

DIFERENÇAS NA PRODUÇÃO DE POTÊNCIA EM EXERCÍCIO INTERMITENTE MÁXIMO DE CURTA DURAÇÃO APÓS DOIS PROTOCOLOS DE AQUECIMENTOCarlos Henrique Pereira¹, Ericson Pereira¹**RESUMO**

Na falta de evidências para suportar o uso do alongamento estático antes da atividade física para o aumento do desempenho, as pesquisas se voltaram para investigar a influência dos procedimentos de aquecimento, que buscam preparar o organismo para uma atividade física de maior intensidade. Esses resultados têm contribuído para a compreensão do efeito de diversos protocolos de aquecimento no desempenho esportivo. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi comparar o desempenho em exercício intermitente de curta duração após a aplicação de dois protocolos de aquecimento. Participaram do estudo oito sujeitos fisicamente ativos do sexo masculino. O teste intermitente consistiu na execução de dez blocos de seis segundos de esforço máximo em cicloergômetro com carga de 7,5 % do peso corporal, intercalados com 30 segundos de pausa passiva. Os sujeitos realizaram dois protocolos de aquecimento em cicloergômetro de forma randômica. O protocolo de aquecimento A consistiu de um exercício intermitente de cinco minutos, com três sprints de seis segundos, com carga progressiva. O protocolo de aquecimento B constituiu numa atividade contínua de cinco minutos a 60 rpm. O teste de Shapiro-Wilk foi realizado para verificar a normalidade dos dados. Após, foram utilizados os testes t e teste de Wilcoxon de acordo com a distribuição dos dados. Houveram diferenças significativas a favor do aquecimento A na maior potência gerada durante o teste e para os três primeiros blocos de esforço. Portanto, conclui-se que a escolha do protocolo de aquecimento influencia o desempenho em exercícios intermitentes de curta duração.

Palavras-chave: exercício de aquecimento, exercício físico, desempenho

ABSTRACT**Power production in intermittent exercise of short term after two protocols of heating**

In the absence of evidence to support the use of static stretching to increase the physical performance the research turned to the warm-up procedures, which aims to prepare the body for more intense physical activity. The results of this study may contribute to the understanding of the effect of various warm-up protocols on exercise performance. The aim of this study was to compare the intermittent exercise performance two warm-up protocols. Eight physically active male subjects participated of this study. The intermittent exercise involved ten all-out 6-s cycling sprints on a cycle ergometer, loaded to 7,5% of body weight, interspersed with 30 seconds of passive recovery. The warm-up protocol A involved a intermittent warmup, five minutes, with three all-out six seconds and increasing work rate. The warmup protocol B involved five minutes of continuous exercise. Shapiro-Wilk normality test was used, after Shapiro-Wilk test, T-test and the Wilcoxon test was used according to data distribution. There were significant differences in favor of warm-up protocol A in the higher power generated during the test and for the first three blocks of effort. These results suggest that performance during short bout of high-intensity intermittent exercise is influenced by warm-up type.

Key words: warm-up exercise, physical exercise, performance

1 - Pontifícia Unversidade Católica do Paraná PUCPR

Endereço para Correspondência:

Carlos Henrique Pereira

Rua Isac de Oliveira, 185.

Uberaba – Curitiba, PR - Brasil

CEP: 81570-090

E-mail: henrique_edf@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Na falta de evidências apontando o alongamento pré exercício como benéfico ao desempenho desportivo, como mostram os estudos de Cramer e colaboradores (2005) que relataram haver uma diminuição na produção de força e ativação muscular como efeito agudo do alongamento estático e o de Marek e colaboradores (2005) que concluíram que tanto o alongamento estático como o alongamento de facilitação neuro-proprioceptiva causam déficits na força e ativação muscular em baixas e altas velocidades, as pesquisas se voltaram a investigar os procedimentos de aquecimento (Faigenbaum e colaboradores, 2006).

O aquecimento ativo é comumente praticado antes de uma atividade esportiva e parece ser essencial para a prevenção de lesões e melhorias no desempenho esportivo (Girard, Carbonnel e Candau, 2009). Os benefícios fisiológicos do aquecimento estão relacionados com a temperatura corporal (Foss e Keteyian, 2000; Astrand e Rodahl, 1980). Existe um acordo entre os fisiologistas de que o aumento da temperatura muscular, dentro dos limites fisiológicos, melhora sua eficiência (Reidman, 1950; citado por Elbel e Mikols, 1972).

