

Capacidade anaeróbia de atletas adolescentes de futebol em exercício máximo intermitente

Anaerobic capacity of young soccer athletes in maximal intermittent exercise

BARONI BM, LEAL JUNIOR ECP. Capacidade anaeróbia de atletas adolescentes de futebol em exercício máximo intermitente. **R. bras. Ci. e Mov** 2009;17(3):76-82.

RESUMO: O futebol é um esporte de característica intermitente no qual as capacidades aeróbia e anaeróbia são fundamentais para o bom desempenho dos atletas. O presente estudo objetivou analisar a capacidade anaeróbia de atletas adolescentes de futebol do sexo masculino em um exercício máximo de característica intermitente. Trinta e cinco atletas adolescentes de futebol ($15,37 \pm 0,91$ anos; $1,72 \pm 0,06$ m; $64,17 \pm 7,32$ kg) realizaram um protocolo de exercício constituído de três séries do Teste de Wingate (TW - 30 segundos de exercício máximo em ciclo-ergômetro com uma carga correspondente a 7,5% da massa corporal do sujeito) intervaladas por dois minutos de repouso. São apresentados dados de Potência Pico, Potência Média e Índice de Fadiga verificados em goleiros, laterais, zagueiros, meio-campistas e atacantes, utilizando a ANOVA de um fator para comparação entre as posições. Os valores percentuais (normalizados com base na primeira série do exercício) foram utilizados para verificação da queda de desempenho através da ANOVA para medidas repetidas. Não foram encontradas diferenças entre o desempenho dos atletas das diferentes posições táticas dentro de cada série do exercício intermitente. Entretanto, foi verificada queda percentual significativa ($p < 0,001$) entre os três TW realizados para Potência Pico e Potência Média. O presente estudo vem a preencher uma lacuna na literatura científica quanto à capacidade anaeróbia de atletas adolescentes de futebol do sexo masculino, particularmente relacionada ao TW.

Palavras-chave: Esporte; Futebol; Desempenho; Teste de Wingate.

ABSTRACT: Soccer is a sport with intermittent characteristics which both the aerobic and anaerobic capacities are fundamentals to the high athletes' performance. The present study aimed to analyze the anaerobic capacity of young male soccer athletes on a maximal exercise of intermittent characteristic. Thirty-five young soccer athletes ($15,37 \pm 0,91$ years; $1,72 \pm 0,06$ m; $64,17 \pm 7,32$ kg) performed a protocol consisting in three bouts of Wingate Test (WT - 30 seconds of maximal exercise in cycle-ergometer with a load correspondent to 7.5% of subject body mass) with two minutes of rest intervals. It was presented data from Peak Power, Mean Power and Fatigue Index verified in goalkeepers, sideways, full backs, midfielders and forwards, using the one-way ANOVA to comparison between tactical positions. The percentile values (normalized by the first exercise bout) were used to verify the performance fall through a repeated measures ANOVA. It was found no differences between the performances of different tactical positions athletes in each bout of intermittent exercise. But, it was verified significant percentile fall ($p < 0,001$) between three WT performed to Peak Power and Mean Power. The present study comes to fill a gap in the scientific literature on the anaerobic capacity of young male soccer athletes, particularly related to WT.

Key Words: Sport; Soccer; Performance; Wingate Test.

Bruno M. Baroni¹
Ernesto C. P. Leal Junior²

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul

²Universidade Nove de Julho – São Paulo, SP

Recebido em: 02/06/2009
Aceito em: 22/01/2010

Contato: Bruno Manfredini Baroni - bambaroni@yahoo.com.br

Introdução

O futebol é o esporte mais popular do mundo, sendo praticado por aproximadamente 240 milhões de atletas amadores e cerca de 200 mil profissionais¹⁷. Dentre as características relacionadas ao esporte podem ser citados os *sprints* curtos, rápidas acelerações e desacelerações, mudanças de direção, giros, saltos e o contato físico entre atletas²⁶. Assim, embora a fonte energética predominante em uma partida de futebol seja proveniente do metabolismo aeróbio³, as ações mais decisivas do jogo estão relacionadas ao metabolismo anaeróbio²⁷, o que torna a força e a potência tão importantes quanto à resistência neste esporte²⁴. Em outras palavras, o sucesso em esportes de característica intermitente como o futebol, está fortemente ligado a uma elevada capacidade anaeróbia¹.

