebol.

### ABSTRACT

*The maximum oxygen uptake ( $VO_{2máx}$ ) and anaerobic threshold (AT) are variables considered the gold standard for determination of aerobic power and critical to training prescription in soccer, but its determination has a very high financial cost. The aim of this study was to develop equations to estimate  $VO_{2máx}$ , AT and anaerobic threshold velocity (ATS) in soccer players from a simple maximum stress test on a treadmill. The sample consisted of 29 male professional athletes. To determine the  $VO_{2máx}$ , AT and ATS a progressive maximal treadmill test was performed whilst a cardiopulmonary exercise test, using the Breath by Breath. From this, ventilation (VE), ventilatory equivalents ( $VE/VO_2$  and  $VE/VCO_2$ ) and respiratory exchange ratio (RER) graphics were produced. The proposed equations for estimating  $VO_{2máx}$  ( $VO_{2máx} = 5.4 + 2.989.VELMAX$ ), ATS ( $ATS = 7.08 + 2.2.VELMAX$ ) and ATS ( $ATS = 1.320 + 0.704.VELMAX$ ) were determined by analyzing linear regression. It is suggested that the equations provide  $VO_{2máx}$ , AT and ATS data by an indirect method, easy to apply and inexpensively.*

**Keywords:** oxygen uptake, anaerobic threshold, soccer.



## RESUMEN

*El consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2máx}$ ) y límite anaeróbico (LAN) son considerados las variables patrones oro para la determinación de la potencia aeróbica y fundamentales alla prescripción del entrenamiento del fútbol, pero su determinación tiene un costo financiero muy alto. El objetivo deste estudio fue desarrollar ecuaciones para la estimación del  $VO_{2máx}$ , LAN y la velocidad de límite anaeróbico (VLAn) en jugadores de fútbol en una simple prueba de máximo esfuerzo en rueda de ardilla. La muestra consistió de 29 atletas profesionales masculinos. Para la determinación del  $VO_{2máx}$ , LAN y VLAn realizó una prueba de esfuerzo máximo en rueda de ardilla mientras que un ergoespirometría, utilizando el método Breath by Breath. A partir de este, gráficos se produjeron de la ventilación (VE), equivalentes ventilatorios ( $VE/VO_2$  e  $VE/VCO_2$ ) y la relación de intercambio respiratório (RER). Las ecuaciones propuestas para estimación del  $VO_{2máx}$  ( $VO_{2máx} = 5,4 + 2,989.VELMAX$ ), LAN ( $LAN = 7,08 + 2,2.VELMAX$ ) y VLAn ( $VLAn = 1,320 + 0,704.VELMAX$ ) se determinaron mediante el análisis de regresión lineal. Se sugere que los datos de las ecuaciones  $VO_{2máx}$ , LAN y VLAn proporcionan um método indirecto, de fácil aplicación y bajo costo.*

**Palabras claves:** consumo de oxígeno, límite anaeróbico, fútbol.

## INTRODUÇÃO

O futebol é um dos esportes mais populares do mundo, praticado por indivíduos de diferentes níveis de aptidão física. Para atingir um ótimo desempenho é necessária uma combinação de fatores técnicos, táticos, biomecânicos e fisiológicos (STOLEN *et al.*, 2005).

Em virtude da duração da partida de futebol, estima-se que 90% do custo energético dos jogadores seja predominantemente aeróbio, com média de intensidade próxima ao limiar anaeróbico (LAN) (80-90% da frequência cardíaca máxima -  $FC_{máx}$ ). Entretanto, a contribuição anaeróbia é fundamental para desempenho de atividades de alta intensidade, como *sprints*, chutes e grande esforço muscular para manter o equilíbrio e controle da bola contra a marcação. Fisiologicamente, seria impossível manter esta altíssima intensidade por um longo período de tempo, principalmente devido a acidose sanguínea (STOLEN *et al.*, 2005; MOHR; KRUSTRUP; BANGSBO, 2005; BANGSBO; IAIA; KRUSTRUP, 2008).