Segundo McArdle, Katch e Katch (2002), os diversos mecanismos pelos quais o aquecimento pode aprimorar o desempenho esportivo são: músculos aquecidos podem contrair e relaxar com maior velocidade; maior economia do movimento; utilização do oxigênio facilitado, pois a hemoglobina libera oxigênio mais prontamente em temperaturas elevadas; transmissão nervosa e metabolismo celular facilitados e maior fluxo sanguíneo. Powers e Howley (2005), ainda citam que o aquecimento pode “reduzir o déficit de oxigênio no início do trabalho, diminuir a razão da troca respiratória ou provocar um desvio favorável no limiar de lactato”. Hill (1927) citado por Astrand e Rodahl (1980), mostra que a velocidade de transmissão nervosa ocorrem oito vezes mais rápida no corpo humano do que no corpo de uma rã. Pois, tendo o corpo humano uma temperatura muito mais alta do que o de uma rã, mostra com isso que a temperatura corporal é um fator que influencia na transmissão nervosa.

A influência do aquecimento na atividade eletromiográfica e no desempenho esportivo em plataforma de força foram investigados por Stewart, Macaluso e De Vito (2003). Os autores observaram que após o aquecimento ativo havia uma maior ativação eletromiográfica e maiores desempenhos de potência. Assim, uma maior temperatura corporal permitia maiores velocidades de contração.

Temperaturas mais altas ainda podem causar um desvio da curva de dissociação da oxiemoglobina para a direita, isso significa que altas

temperaturas favorecem o descarregamento de oxigênio nos músculos (Powers e Howley, 2005).

Várias atividades esportivas são de natureza intermitente (Wadley e Rossignol, 1998), caracterizadas por vários períodos de curta duração e alta intensidade alternados com períodos de baixa intensidade ou sem atividade (Matsushigue e colaboradores, 2007), tendo as atividades de alta intensidade uma duração média de 4 a 7 segundos (Glaister, 2005).

Embora pareça haver um acordo entre os fisiologistas sobre os benefícios fisiológicos do aquecimento, as pesquisas ainda apresentam resultados conflitantes. Desta forma, o presente estudo tem como objetivo comparar a influência de dois protocolos de aquecimento no desempenho de uma atividade intermitente máxima.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

Participaram do estudo oito sujeitos do sexo masculino fisicamente ativos, com idade média de $31,3 \pm 5,7$ anos e massa corporal média de $69,0 \pm 10,2$ kg. Os procedimentos se iniciaram após a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUCPR sob o nº 0003431/09.

Antes de iniciarem os testes os sujeitos foram informados dos propósitos da pesquisa e dos procedimentos aos quais seriam submetidos e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Todos os procedimentos foram realizados no laboratório de Fisiologia do exercício do curso de Educação Física da PUCPR.

Coleta de dados

No primeiro dia de teste, foi determinada a massa corporal para definição da carga de esforço, a qual foi mantida nos dois testes. Em seguida, os participantes realizaram randômicamente um dos protocolos de aquecimento antes do teste intermitente máximo em um cicloergômetro (Cefise, Nova Odessa, Brasil) juntamente com o software Ergometric 6.0 (Cefise, Nova Odesa, Brasil), que possibilita a aquisição de dados diretamente do cicloergômetro, o software permite o monitoramento do ritmo de pedaladas, calcula instantaneamente os valores de Potência Absoluta (watts), Potência Relativa (watts/kg), RPM do pedal e velocidade em km/h. No segundo dia de teste os sujeitos realizaram o protocolo de aquecimento diferente do realizado no primeiro teste e em seguida repetiram o teste de esforço, o intervalo do primeiro para o segundo dia de teste era de no mínimo três dias e no máximo 15 dias.