Tendo em vista a importância de se traçar perfis fisiológicos para o desenvolvimento e manutenção de programas de treinamento⁷, uma avaliação detalhada das capacidades físicas torna-se de grande valia para elevar atletas ao seu mais alto nível de desempenho, especialmente no caso da capacidade anaeróbia, que pode ser significativamente incrementada com o treinamento adequado¹⁸. Entretanto, enquanto a capacidade aeróbia é mensurada inúmeras vezes durante a temporada pelos testes de campo para estimação do consumo máximo de oxigênio, parece haver certa carência na avaliação da capacidade anaeróbia dos atletas, especialmente tratando-se de categorias de base.

O teste mais utilizado para avaliar a capacidade anaeróbia pelos laboratórios de fisiologia do exercício é o Teste de Wingate (TW), desenvolvido pelos pesquisadores Oded Bar-Or e Omri Inbar, durante a década de 1970, no Instituto Wingate (Israel). Desde sua criação, o TW tem sido utilizado em diversos trabalhos com as mais diferentes populações por ser um teste validado, de fácil aplicabilidade, com alta reprodutibilidade e confiança de teste e re-teste de 0,90-0,98^{4,16}. Além disso, protocolos adaptados utilizando variações na carga empregada^{9,23} ou no número de séries realizadas^{12,14,19} também são utilizados de acordo com a finalidade almejada. Por ser realizado em ciclo-

ergômetro, o TW não reconstitui o gesto motor da corrida, comum a maioria dos esportes, levando-o ao descrédito por alguns profissionais da área. Entretanto, a validade deste teste para avaliar o desempenho anaeróbio na corrida já fora reportado por Denadai *et al.*⁸, que avaliaram atletas de basquete com idade média de 16 anos e observaram elevada correlação entre a Potência Pico e o tempo em corrida de 50 metros ($r=-0,83$), assim como entre Potência Média e tempo em corrida de 200 metros ($r=-0,83$).

Somando os aspectos apresentados ao fato de os autores não terem encontrado na literatura estudos que apresentassem valores de referência para atletas adolescentes de futebol do sexo masculino submetidos ao TW, o objetivo do presente estudo foi avaliar a capacidade anaeróbia desta categoria de desportistas por meio de um protocolo intermitente de exercício de alta intensidade em ciclo-ergômetro.

Materiais e métodos

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Vale do Paraíba sob o protocolo número H229/CEP/2007. A amostra do presente estudo foi constituída por 35 atletas do sexo masculino entre 15 e 17 anos, integrantes da categoria juvenil da equipe de futebol da Universidade de Caxias do Sul, sendo todos federados e participantes de campeonatos de nível estadual e nacional. A rotina do clube incluía cinco sessões de treino semanal com uma média de duas horas por sessão.

Foram incluídos no estudo todos os atletas que apresentaram as seguintes condições: ser atleta de futebol com treinamento sistematizado por um período mínimo de um ano; estar participando ativamente das atividades de treinamento e jogos da equipe; não apresentar lesões musculoesqueléticas em membros inferiores em um período de 30 dias retroativo à coleta de dados; não apresentar qualquer quadro ou condição especial de saúde que atrapalhasse seu desempenho no teste; apresentar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido quanto à participação no estudo assinado pelo responsável previamente à realização do experimento.

A coleta de dados desenvolveu-se no Laboratório do Movimento Humano da Universidade de Caxias do Sul (LMH-UCS), em ambiente climatizado a 24° C. Após a coleta de dados de identificação, foram realizadas mensurações de massa corporal (balança Filizola, com precisão em gramas) e estatura (estadiômetro portátil Sanny, com precisão milimétrica), além de uma sessão padronizada constituída de uma série de alongamento para cada um dos principais grupos musculares envolvidos no teste (flexores e extensores de quadril, flexores e extensores de joelho e plantiflexores), com duração de 30 segundos por série, totalizando aproximadamente cinco minutos.