A potência aeróbia máxima ou consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) pode ser definido como a habilidade de realizar atividades físicas com alta intensidade e máxima captação de oxigênio respirando ar atmosférico (TANAKA & SWENSEN, 1998; BASSETT & HOWLEY, 2000; HARMS, 2000; BOSQUET; LÉGER; LEGROS, 2002; HOFF & HELGERUD, 2004; BENTLEY; NEWELL; BISHOP, 2007; MIDGLEY *et al.*, 2007). O  $VO_{2máx}$  tem sido considerado o índice que melhor representa a capacidade funcional do sistema cardiorrespiratório em exercício, sendo considerado o padrão-ouro (MACHADO; GUGLIELMO; DENADAI, 2002). O  $VO_{2máx}$  de jogadores de futebol internacional variam entre 50-75  $ml.kg^{-1}.min^{-1}$  (RODRIGUES *et al.*, 2004; CUNHA & OLIVEIRA, 2008).

A transição do metabolismo aeróbio para o anaeróbico é conhecida como Lan (BRUNETTO *et al.*, 2005). Este pode ser definido como a mais alta intensidade de exercício, frequência cardíaca (FC) ou





## IMPLICAÇÕES NA/DA EDUCAÇÃO FÍSICA E CIÊNCIAS DO ESPORTE

consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) onde a produção e remoção do lactato sanguíneo são equivalentes (STOLEN *et al.*, 2005). Acima desse “limite” há um aumento desproporcional da produção de lactato sanguíneo, ventilação e produção de dióxido de carbono em relação ao  $VO_2$  (SVEDAHL & MACINTOSH, 2003; STOLEN *et al.*, 2005). Atualmente, o LAn tem sido considerado o indicador mais sensível às adaptações aeróbias em resposta ao treinamento. O  $VO_{2máx}$  e o LAn são variáveis importantes para o desempenho no futebol, pois estão associadas diretamente ao desempenho específico, como a distância percorrida, capacidade de recuperação e intensidade do jogo. Além disso, permitem uma correta prescrição do treinamento, evitando o surgimento de um quadro de sobretreinamento (CUNHA; RIBEIRO; OLIVEIRA, 2008).

Existem diversos métodos para a determinação do LAn. Métodos invasivos necessitam de amostras sanguíneas coletadas em diversos momentos do teste e não existe consenso em relação ao método de análise dos resultados. Alguns autores sugerem um valor fixo para o LAn, podendo variar de 2,0 a 4,0 mmol (YEH *et al.*, 1983; BEAVER & WASSERMAN, 1985; HECK *et al.*, 1985; URHAUSEN & WEILER, 1993), porém esta metodologia não respeita a individualidade biológica, além de ser um método invasivo e de alto custo. Uma alternativa foi proposta (WASSERMAN & MCILROY, 1964) a partir de um método para determinação do LAn exclusivamente em função das trocas gasosas, sendo conhecido como segundo limiar ventilatório ( $LV_2$ ). Entretanto, os equipamentos de ergoespirometria custam entre R\$40.000 e R\$100.000, além da necessidade de pessoal especializado, dificultando sua aplicabilidade (BAPTISTA *et al.*, 2005).

Entretanto, para mensurar o  $VO_{2máx}$ , LAn e velocidade de limiar anaeróbio (VLAn -  $VLV_2$ ), em atletas de alto nível, a ergoespirometria tem sido considerada o padrão ouro (MACHADO; GUGLIELMO; DENADAI, 2002) a qual consiste em um método não invasivo que determina as taxas de trocas gasosas, ou seja, oxigênio consumido e gás carbônico eliminado (BOSQUET; LÉGER; LEGROS, 2002). A ergoespirometria disponibiliza uma série de dados além do  $VO_{2máx}$ , LAn, VLAn, como a taxa de troca respiratória (RER), a ventilação (VE); e os limiares ventilatórios ( $LV_1$  e  $LV_2$ ) (TANAKA & SWENSEN, 1998). Através destes dados é possível determinar os fatores ligados ao desempenho, prescrição de intensidade de exercício, índices de eficiência respiratória e cardiovascular, além do custo energético. Diversos estudos indicam que  $VO_{2máx}$ , LAn e VLAn são os melhores preditores de desempenho (TANAKA & SWENSEN, 1998; LEAR *et al.*, 1999; BOSQUET; LÉGER; LEGROS, 2002; STOLEN *et al.*, 2005; BENTLEY; NEWELL; BISHOP, 2007; MIDGLEY *et al.*, 2007; BANGSBO; IAIA; KRUSTRUP, 2008).

Portanto, o objetivo do presente estudo foi criar equações específicas para estimar  $VO_{2máx}$ , LAn e VLAn de jogadores de futebol a partir da velocidade máxima de corrida (VELMAX) alcançada durante um teste de esforço máximo.