Protocolos de aquecimento

O protocolo de aquecimento A tinha duração total de cinco minutos e consistia em pedalar três minutos com uma carga de 0,5 kp a uma frequência de 60 rotações por minuto (rpm) seguido de três sprints máximos de seis segundos com carga igual a 1,5 kp, 2,5 kp e 3,5 kp, respectivamente. O intervalo entre os sprints era de 30 segundos com carga igual a 0,5 kp a uma frequência de 60 rpm, terminando com 48 segundos a 60 rpm também a uma carga de 0,5 kp. O protocolo de aquecimento B consistia em apenas pedalar durante cinco minutos com uma carga de 0,5 kp a uma frequência de 60 rpm, sendo a sequência destes aquecimentos aleatória entre os sujeitos.

Teste intermitente

Após o aquecimento foi realizado um descanso passivo de quatro minutos e em seguida, afim de avaliar a influência dos protocolos de aquecimento no exercício intermitente máximo, os sujeitos realizaram um teste de esforço que consistia em pedalar na maior velocidade possível dez blocos de esforço de seis segundos de duração com carga igual a 7,5 % da massa corporal com intervalo de descanso passivo de 30 segundos. O teste de esforço utilizado foi igual ao utilizado por Signorile, Ingalls e Tremblay (1993), que utilizou seis segundos de esforço com 30 segundos de

intervalo entre as séries, protocolo este considerado por Bishop e colaboradores (2008), como específico para situações de esportes coletivos.

Análise de dados

Para a análise dos dados, verificou-se a normalidade da distribuição dos valores por meio do Teste de Shapiro-Wilk. Após essa verificação, optou-se pelos procedimentos estatísticos paramétricos e não-paramétricos (as variáveis dos blocos de esforço dois, três e maior potência não apresentaram distribuição normal).

A comparação dos valores de ambos os tipos de aquecimentos que apresentaram distribuição normal foi realizada pelo teste t de medidas repetidas (análise paramétrica). Para a comparação dos valores de ambos os tipos de aquecimentos que não apresentaram distribuição normal foi realizada pelo teste estatístico de Wilcoxon (análise não-paramétrica).

O nível de significância foi mantido em 5 % e os dados analisados no software SPSS 15.0.

RESULTADOS

Foram verificadas diferenças significativas na potência de pico nos blocos de esforço um, dois, três e maior potência gerada em favor do aquecimento A. Nos demais blocos não houve diferença estatisticamente significativa.

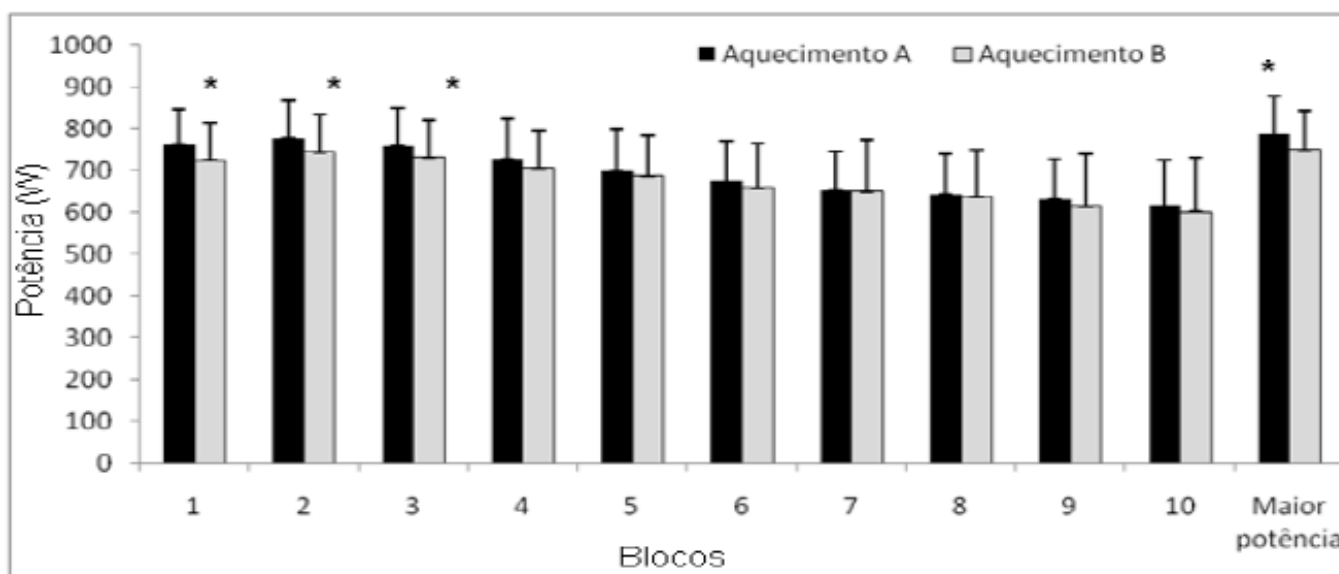


Figura 1. Valores de potência de pico em cada bloco de esforço após ambos os aquecimentos.