Em seguida, os atletas foram instruídos sobre o protocolo de exercício a que seriam submetidos. Todas as possíveis dúvidas foram sanadas antes da realização efetiva do teste, enquanto os atletas realizavam exercício sem carga no ciclo-ergômetro por cinco minutos a aproximadamente 80 rpm, constituindo-se no processo de aquecimento muscular.

A avaliação anaeróbia foi realizada no ciclo-ergômetro *Biotec 2100 AC*, da marca CEFISE, com o software *Ergometric 6.0* para a compilação e análise dos dados. Conforme o protocolo adotado, proposto por Martin *et al.*¹⁹, os avaliados foram submetidos a três séries do Teste de Wingate (TW - 30 segundos de exercício máximo em ciclo-ergômetro com uma carga correspondente a 7,5% da massa corporal do avaliado) intervaladas por dois minutos entre cada série. Todos os participantes receberam incentivo verbal durante a realização das três séries do protocolo de exercício.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de *Shapiro-Wilk* para verificação da normalidade da distribuição, sendo a análise estatística realizada no programa *SPSS 16.0* e estabelecido o nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Para fins de caracterização da amostra em relação às variáveis idade, estatura e massa corporal foi utilizada a estatística descritiva (média e desvio-padrão), sendo que os atletas foram separados conforme as posições táticas em que atuam: goleiros (GL), laterais

(LT), zagueiros (ZG), meio-campistas (MC) e atacantes (AT).

Esta separação por posições táticas também foi utilizada na apresentação das variáveis de desempenho no exercício intermitente. Foram consideradas para análise as seguintes variáveis de cada um dos três TW realizados: (1) Potência Pico, apresentada tanto em valores absolutos (em Watts - W) quanto em valores relativos à massa corporal do atleta (W/kg); (2) Potência Média, também apresentada em valores absolutos e relativos; (3) Índice de Fadiga, apresentado em valores percentuais e calculado pela equação: $[(\text{Potência Pico} - \text{Potência Mínima}) \times 100] \times \text{Potência Pico}^{-1}$ ¹⁶. Utilizou-se a ANOVA de um fator para a comparação entre o desempenho dos atletas das diferentes posições táticas em cada um dos três TW, seguida do *post hoc* de *Tuckey*.

Para a verificação do desempenho do grupo de atletas ao longo do exercício intermitente, optou-se por normalizar os valores de Potência Pico e Potência Média (W/kg), de modo que os valores obtidos pelos atletas na primeira série (TW-1) foram considerados como 100%. Foi utilizada a ANOVA para medidas repetidas seguida do *post-hoc* de *Tuckey* para a verificação da queda percentual de desempenho entre TW-1, TW-2 e TW-3.

Tabela 1. Caracterização da amostra em relação à idade, estatura e massa corporal (média \pm DP)

	Idade	Estat. (m)	MC (kg)
GL (n=3)	15,33 \pm 0,58	1,78 \pm 0,03	70,80 \pm 2,66
LT (n=8)	15,37 \pm 1,06	1,70 \pm 0,03	61,70 \pm 5,11
ZG (n=6)	15,00 \pm 1,26	1,78 \pm 0,05	67,85 \pm 4,86
MC (n=15)	15,40 \pm 0,74	1,70 \pm 0,07	62,19 \pm 8,47
AT (n=3)	16,00 \pm 1,00	1,74 \pm 0,02	68,33 \pm 7,08
Total (n=35)	15,37\pm0,91	1,72\pm0,06	64,17\pm7,32

* GL - Goleiros; LT - Laterais; ZG - Zagueiros; MC - Meio-campistas; AT - Atacantes.

Resultados

A Tabela 1 apresenta os dados de caracterização da população estudada em relação às variáveis: idade, estatura e massa corporal. Os valores encontram-se divididos por posições táticas de jogo e na sua totalidade.

Os valores obtidos pelo grupo de atletas nas variáveis Potência Pico, Potência Média e Índice de Fadiga em cada uma das três séries do Teste de Wingate (TW-1, TW-2 e TW-3) são apresentados na Tabela 2. A

análise estatística demonstrou que não houve diferenças significativas ($p>0,05$) entre as posições táticas em nenhuma das variáveis dentro de cada TW.