### MATERIAIS E MÉTODOS

A amostra foi composta por 29 atletas do sexo masculino de uma equipe de futebol profissional. Todos os indivíduos assinaram termo de consentimento livre e esclarecido, autorizando sua participação no estudo. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob o nº CEP/UFRGS 2006575.

A coleta dos dados foi dividida em três etapas: (1) os indivíduos receberam informações acerca da pesquisa e do teste a ser realizado, bem como, a assinatura do termo de consentimento informado; (2) realização de um aquecimento na esteira com velocidade livre, colocação da máscara e do



frequencímetro, realização das últimas instruções para a realização do teste e familiarização com o equipamento; e (3) realização do teste de esforço máximo.

Para a realização do teste de esforço máximo foi utilizado uma esteira marca Quinton Instruments – Seattle-USA. O protocolo iniciava com velocidade de  $7 \text{ km.h}^{-1}$  e incrementos de  $0,5 \text{ km.h}^{-1}$  a cada 30 segundos até a exaustão.

Simultaneamente ao teste foi realizada uma ergoespirometria (MedGraphics Cardiorespiratory Diagnostic Systems, modelo CPX-D). O ergoespirômetro foi calibrado manualmente com concentrações de gases conhecidos (oxigênio e dióxido de carbono) antes de cada teste. A calibração do volume no pneumotacógrafo, inicialmente, foi realizada eletronicamente pelo sistema para a calibração do volume zero no pneumotacógrafo. Logo após, foi realizada a calibração do volume com cinco injeções e ejeções de ar em diferentes velocidades através do pneumotacógrafo com uma seringa de três litros. A calibração do analisador de gases consiste no ajuste das concentrações de  $\text{O}_2$  e  $\text{CO}_2$  de acordo com as concentrações dos cilindros de referência (21% de  $\text{O}_2$  e nitrogênio para balanço) e de calibração (12%  $\text{O}_2$  e 5,09%  $\text{CO}_2$  e nitrogênio para balanço). Por último, foi realizada a medida da fase de atraso, ou seja, a diferença de tempo entre a detecção do fluxo pelo pneumotacógrafo, praticamente instantânea, e as medidas das concentrações de gases pelo analisador (CUNHA *et al.*, 2008).

A análise para a determinação do  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  e dos limiares ventilatórios foi realizada pelo método *Breath by Breath*, a partir disso foram produzidos os gráficos da ventilação (VE), dos equivalentes ventilatórios ( $\text{VE}/\text{VO}_2$  e  $\text{VE}/\text{VCO}_2$ ) e da taxa de troca respiratória (RER) em função do  $\text{VO}_2$  e do tempo ao longo do teste. A partir destes gráficos, o  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  foi considerado o maior valor de  $\text{VO}_2$  em função do tempo e LAn foi considerado como a mínima carga em que  $\text{VE}/\text{VO}_2$  apresenta um aumento concomitante com  $\text{VE}/\text{VCO}_2$  (RODRIGUES *et al.*, 2006)

A análise dos gráficos foi realizada por dois avaliadores experientes. Havendo discordância nos resultados, um terceiro avaliador era consultado.

Um frequencímetro da marca POLAR, modelo S610 foi utilizado para a mensuração da FC.

## TRATAMENTO ESTATÍSTICO

A normalidade dos dados foi verificada através do Teste de Shapiro Wilk. A homogeneidade das variâncias foi testada com o Teste de Levene. Para verificar a relação entre  $\text{VO}_{2\text{máx}}$ , LAn e VLAn com a VELMAX, utilizou-se o Teste de Correlação de *Pearson*. As formulas de predição do  $\text{VO}_{2\text{máx}}$ , LAn e VLAn foram determinadas pela análise de Regressão Linear Simples. O nível de significância utilizado foi de 5% ( $p < 0,05$ ). O pacote estatístico utilizado foi o SPSS 13.0 para *Windows*.

## APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os valores médios de idade e massa corporal foram, respectivamente  $18,3 (\pm 1,67)$  anos e  $74,2 (\pm 8,34)$  kg. A média dos resultados de VELMAX,  $\text{VO}_{2\text{máx}}$ , LAn e VLAn estão expostos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Média e desvio padrão de VELMAX,  $\text{VO}_{2\text{máx}}$ , LAn e VLAn dos indivíduos da amostra.