Tabela 1. Valores de potência em cada bloco de esforço após ambos os aquecimentos.

Potência	Aquecimento A	Aquecimento B	Valor de p
Bloco de esforço 1	760,9±84,7	723,2±92,3	<0,01
Bloco de esforço 2	778,2±90,4	744,6±87,4	<0,01
Bloco de esforço 3	758,8±90,0	731,7±89,7	0,03
Bloco de esforço 4	727,3±95,9	707,4±88,5	0,18
Bloco de esforço 5	699,7±99,3	686,0±97,1	0,36
Bloco de esforço 6	672,9±97,4	659,8±106,0	0,37
Bloco de esforço 7	651,3±93,6	649,9±123,9	0,92
Bloco de esforço 8	642,5±98,1	636,7±112,2	0,54
Bloco de esforço 9	629,9±95,8	615,5±123,2	0,32
Bloco de esforço 10	616,7±105,4	601,2±127,6	0,42
Maior potência	785,3±90,6	750,7±90,7	<0,01

DISCUSSÃO

Os protocolos utilizados no estudo possuíam características diferentes sendo o aquecimento A realizado de forma intermitente com carga progressiva enquanto o aquecimento B foi realizado de forma contínua. Os resultados encontrados indicam que o desempenho em exercício intermitente máximo de curta duração é afetado positivamente com o aquecimento cujo protocolo exigia o acréscimo de carga, com a maior potência gerada apresentando-se após o aquecimento A. Resultados similares foram encontrados no estudo de Bishop, Bonetti e Spencer (2003), que compararam o desempenho em um teste supramáximo em um ergômetro de kayak após dois protocolos de aquecimento. No estudo supracitado o aquecimento realizado de forma intermitente, com dez sprints em alta intensidade, conduziu a um maior desempenho na potência máxima quando comparado ao aquecimento realizado de forma contínua. Batista e colaboradores (2007), concluem que o exercício intermitente é um meio efetivo de produzir a potencialização pós ativação, fenômeno caracterizado pelo aumento da força pós uma contração prévia. Entretanto o estudo supracitado utilizou como instrumento de aquecimento um dinamômetro isocinético de extensão de joelho.

Outros estudos indicam que o aquecimento realizado com acréscimo de carga afeta positivamente o desempenho esportivo como mostram Faigenbaum e colaboradores (2006), onde em seu estudo com atletas escolares do sexo feminino obteve ganhos no desempenho do salto vertical e salto horizontal após a utilização de um protocolo de aquecimento com acréscimo de carga feito com o uso de coletes com peso quando comparado com o aquecimento sem acréscimo de carga e com o alongamento estático. Thompson e colaboradores (2007), também observaram que o desempenho em exercícios de saltos vertical e horizontal foram maiores após o aquecimento com

protocolos com aumento de carga através de colete com pesos do que em protocolos de aquecimento que envolviam bicicleta estacionária e alongamento estático. Burkett e colaboradores (2005) citados por Faigenbaum e colaboradores (2006), também concluíram que há uma melhora no desempenho de saltos com aquecimentos com incrementos da carga.

Os resultados do presente estudo também podem estar relacionados a uma maior temperatura corporal alcançada pelo acréscimo da intensidade do aquecimento A, uma vez que de acordo com Gant e Colaboradores (2004) e McArdle, Katch e Katch (2002), a medida com que a intensidade do exercício aumenta a temperatura corporal também aumenta. O aquecimento A é uma forma de exercício intermitente com intervalos ativos. O exercício intermitente, comparado com o exercício contínuo, é associado com um maior aumento na temperatura corporal (Cable e Bullock, 1996; Kranning e Gonzales, 1991; citado por Gregson e colaboradores, 2005). As maiores temperaturas alcançadas pelo aquecimento permitem maiores velocidades de contração, o que resulta em uma maior ativação eletromiográfica e maior produção de potência em plataforma de força segundo Stewart, Macaluso e De Vito (2003).