Assim, a queda de desempenho durante o exercício intermitente foi estudada utilizando-se os valores percentuais de Potência Pico e Potência Média do total da amostra. Estes valores apresentam um decréscimo

estatisticamente significativa ($p<0,001$) ao longo das três séries do exercício tanto em relação à Potência Pico ($94,11\pm 6,56\%$ no TW-2 e $79,84\pm 10,80\%$ no TW-3) quanto à Potência Média ($84,08\pm 4,95\%$ no TW-2 e $70,77\pm 5,79\%$ no TW-3), como pode ser visualizado na Figura 1.

Tabela 2. Valores (média \pm DP) de Potência Pico, Potência Média e Índice de Fadiga nas três séries do exercício

		Potência Pico		Potência Média		Índice de Fadiga
		W	W/kg	W	W/kg	%
TW-1	GL	737,57 \pm 59,77	10,43 \pm 0,47	580,17 \pm 52,61	8,21 \pm 0,49	41,32 \pm 5,88
	LT	601,09 \pm 59,78	9,85 \pm 0,82	468,65 \pm 47,63	7,67 \pm 0,53	41,20 \pm 9,72
	ZG	718,17 \pm 62,66	10,58 \pm 0,83	549,05 \pm 36,24	8,10 \pm 0,41	41,45 \pm 7,61
	MC	667,69 \pm 111,52	10,70 \pm 0,86	519,51 \pm 80,67	8,33 \pm 0,42	42,95 \pm 8,21
	AT	721,83 \pm 124,78	10,57 \pm 1,15	552,95 \pm 64,10	8,11 \pm 0,44	42,51 \pm 5,65
	Total	671,75 \pm 98,62	10,45 \pm 0,87	521,02 \pm 70,20	8,11 \pm 0,50	42,11 \pm 7,77
TW-2	GL	659,60 \pm 29,88	9,33 \pm 0,58	473,68 \pm 38,67	6,71 \pm 0,51	49,27 \pm 5,48
	LT	593,35 \pm 53,88	9,70 \pm 0,72	403,55 \pm 28,16	6,61 \pm 0,29	53,70 \pm 7,66
	ZG	654,70 \pm 41,56	9,63 \pm 0,20	460,78 \pm 38,56	6,80 \pm 0,47	51,41 \pm 5,01
	MC	622,52 \pm 89,75	9,99 \pm 0,50	428,84 \pm 54,77	6,90 \pm 0,37	50,43 \pm 6,72
	AT	673,53 \pm 89,04	9,87 \pm 0,55	472,97 \pm 58,12	6,93 \pm 1,16	52,90 \pm 3,65
	Total	628,92 \pm 73,34	9,79 \pm 0,52	436,16 \pm 50,28	6,81 \pm 0,37	51,46 \pm 6,26
TW-3	GL	584,23 \pm 48,11	8,27 \pm 0,80	406,97 \pm 42,99	5,77 \pm 0,64	52,81 \pm 5,00
	LT	486,84 \pm 59,01	8,00 \pm 1,04	339,09 \pm 16,39	5,56 \pm 0,27	58,08 \pm 20,83
	ZG	561,43 \pm 50,34	8,28 \pm 0,69	384,68 \pm 34,19	5,68 \pm 0,47	52,70 \pm 6,96
	MC	518,71 \pm 94,58	8,31 \pm 0,88	357,54 \pm 45,94	5,76 \pm 0,42	50,93 \pm 13,16
	AT	617,97 \pm 155,65	8,97 \pm 1,40	412,36 \pm 69,20	6,02 \pm 0,42	60,33 \pm 10,31
	Total	532,87 \pm 89,09	8,29 \pm 0,91	366,91 \pm 45,69	5,73 \pm 0,41	53,84 \pm 13,70

*GL - Goleiros; LT - Laterais; ZG - Zagueiros; MC - Meio-campistas; AT - Atacantes.

Discussão

O protocolo de avaliação adotado propicia uma gama maior de informações em comparação ao protocolo clássico de apenas uma série do TW. As três séries tornam tal procedimento de avaliação consideravelmente mais fatigante ao atleta. Porém, além do desempenho atribuído predominantemente ao metabolismo anaeróbio do TW, o procedimento adotado permite observar a capacidade de recuperação entre as séries do exercício máximo, aproximando-se mais da característica intermitente do esporte.