Atletas	VELMAX (km/h)	$\text{VO}_{2\text{máx}}$ ( $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ )	LAn ( $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ )	VLAn (km/h)
Média	16,8 ( $\pm 1,17$ )	55,8 ( $\pm 5,41$ )	44,7 ( $\pm 5,02$ )	13,2 ( $\pm 1,41$ )



Os valores de  $VO_{2máx}$  de jogadores de futebol internacional variam entre 50-75  $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ , dependendo da posição tática. Em contrapartida, jovens jogadores de futebol<sup>1</sup> apresentam valores de  $VO_{2máx}$  inferiores a 60  $ml.kg^{-1}.min^{-1}$  (STOLEN *et al.*, 2005). No presente estudo, a média de  $VO_{2máx}$  dos indivíduos da amostra foi 55,76  $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ . Portanto, os resultados encontrados no presente estudos corroboram com a literatura. Valores semelhantes para  $VO_{2máx}$  foram encontrados para jogadores de futebol com e 18,1 anos de idade média, sendo esses valores 58,1  $ml.kg^{-1}.min^{-1}$  (CUNHA *et al.*, 2008).

A intensidade de trabalho médio, mensurado em  $\%FC_{máx}$  durante os 90 minutos do jogo de futebol, é próximo do LAn, compreendido entre 80-90% da  $FC_{máx}$  dos jogadores (MOHR; KRUSTRUP; BANGSBO, 2005). No presente estudo, através de um cálculo utilizando regra de três, relacionando a  $FC_{máx}$  que o indivíduo alcançou no teste com a FC de LAn, foi calculado o valor  $\%FCLAn$ . Todos os indivíduos da amostra obtiveram  $\%FCLAn$  maiores que 80%, contudo a média  $\%FCLAn$  foi de 90,62%, estando acima dos valores indicados na literatura (STOLEN *et al.*, 2005). Isto pode ser justificado pelo fato de que nem todos os indivíduos alcançaram  $FC_{máx}$  estimada, segundo a equação de Karvonen (220-idade) (VARGAS; OLIVEIRA; FURLANETTO, 2010). Caso estes indivíduos tivessem atingido a  $FC_{máx}$ , o  $\%FCLAn$  seria de 85,66%, estando de acordo com os valores apresentados pela literatura pesquisada. Assim sendo, este fato pode ser considerada uma limitação do estudo.

Os resultados deste estudo demonstraram que houve correlação estatisticamente significativa, através do Teste de Correlação de *Pearson* ( $p < 0,05$ ) entre VELMAX e  $VO_{2máx}$  LAn e VLAn, conforme ilustra a Tabela 2.

**Tabela 2.** Correlação de *Pearson* da VELMAX com as variáveis  $VO_{2máx}$ , LAn e VLAn.

		$VO_{2máx}$	LAn	VLAn
Correlação de <i>Pearson</i> (r)	VELMAX	0,645	0,520	0,561
Nível de Significância (p)	VELMAX	0,000*	0,004*	0,002*

\* correlação significativa ( $p < 0,05$ )

A seguir, as equações propostas para a estimativa do  $VO_{2máx}$ , LAn e VLAn, determinadas através da análise de regressão linear simples:

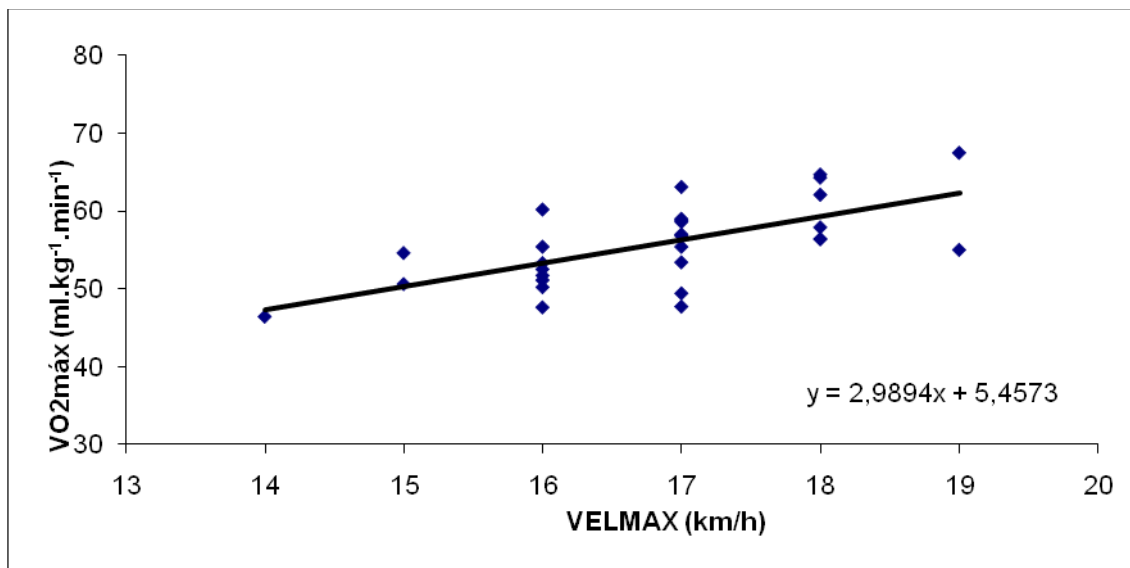
$$VO_{2máx} = 5,4 + 2,989 \cdot (VELMAX)$$