O fato do aquecimento B ser menos intenso pode também explicar as diferenças no desempenho entre os dois protocolos de aquecimento. De acordo com Bishop (2003), o aquecimento ativo pode não melhorar o desempenho de atividades de curta duração quando o aquecimento é de intensidade baixa uma vez que intensidades baixas não elevam suficientemente a temperatura muscular.

Houveram diferenças estatisticamente significativas a favor do aquecimento A durante os 3 primeiros blocos de esforço. Entretanto, durante os últimos blocos de esforço não foi possível manter altas taxas de potência, não havendo diferenças estatisticamente significativas entre os protocolos de

aquecimento. Desta forma, embora o aquecimento A tenha aumentado o desempenho de potência o mesmo não se mostrou influente na resistência a fadiga. Esses resultados se mostram similares ao encontrados por Wittekind e Beneke (2009), que mostraram que o aquecimento que incluía acréscimos de intensidade através das passadas da corrida não contribuíram para o tempo de exaustão em um teste a 105 % VO₂ máx.

Os exercícios de aquecimento podem interferir na cinética do VO₂ (Koppo e Bouckaert, 2001) diminuindo o componente lento do VO₂. Entretanto, essa diminuição segundo Koppo e Bouckaert (2003), parece não afetar positivamente o desempenho de exercícios até a exaustão, os mesmos resultados foram encontrados no estudo de Carter e colaboradores (2005). A influência do aquecimento sobre o desempenho de exercício intermitente prolongado (30 segundos de corrida a 90% do VO₂ máx com 30 segundos de intervalo até a fadiga) foi investigado por Gregson e colaboradores (2005), e concluíram que o aquecimento prévio, realizado a 70% do VO₂ máx até a temperatura retal chegar a 38° C, diminuía o tempo para exaustão, ou seja, os indivíduos chegavam a exaustão antes. Apesar dos resultados encontrados serem similares nenhum dos estudos citados investigou parâmetros de fadiga com protocolos similares ao do presente estudo, necessitando, dessa forma, de mais estudos sobre o tema.

CONCLUSÃO

O aquecimento tem influência positiva na produção de potência em exercícios intermitentes de curta duração. O protocolo de aquecimento que exigia aumentos progressivos de carga mostrou diferenças significativas nos três primeiros blocos de esforço e na maior potência gerada durante o teste intermitente máximo. Entretanto, nos últimos blocos de esforço os dois aquecimentos não se mostraram estatisticamente diferentes. Embora a revisão de literatura tenha mostrado resultados semelhantes mais estudos são necessários para analisar a influência do aquecimento na modelagem matemática sobre a resposta de produção de potência em exercício intermitente máximo de curta duração.