Conforme destacado na Figura 1, a Potência Pico e a Potência Média apresentaram decréscimo percentual significativo ao longo dos três TW. A variável Potência Pico representa a maior potência mecânica gerada no teste, normalmente ocorrendo nos primeiros cinco segundos do TW e sendo oriunda predominantemente do sistema ATP-CP (anaeróbio láctico) com alguma

contribuição do sistema glicolítico (anaeróbio alático). A Potência Média representa a média de potência mecânica gerada nos 30 segundos do TW, estando relacionada principalmente as vias anaeróbias com alguma participação do sistema oxidativo (aeróbio).

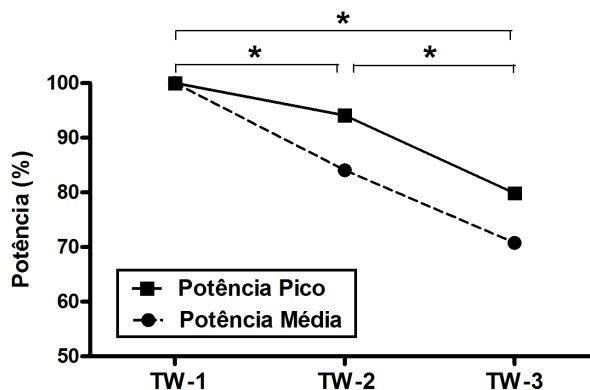


Figura 1. Queda percentual de Potência Pico e Potência Média nas três séries do Teste de Wingate (* $p<0,001$)

Mudanças nos substratos energéticos e na concentração de lactato têm sido utilizadas para demonstrar que o TW é realizado com base em fontes anaeróbias¹⁶. Os cálculos de Beneke *et al.*⁶ apontam para contribuições de 18,6% do metabolismo aeróbio, 31,1% do sistema ATP-CP e 50,3% do sistema glicolítico na realização de uma única série de TW. Mesmo sabendo-se que a contribuição de cada um dos sistemas energéticos é diferente conforme o sexo¹⁵ e o tipo de treinamento a que o indivíduo é submetido¹³, a fonte energética predominante no TW é certamente proveniente do metabolismo anaeróbio.

Apesar de poucos trabalhos analisarem as fontes metabólicas relacionadas a protocolos de exercício intermitente como o utilizado no presente estudo, a participação do metabolismo aeróbio parece ser incrementada a partir da segunda série de TW, havendo um decréscimo no fornecimento de energia via glicólise nas séries subsequentes²². Utilizando protocolo de teste idêntico ao do presente estudo, Martin *et al.*¹⁹ observaram valores pós-exercício próximos a 12 mmol.L⁻¹ em ciclistas de elite. Greer *et al.*¹⁴ submeteram indivíduos fisicamente ativos a quatro séries de TW intervaladas por quatro minutos e verificaram que, com a diminuição da contribuição da via glicolítica, a contribuição aeróbia aumentava significativamente no segundo (49,8%), terceiro (48,6%) e quarto TW (47,2%) em relação ao primeiro (38,4%). Franchini *et al.*¹², avaliando judocas submetidos a quatro séries do TW adaptado para membros superiores intervaladas por três minutos, também observaram incremento da contribuição aeróbia nas séries subsequentes.

Com base nos aspectos supracitados, a queda de desempenho verificada no presente estudo corrobora resultados já reportados na literatura^{12,14}, e parece estar relacionada com a diminuição da utilização do metabolismo anaeróbio, sendo que o aumento da contribuição aeróbia mostra-se insuficiente para garantir a manutenção do desempenho nos TW subsequentes. Sugere-se ainda que o tempo de intervalo de dois minutos entre os TW não seja adequado para o restabelecimento

dos estoques de CP e das concentrações de glicogênio muscular. Assim, a queda de desempenho é atribuída à fadiga muscular, um fenômeno multifacetado caracterizado pela incapacidade na geração ou manutenção de um determinado nível de força¹⁰. Esse prejuízo é transitório, durando minutos ou horas após o exercício, podendo ter duração prolongada, como vários dias, na presença de dano muscular induzido pelo exercício. Os prejuízos de curta duração observados no presente estudo resultam de distúrbios metabólicos intramusculares decorrentes do exercício de alta intensidade²⁵.