$$LAn = 7,08 + 2,2 \cdot (VELMAX)$$

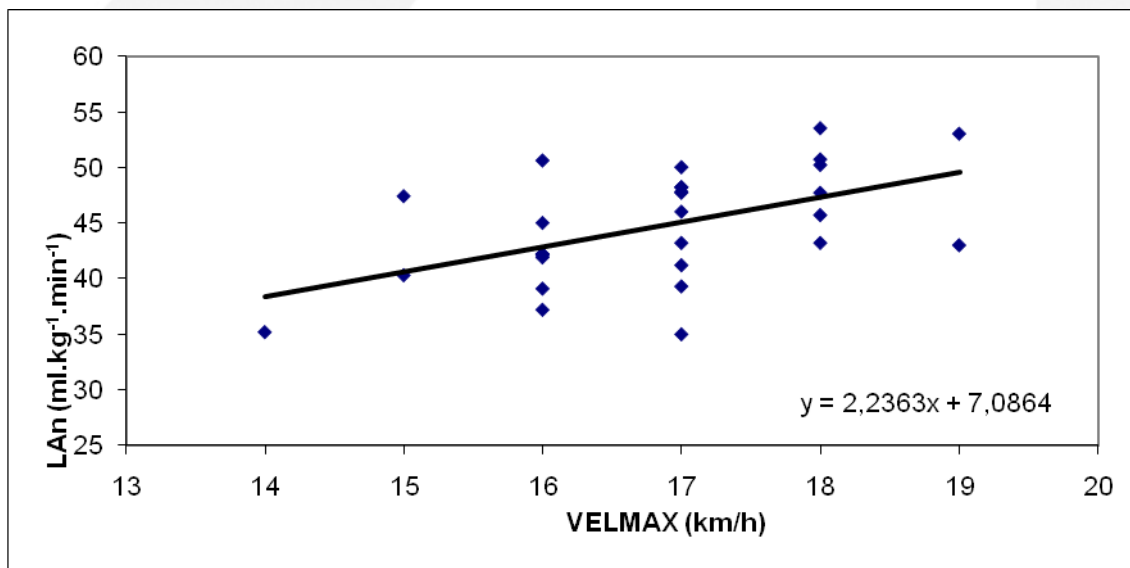
$$VLAn = 1,320 + 0,704 \cdot (VELMAX)$$

As equações para estimar as variáveis dependentes  $VO_{2máx}$ , LAn e VLAn podem ser visualizadas nas Figuras 1, 2 e 3, respectivamente, que mostram a linha de tendência na comparação das variáveis dependentes com a variável independente VELMAX.