REFERÊNCIAS

- 1 - Astrand, P. O.; Rodahl, K. Tratado de fisiologia do exercício. 2 Ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.
- 2 - Batista, M.A.B.; Ugrinowitsch, C.; Roschel, H.; Lotufo, R.; Ricard, M.D.; Tricoli, V.A. A. Intermittent exercise as a conditioning activity to induce postactivation potentiation. *Journal Of Strength And Conditioning Research*. Vol. 21. Num. 3. 2007. p. 837-840
- 3 - Bishop, D. Performance Changes Following Active Warm Up and How to Structure the Warm Up. *Sports Med*. Vol. 33. Num. 7. 2003. 483-498.
- 4 - Bishop, D.; Bonetti, D.; Spencer, M. The effect of an intermittent, high intensity warm up on supramaximal kayak ergometer performance. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 21. 2003. p. 13-20.
- 5 - Bishop, D.; Dascombe, B.; Dawson, B.; Goodman, C.; Spencer, M. Performance and metabolism in repeated sprint exercise: effect of recovery intensity. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 103. 2008. p. 545-552.
- 6 - Carter, H.; Grice, Y.; Dekerle, J.; Brickley, G.; Hammond, A.J.; Pringle, J.S. Effect of prior exercise above and below critical power on exercise to exhaustion. *Med Sci Sports Exerc*. Vol. 37. Num. 5. 2005. 775-781.
- 7 - Cramer, J.T.; Housh, J.T.; Weir, J.P.; Johnson, G. O.; Coburn, J.W.; Beck, T.W. The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanomyography. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 93. 2005. p. 530-539.
- 8 - Elbel, E.R.; Mikols, W.J. The Effects of Passive or Active Warm-Up upon Certain Physiological Measures. *Int. Z. angew. Physiol*. 1972.
- 9 - Faigenbaum, A.D.; McFarland, J.E.; Schwerdtman, J. A.; Ratamess, N.A.; Kang, J.; Hoffman, J.R. Dynamic Warm-Up Protocols, With and Without a Weighted Vest, and Fitness Performance in High School Female Athletes. *Journal of Athletic Training*. Vol. 41. Num. 4. 2006. p. 357-363.
- 10 - Foss, M.L.; Keteyian, S.J. *Fox bases fisiológicas do exercício e do esporte*. 6ªEd. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- 11 - Gant, N.; Williams, C.; King, J.; Hodge, B. Thermoregulatory responses to exercise: relative versus absolute intensity. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 22. 2004. p. 1083-1090.
- 12 - Girard, O.; Carbonnel, Y.; Candau, M.G. Running versus strength-based warmup: acute effects on isometric knee extension function. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 106. 2009. p. 573-581.
- 13 - Glaister, M. Multiple Sprint Work Physiological Responses, Mechanisms of Fatigue and the Influence of Aerobic Fitness. *Sports Med*. Vol. 35. Num. 9. 2005. p. 757-777.
- 14 - Gregson, W.A.; Batterham, A.; Drust, B.; Able, N.

T. The influence of pre-warming on the physiological responses to prolonged intermittent exercise. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 23. Num. 5. p. 455-464.

15 - Koppo, K.; Bouckaert, J. The Decrease in the $\dot{V}O_2$ Slow Component Induced by Prior Exercise Does Not Affect the Time to Exhaustion. *Int J Sports Med*. Vol. 23. 2002. p. 262-267.

16 - Koppo, K.; Bouckaert, J. The Effect of Prior High-Intensity Cycling Exercise on the $\dot{V}O_2$ Kinetics During High-Intensity Cycling Exercise is Situated at the Additional Slow Component. *Int J Sports Med*. 2001.

17 - Marek, S.M.; Cramer J.T.; Fincher, A.L.; Massey, L.L.; Dangelmaier, S.M.; Purkayastha, S.; Fitz, K. A.; Culbertson, J.Y. Acute Effects of Static and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Muscle Strength and Power Output. *Journal of Athletic Training*. Vol. 40. Num. 2. 2005. p. 94-103.

18 - Matsushigue, K.; Schneck, H.; Hoianaski, L.; Franchini, E. Desempenho em Exercício Intermitente Máximo de Curta Duração: Recuperação Ativa vs Passiva. *Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum*. Vol. 9. Num. 1. 2007. 37-43.

19 - McArdle, W. D.; Katch, F. I.; Katch, V. L. *Fundamentos de fisiologia de exercício*. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

20 - Powers, S.K.; Howley, E.T. *Fisiologia do exercício*. 5ª Ed. Barueri: Manole, 2005.

21 - Signorile, J.F.; Ingalls, C.; Tremblay L.M. The effects of active and passive recovery on short-term, high intensity power output. *Can. J. Appl. Physiol*. Vol. 18. Num. 1. 1993. p. 31-42.

22 - Stewart, D.; Macaluso, A.; De Vito, G. The effect of an active warm-up on surface EMG and muscle performance in healthy humans. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 89. 2003. p. 509-513.

23 - Thompsen, A.G.; Kackley, T.; Palumbo, M.A.; Faigenbaum, A.D. Acute effects of different warm-up protocols with and without a weighted vest on jumping performance in athletic women. *J Strength Cond Res*. Vol. 21. Num. 1. 2007. p. 52-56.

24 - Wadley, G.; Le Rossignol, P. The Relationship Between Repeated Sprint Ability and the Aerobic and Anaerobic Energy Systems. *Journal of Science and Medicine in Sport* (1998) 1(2): 100-110.

25 - Wittekind, A.L.; Beneke, R. Effect of warm-up on run time to exhaustion. *Journal of Science and Medicine in Sport*. Vol. 12. 2009. p. 480-484.