Não foi encontrado trabalho algum que utilizasse o protocolo de avaliação do presente estudo e apresentasse os dados referentes às três séries. Conforme recomendado por Bar-Or⁴ e Inbar *et al.*¹⁶, a comparação entre indivíduos de massas corporais diferentes deve ser realizada utilizando-se os valores normalizados pela massa corporal dos mesmos. Assim, apesar de os indivíduos fisicamente ativos do estudo de Greer *et al.*¹⁴ apresentarem valores de Potência Média superiores aos do presente estudo (768 W, 678 W, 633 W e 614±30 W em quatro TW intervalados por quatro minutos), comparações tornam-se limitadas pelo fato de os autores não apresentarem dados em valores normalizados pela massa corporal dos sujeitos (média de 82,20 kg comparada a 64,17 kg do presente estudo) e pelos diferentes tempos de intervalo entre as séries utilizados nos dois trabalhos.

Tal qual verificado no presente estudo, a literatura não tem evidenciado diferenças entre atletas de futebol de posições táticas distintas quando valores são normalizados pela massa corporal^{1,20}. Entretanto, acredita-se que a disparidade do número de sujeitos entre os grupos e o número reduzido de atletas em alguns deles (goleiros e atacantes, principalmente) limitam as comparações e podem estar relacionados a não verificação de diferenças estatisticamente significantes entre as posições táticas.

Com relação à capacidade anaeróbia em adolescentes na faixa etária dos 16 anos, Beneke *et al.*⁵ encontraram resultados similares aos do presente estudo

(11,5 W.kg⁻¹ para Potência Pico e 8,9 W.kg⁻¹ para Potência Média), enquanto Nindl *et al.*²¹ verificaram os respectivos valores de 9,1 W.kg⁻¹ e 7,2 W.kg⁻¹. Armstrong *et al.*² observaram que a massa corporal e o percentual de gordura influenciam significativamente nos valores obtidos em relação à Potência Pico e Potência Média, enquanto a idade exerce um efeito positivo, porém não-linear, demonstrando que o crescimento e a maturidade sexual possuem um importante papel no desenvolvimento do metabolismo anaeróbio, conforme já exposto por Falgairette *et al.*¹¹. Assim, é importante que as variáveis massa corporal, percentual de gordura, idade e maturidade sexual sejam levadas em consideração em avaliações de equipes de base, visto que influenciam diretamente nos resultados e podem, inclusive, justificar consideráveis diferenças de desempenho entre atletas de uma mesma categoria.

Conclusões

O presente estudo vem a preencher uma lacuna na literatura científica quanto à capacidade anaeróbia de atletas adolescentes de futebol do sexo masculino, particularmente relacionada ao Teste de Wingate. Entretanto, tendo em vista a influência de fatores como idade e maturidade biológica sobre os resultados, ressalta-se a necessidade de mais estudos que englobem atletas adolescentes com faixas etárias inferiores e superiores aos deste trabalho.

Salienta-se que o protocolo de exercício intermitente utilizado constitui-se em uma ferramenta útil na avaliação da capacidade anaeróbia, fornecendo aos avaliadores uma gama maior de dados que o TW tradicional. Espera-se que os valores reportados possam servir de base tanto para pesquisadores em estudos futuros quanto para treinadores e preparadores físicos na prescrição e no monitoramento de programas de treinamento.

Referências

1. Al-Hazzaa HM, Almuzini KS, Al-Refae SA, Sulaiman MA, Dafterdar MY, Al-Ghamedi A, Al-Khuraiji KN. Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite

soccer players. **J Sports Med Phys Fitness** 2001;41:54-61.

2. Armstrong N, Welsman JR, Chia MY. Short term power output in relation to growth and maturation. **Br J Sports Med** 2001;35:118-124.

3. Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer: With special reference to intense physical exercise. **Acta Physiol Scand Suppl** 1994;619:1-155.

4. Bar-Or O. The Wingate anaerobic test: An update on methodology, reliability and validity. **Spots Med** 1987;4:381-394.