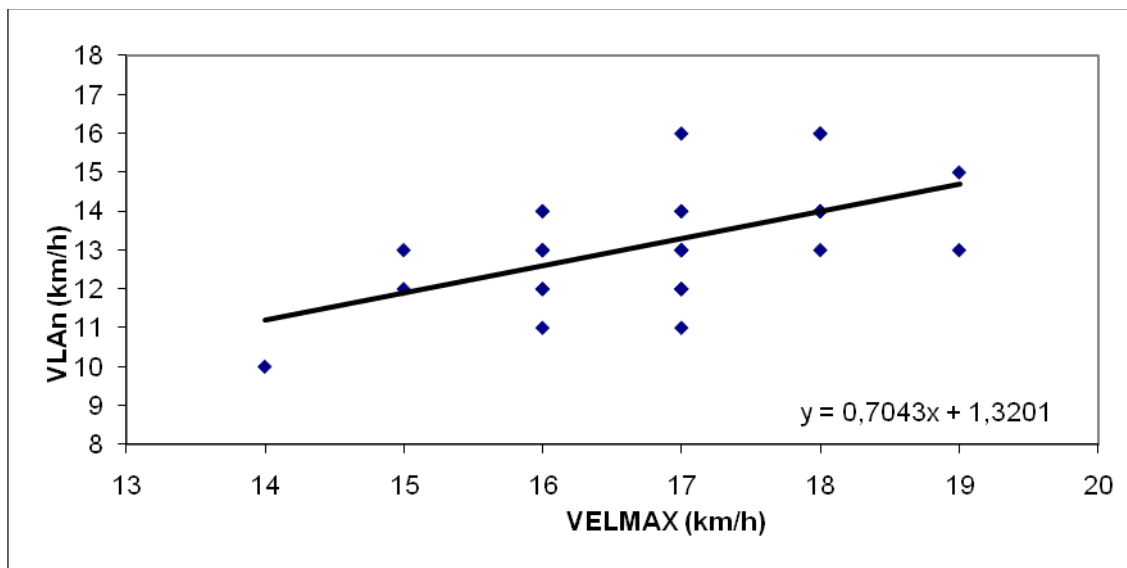




**Figura 1.** Linha de tendência e equação da reta na comparação do  $VO_{2max}$  com VELMAX.



**Figura 2.** Linha de tendência e equação da reta na comparação do LAN com VELMAX.



**Figura 3.** Linha de tendência e equação da reta na comparação da VLAn com VELMAX.

O estudo de Rodrigues *et al.* (2004) propõe equação para estimar a velocidade de LAn para jogadores de futebol em pré-temporada através da velocidade de pico, encontrado como resultado valores médios de  $VO_{2máx} = 45,9 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ,  $FC_{máx} = 188,4 \text{ bpm}$ , velocidade de pico = 17,9km/h, FC de LAn = 174,8 bpm, velocidade de LAn = 14,6 km/h e percentual da FC de LAn = 87,4 bpm, e um  $r = 0,90$ , quando correlacionado velocidade de pico, com a velocidade de LAn. A correlação entre VELMAX e VLAn, encontrada no presente estudo ( $r = 0,561$ ), quando comparada com o estudo citado foi inferior, bem como as demais correlações realizadas no presente estudo (VELMAX e  $VO_{2máx}$ , VELMAX e LAn). Uma hipótese para este resultado pode ser o fato dos indivíduos do presente estudo não terem exercido esforço máximo. Mesmo assim, os resultados do presente estudo obtiveram correlação significativa, demonstrando que a VELMAX está diretamente relacionada com o  $VO_{2máx}$ , LAn e VLAn. Um fato importante é que o presente estudo propõem equações para  $VO_{2máx}$ , LAn e VLAn, não se limitando apenas em uma dessas variáveis fisiológicas, diferente do estudo citado anteriormente.

O *Yo-Yo Intermittent Recovery Test* avalia a capacidade de indivíduos para executarem repetidamente exercício intenso. O *Yo-Yo* nível 1 se concentra na capacidade de realizar exercícios intermitentes levando a uma ativação máxima do sistema aeróbio, enquanto que *Yo-Yo* nível 2 determina a habilidade de recuperação ao exercício repetido com elevada contribuição do sistema anaeróbio (BANGSBO; IAIA; KRUSTRUP, 2008). O índice de correlação entre  $VO_{2máx}$  e o *Yo-Yo Intermittent Recovery Test* (Nível 1) foi de  $r = 0,74$  (RAMPININI *et al.*, 2010). O presente estudo encontrou um índice de correlação de  $r = 0,645$ , sendo estes valores semelhantes em ambos os estudos.

O *Yo-Yo endurance tests* (nível 2) é freqüentemente usado por clubes de futebol de elite e tem sido usado recentemente para avaliar padrões de fadiga em jogadores de futebol feminino. Com base na análise da elite e sub-elite de jogadores de futebol, a correlação obtida entre o *Yo-Yo endurance tests* (nível 2) e  $VO_{2máx}$  foi  $r = 0,52$  (BRADLEY *et al.*, 2010). Os valores encontrados no presente estudo para a mesma variável foi de  $r = 0,645$ , sendo estes similares nos dois estudos.