5. Beneke R, Hütler M, Jung M, Leithäuser R. Modeling the blood lactate kinetics at maximal short-term exercise conditions in children, adolescents, and adults. **J Appl Physiol** 2005;99:499-504.

6. Beneke R, Pollmann C, Bleif I, Leithäuser RM, Hütler M. How anaerobic is the Wingate Anaerobic Test for humans? **Eur J Appl Physiol** 2002;87:388-392.

7. Bulbulian R, Jeong J-W, Murphy M. Comparison of anaerobic components of the Wingate and critical power tests in males and females. **Med Sci Sports Exerc** 2001;28:1336-1341.

8. Denadai BS, Guglielmo LGA, Denadai MDR. Validade do Teste de Wingate para a Avaliação da Performance em Corridas de 50 e 200 Metros. **Motriz** 1997;3:89-94.

9. Dotan R, Bar-Or O. Load optimization for the Wingate Anaerobic Test. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol** 1983;51:409-417.

10. Enoka RM, Duchateau J. Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. **J Physiol** 2008;586:11-23.

11. Falgairette G, Bedu M, Fellmann N, Van-Praagh E, Coudert J. Bio-energetic profile in 144 boys aged from 6 to 15 years with special reference to sexual maturation. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol** 1991;62:151-156

12. Franchini E, Takito MY, Bertuzzi RCM, Dal'Molin Kiss MAP. Solicitação Fisiológica e Metabólica do Exercício Intermitente Anaeróbio com Membros Superiores. **Motriz** 2003;9:33-40.

13. Granier P, Mercier B, Mercier J, Anselme F, Préfaut C. Aerobic and anaerobic contribution of Wingate test performance in sprint and middle-distance runners. **Eur J Appl Physiol** 1995;70:58-65.

14. Greer F, McLean C, Graham TE. Caffeine, performance, and metabolism during repeated Wingate exercise tests. **J Appl Physiol** 1998;85:1502-1508.

15. Hill DW, Smith JC. Gender difference in anaerobic capacity: role of aerobic contribution. **Br J Sports Med** 1993;27:45-48.

16. Inbar O, Bar-Or O, Skinner JS. **The Wingate anaerobic test**. Champaign, IL: Human Kinetics. 1996.

17. Junge A, Dvorak J. Soccer injuries: a review on incidence and prevention. **Sports Med** 2004;34:929-938.

18. Kalinski MI, Norkowski H, Kerner MS, and Tkaczuk WG. Anaerobic Power Characteristics of Elite Athletes in National Level Team-Sport Games. **Eur J Sport Sci** 2002;2:1-21.
19. Martin NA, Zoeller RF, Robertson RJ, Lephart SM. The comparative effects of sports massage, active recovery, and rest in promoting blood lactate clearance after supramaximal leg exercise. **J Athl Training** 1998;33:30-35.
20. McIntyre MC, Hall M. Physiological profile in relation to playing position of elite college Gaelic footballers. **Br J Sports Med** 2005;39:264-266.
21. Nindl BC, Mahar MT, Harman EA, Patton JF. Lower and upper body anaerobic performance in male and female adolescent athletes. **Med Sci Sports Exerc** 1995;27:235-241.
22. Spencer M, Bishop D, Dawson B, Goodman C. Physiological and Metabolic Responses of Repeated-Sprint Activities. Specific to Field-Based Team Sports. **Sports Med** 2005;35:1025-44.
23. Sposa E, Perez HR, Wygand JW, Moruzzi R. Optimal resistance loading of Wingate Power Testing in soccer players. **Med Sci Sports Exerc** 1987;19:S73.
24. Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of Soccer. An Update. **Sports Med** 2005;35:501-536
25. Westerblad H, Allen DG, Lannergren J. Muscle fatigue: lactic acid or inorganic phosphate the major cause? **News Physiol Sci** 2002;17:17-21.
26. Wisloff U., Helgerude, J., Hoff, J. Strength and endurance of elite soccer players. **Med Sci Sports Exerc** 1998;30:462-467.
27. Wragg CB, Maxwell NS, Doust JH. Evaluation of the reliability and validity of a soccer-specific field test of repeated sprint ability. **Eur J Appl Physiol** 2000;83:77-83.