O objetivo do treinamento esportivo é o aumento e a melhora do desempenho físico. O  $VO_{2máx}$ , LAn e a VLAn são variáveis importantes e permitem uma adequada prescrição do treinamento, evitando o surgimento de um quadro de sobretreinamento (CUNHA; RIBEIRO; OLIVEIRA, 2008). No presente estudo, sugerimos equações para tais variáveis fisiológicas uma vez que está amplamente estabelecido na literatura a importância das mesmas como os melhores preditores de desempenho (TANAKA & SWENSEN, 1998; LEAR et al., 1999; STOLEN et al., 2005; MOHR; KRUSTRUP; BANGSBO, 2005; BENTLEY; NEWELL; BISHOP, 2007; MIDGLEY et al., 2007; BANGSBO; IAIA; KRUSTRUP, 2008).

A ergoespirometria é um método de alto custo e bastante complexo, pois deve obedecer a uma série de padrões de testagem. Sendo assim, equações como as originadas no presente estudo são de grande valia para a obtenção de dados como  $VO_{2máx}$ , LAn e VLAn que são de suma importância para avaliação e prescrição de treinamento de jogadores de futebol.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que as equações sugeridas no presente estudo disponibilizam dados de  $VO_{2máx}$ , LAn e VLAn por um método indireto, fácil de se aplicar e com baixo custo correlacionado estatisticamente com um método direto (ergoespirometria).

## REFERÊNCIAS

- BANGSBO, J.; IAIA, F. M.; KRUSTRUP, P. The yo-yo intermittent recovery test. A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Medicine*. v. 38, n. 1, p. 37-51. 2008.
- BASSETT JR, D. R. & HOWLEY, E. T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. p. 70-84. 2000.
- BAPTISTA, R. R.; OLIVEIRA, L. G.; FIGUEIREDO, G. B.; et al. Limiar de lactato em remadores: comparação entre dois métodos de determinação. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. v. 11, n. 4, p. 247-250. 2005.
- BEAVER, W. L. & WASSERMAN, K. B. J. W. Improved detection of lactate threshold during exercise using a log-log transformation. *Journal of Applied Physiology*. v. 59, n. 6, p. 1936-40. 1985.
- BENTLEY, D. J.; NEWELL, J.; BISHOP, D. Incremental exercise test design and analysis: implications for performance diagnostics in endurance athletes. *Sports Medicine*. v. 37, n. 7, p. 575-86. 2007.
- BOSQUET, L.; LÉGER, L.; LEGROS, P. Methods to determine aerobic endurance. *Sports Medicine*. v. 32, n. 11, p. 675-700. 2002.
- BRADLEY, P. S.; MOHR, M.; BENDIKSEN, M.; et al. Sub-maximal and maximal Yo-Yo intermittent endurance test level 2: heart rate response, reproducibility and application to elite soccer. *European Journal of Applied Physiology*. 2010. DOI: 10.1007/s00421-010-1721-2.





BRUNETTO, A. F.; SILVA, B. M.; ROSEGUINI, B. T.; *et al.* Limiar ventilatório e a variabilidade da frequência cardíaca em adolescentes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. v. 11, n. 1, p. 22-7. 2005.

CUNHA, G. S., BAPTISTA, R. R.; RIBEIRO, J. L.; *et al.* Alternative method for determining anaerobic threshold in rowers. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*. v. 10, p. 367-371. 2008.

CUNHA, G. S. & OLIVEIRA, A. R. Aspectos físicos e fisiológicos do jovem jogador de futebol. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*. v. 7, n. 1, p. 29-36. 2008.

CUNHA, G. S.; RIBEIRO, J. L.; OLIVEIRA, A. R. Levels of beta-endorphin in response to exercise and overtraining. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*. v. 52, n. 4, p. 589-98. 2008.

HARMS, C. A. Effect of skeletal muscle demand on cardiovascular function. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. p. 94-9. 2000.

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; *et al.* Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. *International Sports of Medicine*. v. 6, n. 3, p. 117-30. 1985.

HOFF, J. & HELGERUD, J. Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports Medicine*. v. 34, n. 3, p. 165-80. 2004.

LEAR, S. A.; BROZIC, A.; MYERS, J. N.; *et al.* Exercise stress testing an overview of current guidelines. *Sports Medicine*. v. 27, n. 5, p. 285-312. 1999.

MACHADO, F. A.; GUGLIELMO, L. G. A.; DENADAI, B. S. Velocidade de corrida associada ao consumo máximo de oxigênio em meninos de 10 a 15 anos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. v. 8, n. 1, p. 1-6. 2002.

MIDGLEY, A. W.; MCNAUGHTON, L. R.; POLMAN, R. *et al.* Criteria for determination of maximal oxygen uptake: a brief critique and recommendations for future research. *Sports Medicine*. v. 37, n. 12, p. 1019-28. 2007.

MOHR, M.; KRUSTRUP, P.; BANGSBO, J. Fatigue in soccer: a brief review. *Journal of Sports Sciences*. v. 23, n. 6, p. 593-9. 2005.

RAMPININI, E.; SASSI, A.; AZZALIN, A.; *et al.* Physiological determinants of Yo-Yo intermittent recovery tests in male soccer players. *European Journal of Applied Physiology*. v. 108, n. 2, p. 401-9. 2010.



RODRIGUES, A. N.; PEREZ, A. J.; CARLETTI, L. *et al.* Maximum oxygen uptake in adolescents as measured by cardiopulmonary exercise testing: a classification proposal. *Journal of Pediatrics*. v. 82, n. 6, p. 426-30. 2006.

RODRIGUES, C. A.; RIBEIRO, J.R.; TARTARUGA, L. A. P; *et al.*. Predição da velocidade de limiar anaeróbio para jogadores de futebol em pré temporada através da velocidade de pico em teste de rampa em esteira. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*. v. 26, n. 1, p. 87-97. 2004.

STOLEN, T.; CHAMARI, K.; CASTAGNA, C.; *et al.* Physiology of Soccer: an update. *Sports Medicine*. v. 35, n. 6, p. 501-36. 2005.

SVEDAHL, K.; MACINTOSH, B. R. Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. *Canadian Journal of Applied Physiology*. v. 28, n. 2, p. 299-323. 2003.

TANAKA, H. & SWENSEN, T. Impact of resistance training on endurance performance: a new form of cross-training? *Sports Medicine*. v. 25, n. 3, p. 191-200. 1998.

URHAUSEN, A. & WEILER, B. W. K. Heart rate, blood lactate, and catecholamines during ergometer and on water rowing. *International Journal of Sports Medicine*. suppl 1, p. 20-3. 1993.

VARGAS, W. O.; OLIVEIRA, J. L.; FURLANETTO, T. S. Desenvolvimento de um protocolo submáximo alternativo para a estimativa do  $VO_{2máx}$  em esteira com inclinação fixa. *Revista Liberato*. v. 11, n. 15, p. 51-9. 2010.

WASSERMAN, K. & MCILROY, M. B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *American Journal of Cardiology*. v. 14, p. 844-52. 1964.

YEH, M. P.; GARDNER, R. M.; ADAMS, T. D.; *et al.* Anaerobic threshold: problems of determination and validation. *Journal of Applied Physiology*. v. 55, n. 4, p. 1178-86.1983.



**IMPLICAÇÕES NA/DA EDUCAÇÃO FÍSICA E CIÊNCIAS DO ESPORTE**

FORMATO DE APRESENTAÇÃO: Pôster.

GRUPO DE TRABALHO TEMÁTICO: 11) Treinamento esportivo.

**AUTOR RESPONSÁVEL:**

Walter Oliveira de Vargas

Rua Sarmento Leite, 245 - Cidade Baixa, Porto Alegre/RS

Telefone: (51) 30376521 e (51) 92682689

E-mail: walter.efi@gmail.com

**Demais autores:**

Giovani dos Santos Cunha

Rua Barão do Cotegipe, nº 410 - São João, Porto Alegre/RS

Telefones: (51) 33257381 e (51) 99994683

E-mail: giovanicunha@yahoo.com.br

Alvaro Reischak de Oliveira

Rua Felizardo, nº 750 - Jardim Botânico, Porto Alegre/RS

Telefone: (51) 33085861

E-mail: alvaro.oliveira@ufrgs.br

**i**

1. Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Porto Alegre, Rio Grande do Sul/ Brasil
2. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Escola de Educação Física - LAPEX – Porto Alegre, Rio Grande do Sul/ Brasil
3. Faculdade Sogipa de Educação Física – Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil