
Bacharelado em Educação Física

Cynthia Denadai da Silva

**Efeitos do exercício aeróbio prévio sobre a
taxa de desenvolvimento de força em
indivíduos ativos**



Rio Claro
2008

CYNTHIA DENADAI DA SILVA

**EFEITOS DO EXERCÍCIO AERÓBIO PRÉVIO SOBRE A TAXA DE
DESENVOLVIMENTO DE FORÇA EM INDIVÍDUOS ATIVOS**

Orientador: Fabrizio Caputo

Co-orientador: Anderson de Souza Castelo Oliveira

Supervisor: Camila Coelho Greco

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Biociências da
Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho" - Câmpus de Rio Claro,
para obtenção do grau de Bacharel em
Educação Física.

Rio Claro
2008

617.1027 Silva, Cynthia Denadai da
S586e Efeitos do exercício prévio sobre a taxa de
desenvolvimento de força em indivíduos ativos / Cynthia
Denadai da Silva. - Rio Claro: [s.n.], 2008
12 f. : il., tabs.

Trabalho de conclusão (bacharelado – Educação Física) –
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de
Rio Claro

Orientador: Fabrizio Caputo

Co-orientador: Anderson De Souza Castelo Oliveira

1. Educação física. 2. Contração concêntrica. 3.
Velocidade angular. 4. Fadiga. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

AGRADECIMENTOS:

Em primeiro lugar, os meus pais que me permitiram sonhar e escolher meus caminhos, não medindo esforços e dedicação. Agradeço pelo amor incondicional e imensurável e também pelo forte abraço em cada chegada e pelas lágrimas de cada despedida.

Aos meus orientadores: Prof. Denadai pelas infinitas possibilidades e caminhos que me proporcionou além do cuidado e exemplo profissional, Prof. Camila que além de orientar minha caminhada acadêmica tornou-se uma grande amiga e conselheira para a toda a vida, ao Prof. Fabrizio que mesmo distante e ocupado com as mudanças ocorridas em sua vida sempre arrumou um tempinho para me ajudar e participar de minha formação.

Ao meu querido irmão Renato que com toda sua alegria sempre me apoiou e torceu por minhas vitórias e minha felicidade.

A minha avó pelas horas de oração dedicadas em meu favor e ao meu avô por toda torcida.

A minha grande amiga Tatiana Leite que no momento mais difícil e de fraqueza renovou meus sonhos e minhas forças para não me deixar desistir. Além de me proporcionar uma enorme experiência em sua academia, me deu oportunidade de conhecer pessoas maravilhosas que de alguma maneira hoje fazem parte da minha vida.

Ainda gostaria de agradecer meu namorado Rubinho, alguém muito especial que com todo seu carinho e amor, sempre ficou ao meu lado me dando forças para nunca me afastar ou desistir dos meus verdadeiros sonhos.

Por fim, a todos os meus amigos da faculdade, que de alguma forma sempre ficarão nas lembranças desse tempo maravilhoso.

... À Deus pelo dom da vida...

“Que a arte nos aponte uma resposta,
Mesmo que ela não saiba

E que ninguém a tente complicar
Por que é preciso simplicidade para ela florescer.

Por que metade de mim é a Platéia
E a outra metade é a canção”

(Metades- Oswaldo Montenegro)

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar os efeitos da corrida contínua realizada a 95% da velocidade correspondente ao limiar anaeróbio (LAn) no torque máximo concêntrico (TMC) e na taxa de desenvolvimento de força (TDF) dos extensores do joelho analisados em diferentes velocidades de contração em indivíduos ativos. Quinze indivíduos do gênero masculino (Idade = $22 \pm 2,6$ anos, Massa corporal = $79,6 \pm 10,3$ kg, Estatura = $173,8 \pm 27,9$ cm) participaram deste estudo. Primeiramente, os sujeitos realizaram um teste incremental até a exaustão voluntária para determinar a velocidade correspondente ao LAn e do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}). Posteriormente, os sujeitos realizaram em diferentes dias e em ordem randômica 5 contrações isocinéticas máximas concêntricas para os extensores do joelho em duas velocidades angulares (60 e $180^{\circ}.s^{-1}$), para a determinação do TMC e da TDF. Este protocolo foi realizado de forma isolada e 15 min após uma corrida contínua a 95% LAn até que um gasto calórico de aproximadamente 500 kcal fosse atingido. Não houve diferença significativa do TMC sem e com a realização do exercício aeróbio prévio a $60^{\circ}.s^{-1}$ ($229,0 \pm 42,5$ e $234,7 \pm 45,4$ N.m, respectivamente) e $180^{\circ}.s^{-1}$ ($170,7 \pm 31,6$ e $172,8 \pm 28,9$ N.m, respectivamente). Da mesma forma, não houve diferença significativa da TDF sem e com a realização do exercício aeróbio prévio a $60^{\circ}.s^{-1}$ (968 ± 288 vs. 1070 ± 481 ; 1075 ± 447 vs. 1103 ± 483 ; 982 ± 258 vs. 1011 ± 286 N.m.s⁻¹) e $180^{\circ}.s^{-1}$ (692 ± 223 vs. 736 ± 297 ; 514 ± 192 vs. 582 ± 186 ; 908 ± 217 vs. 918 ± 207 N.m.s⁻¹) respectivamente para os intervalos de 0-30 ms, 0-50 ms e 0-100 ms. Pode-se concluir que, a TDF não é modificada após a corrida prolongada realizada na intensidade próxima ao LAn. Assim, parece que a capacidade neuromuscular de recrutamento das unidades motoras não é alterada pelo modelo de exercício aeróbio utilizado, em indivíduos ativos.

Palavras-chave: contração concêntrica, velocidade angular, fadiga.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the effects of prolonged continuous run at 95% of anaerobic threshold (AT) on the maximal concentric torque (MCT) and rate of force development (RFD) of the knee extensors analyzed at different contraction velocities in active individuals. Fifteen active male (Age = 22 ± 2.6 years, Body mass = 79.6 ± 10.3 kg, Height = 173.8 ± 27.9 cm) volunteered to participate in this study. Firstly, subjects performed an incremental treadmill test to volitional exhaustion to determine the velocity at AT and maximal oxygen uptake ($\text{VO}_{2\text{max}}$). Then, subjects performed in different days and in random order 5 maximal isokinetic concentric contractions for knee extensors at each angular velocity (60 and $180^\circ \cdot \text{s}^{-1}$), to the determination of MCT and RFD. This protocol was performed isolated and 15 min after a continuous running at AT until and energetic expenditure of 500 kcal was attained. There was no significant difference of MCT without and with previous aerobic exercise at $60^\circ \cdot \text{s}^{-1}$ (229.0 ± 42.5 and 234.7 ± 45.4 N.m, respectively) and $180^\circ \cdot \text{s}^{-1}$ (170.7 ± 31.6 and 172.8 ± 28.9 N.m, respectively). In the same way, there was no significant difference of RFD without and with previous aerobic exercise at $60^\circ \cdot \text{s}^{-1}$ (968 ± 288 vs. 1070 ± 481 ; 1075 ± 447 vs. 1103 ± 483 ; 982 ± 258 vs. 1011 ± 286 N.m. $\cdot \text{s}^{-1}$) and $180^\circ \cdot \text{s}^{-1}$ (692 ± 223 vs. 736 ± 297 ; 514 ± 192 vs. 582 ± 186 ; 908 ± 217 vs. 918 ± 207 N.m. $\cdot \text{s}^{-1}$) respectively for the intervals of 0-30 ms, 0-50 ms e 0-100 ms. It can be concluded that, RFD is not modified after a prolonged running performed at an intensity near AT. Thus, it seems that neuromuscular capacity of motor units recruitment is not altered by exercise model, in active individuals.

Keywords: concentric contraction, angular velocity, fatigue.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	3
2.1. Sujeitos.....	3
2.2. Delineamento experimental.....	3
2.3. Determinação do limiar anaeróbio do consumo máximo de oxigênio.....	3
2.4. Testes isocinéticos.....	4
2.5. Exercício aeróbio de corrida.....	4
2.6. Análise estatística.....	5
3. RESULTADOS.....	6
4. DISCUSSÃO.....	8
5. CONCLUSÃO.....	10
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), velocidade correspondente ao VO_{2max} (vVO_{2max}) e as velocidades correspondentes ao limiar anaeróbio (LAn) e a 95% LAn. N = 15.....	6
Tabela 2. Valores médios \pm DP do torque máximo concêntrico (N.m) nas diferentes velocidades nas condições fadigado e não-fadigado. N =15.....	6

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Valores médios \pm DP da taxa de desenvolvimento de força (TDF) nos diferentes intervalos de tempo (0-30, 0-50 e 0-100 ms), na velocidade angular de 60 (esquerda) e 180°.s⁻¹ (direita) e nos estados não-fadigado e fadigado. N = 15.

* P < 0,05 em relação aos intervalos de 0-30 e 0-50 ms na mesma condição experimental..... 7

1. INTRODUÇÃO

Atualmente é comum associar exercício aeróbio e exercício de força em uma mesma sessão de treinamento. Estas duas formas de exercício são essenciais para programas que visam desde a melhora de condicionamento físico e da composição corporal até o rendimento de atletas em diferentes modalidades esportivas. Entretanto, muitos estudos têm verificado de forma aguda (na mesma sessão de exercício) ou crônica (após um período de treinamento), que o exercício aeróbio pode interferir no rendimento e na melhora da força muscular, respectivamente.

Todo exercício prolongado e de intensidade muscular suficiente causa fadiga, o que reduz a capacidade neuromuscular de produzir força (SKOF; STROJNIK, 2006). A fadiga muscular que é gerada pelo exercício aeróbio realizado previamente, depende da intensidade, duração, tipo de contração e grupos musculares testados. Sabe-se, por exemplo, que a diminuição do torque muscular medido em condições isocinéticas, que é determinado pela corrida, relaciona-se diretamente com a duração do exercício, sendo mais pronunciada nas contrações excêntricas. (DENADAI *et al.*, 2007).

Um parâmetro importante na determinação da força máxima e na velocidade que pode ser achada em movimentos rápidos do corpo humano é a taxa de desenvolvimento de força (TDF). A TDF pode ser definida como o aumento da força contrátil que ocorre por unidade de tempo no início da contração muscular (AAGAARD *et al.*, 2002). Em geral, a máxima TDF é alcançada em um período de tempo entre 100-200 ms, sendo um importante determinante para o desempenho de habilidades atléticas como saltos, chutes, arremessos e lançamentos, já que estes exigem movimentos muito rápidos. Entre os fatores que interferem na TDF estão o nível de ativação neural, tamanho do músculo e tipo de fibra muscular e propagação do impulso neural.

Estudos prévios em nosso laboratório têm verificado que o torque máximo (TM) pode (DENADAI *et al.*, 2007) ou não (OLIVEIRA *et al.*, 2008) ser comprometido após o exercício aeróbio realizado no domínio pesado (95-100% do limiar anaeróbio – LAn). Estes efeitos parecem depender do tipo de contração muscular analisado (concêntrica vs. excêntrica) e da velocidade de

contração (60 vs. 180°.s⁻¹). Entretanto, a TDF não apresenta relação com o nível de força máxima (KOMI, 2006), sugerindo que diferentes fatores afetam estas variáveis. Entre os principais mecanismos de fadiga envolvidos no exercício aeróbio realizado na corrida, está o dano muscular provocado principalmente pelas contrações excêntricas, o qual pode interferir no processo de excitação-contração muscular. Este prejuízo na ruptura da membrana pode causar um comprometimento na liberação de Ca⁺⁺, o qual pode influenciar a TDF. Deste modo, o objetivo deste estudo foi verificar a influência do exercício aeróbio prévio sobre a TDF medida em diferentes velocidades (60 e 180°.s⁻¹) em indivíduos ativos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Sujeitos

Participaram desse estudo 15 indivíduos do gênero masculino, aparentemente saudáveis, com idades entre 20 e 25 anos (Idade = $22 \pm 2,6$ anos, Massa corporal = $79,6 \pm 10,3$ kg, Estatura = $173,8 \pm 27,9$ cm). Foram considerados sedentários os indivíduos que relataram não ter participado de nenhum tipo de atividade física, ou realizavam atividade física por um período menor do que 20 minutos por dia e com frequência menor do que três vezes por semana, há pelo menos 6 meses (CASPERSEN; PEREIRA; CURRAN, 2000). Este trabalho foi aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa.

2.2. Delineamento experimental

Os indivíduos compareceram ao laboratório em 4 diferentes ocasiões. Inicialmente foram determinados os dados antropométricos e realizada a adaptação a todos os equipamentos que foram utilizados neste estudo. No segundo comparecimento, os voluntários realizaram um teste progressivo até a exaustão voluntária para a determinação do LAn e do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) na esteira rolante. No terceiro e quarto comparecimentos foi realizado um teste máximo no dinamômetro isocinético para a determinação do torque máximo concêntrico (TMC) e da TDF nas velocidades de 60 e $180^{\circ}.s^{-1}$ com e sem a realização do exercício aeróbio prévio. Estas condições foram realizadas em ordem aleatória. O exercício aeróbio foi realizado na corrida a 95% LAn, com um gasto total de 500 kcal.

2.3. Determinação do limiar anaeróbio do consumo máximo de oxigênio

Para a determinação do LAn e do VO_{2max} foi feito um teste incremental em uma esteira rolante (SUPER ATL, Inbrasport, Porto Alegre, R.S., Brasil) com velocidade inicial de 7 km.h^{-1} , sendo a inclinação mantida constante em 1%, com incrementos na velocidade de 1 km.h^{-1} a cada 3 minutos até a exaustão voluntária. A frequência cardíaca (FC) (Polar Vantage NV, Polar Electro

Fitness Technology, Kempele, Finland) foi anotada ao final de cada carga e amostras de 25 μ l de sangue arterializado foram coletadas do lóbulo da orelha. O lactato sanguíneo foi analisado através do método eletroquímico (YSI 2300 STAT, Yellow Springs, Ohio, E.U.A), e as concentrações de lactato foram plotadas em função da velocidade, sendo considerado o LAn a intensidade de exercício correspondente a uma concentração de lactato de 3,5 mM. As variáveis cardiorrespiratórias foram medidas utilizando um analisador de gases (Cosmed K4, Roma, Itália), coletando dados respiração a respiração. O VO_2 max foi definido como o mais alto valor de VO_2 alcançado em um intervalo de 15 s durante o teste incremental.

2.4. Testes isocinéticos

Para a determinação do TMC e da TDF foram realizadas 5 contrações máximas concêntricas dos extensores do joelho no dinamômetro isocinético (System 3 PRO, BIODEX Medical Systems, Nova York, Estados Unidos) nas duas velocidades analisadas (60 e 180°.s⁻¹). A amplitude de movimento foi de 10° a 90°, considerando que 0° corresponde à extensão completa do joelho. Ocorreu um período de 3 min de recuperação entre as contrações realizadas nas diferentes velocidades. Foi utilizado somente o membro dominante para a mensuração do torque e a ordem de realização das contrações nas diferentes velocidades foi randômica, porém permaneceu constante nas diferentes condições experimentais. O dinamômetro isocinético foi calibrado antes de cada sessão de teste de acordo com os procedimentos prescritos pelo fabricante. O TMC correspondeu ao maior valor de torque produzido a partir dos cinco esforços. A TDF foi considerada como a inclinação média da curva momento-tempo nos intervalos de tempo de 0-30, 0-50 e 0-100 ms relativos ao início da contração.

2.5. Exercício aeróbio de corrida

Todos os sujeitos correram a 95% LAn, com um gasto total de 500 kcal. As concentrações de lactato foram medidas no 10^o min e final do exercício.

2.6. Análise estatística

Os dados estão expressos como média \pm DP. A normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk. O TMC foi analisado pelo teste t de Student para dados pareados. A TDF foi analisada pela análise de variância para dois caminhos (tempo x condição experimental). Em todos os testes foi adotado um nível de significância de $p \leq 0,05$.

3. RESULTADOS

As variáveis máximas e submáximas obtidas durante o teste de corrida incremental estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), velocidade correspondente ao VO_{2max} (vVO_{2max}) e as velocidades correspondentes ao limiar anaeróbio (LAn) e a 95% LAn. N = 15.

	VO_{2max} ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$)	vVO_{2max} ($Km.h^{-1}$)	OBLA ($km.h^{-1}$)	95%LAn ($km.h^{-1}$)
Média \pm DP	50,3 \pm 8,7	12,2 \pm 1,4	9,0 \pm 1,8	8,5 \pm 1,8

As concentrações de lactato no 10^o e final do exercício aeróbio foram de 3,9 \pm 0,9 mM e 3,8 \pm 1,3 mM, respectivamente. O tempo total de exercício aeróbio foi de 36,1 \pm 6,3 min.

Os valores médios de TMC nas diferentes velocidades angulares e nos estados não-fadigado e fadigado estão apresentados na Tabela 2. Não houve diferença significativa do TMC nos estados não-fadigado e fadigado nas duas velocidades analisadas ($p > 0,05$).

Tabela 2. Valores médios \pm DP do torque máximo concêntrico (N.m) nas diferentes velocidades nas condições fadigado e não-fadigado. N =15.

	60°.s ⁻¹	180°.s ⁻¹
Não-fadigado	229,0 \pm 42,5	170,7 \pm 31,6
Fadigado	234,7 \pm 45,4	172,8 \pm 28,9

A TDF medida nos diferentes intervalos de tempo e nos estados não-fadigado e fadigado estão apresentados na Figura 1. A TDF não foi significativamente diferentes entre os diferentes intervalos de tempo na velocidade de 60°.s⁻¹. Na velocidade de 180°.s⁻¹, a TDF foi maior no intervalo de 0-100 ms em relação aos intervalos de 0-30 e 0-50 ms, independente da condição

experimental (fadigado e não-fadigado). O exercício aeróbio não modificou significativamente a TDF nas duas velocidades analisadas ($p > 0,05$).

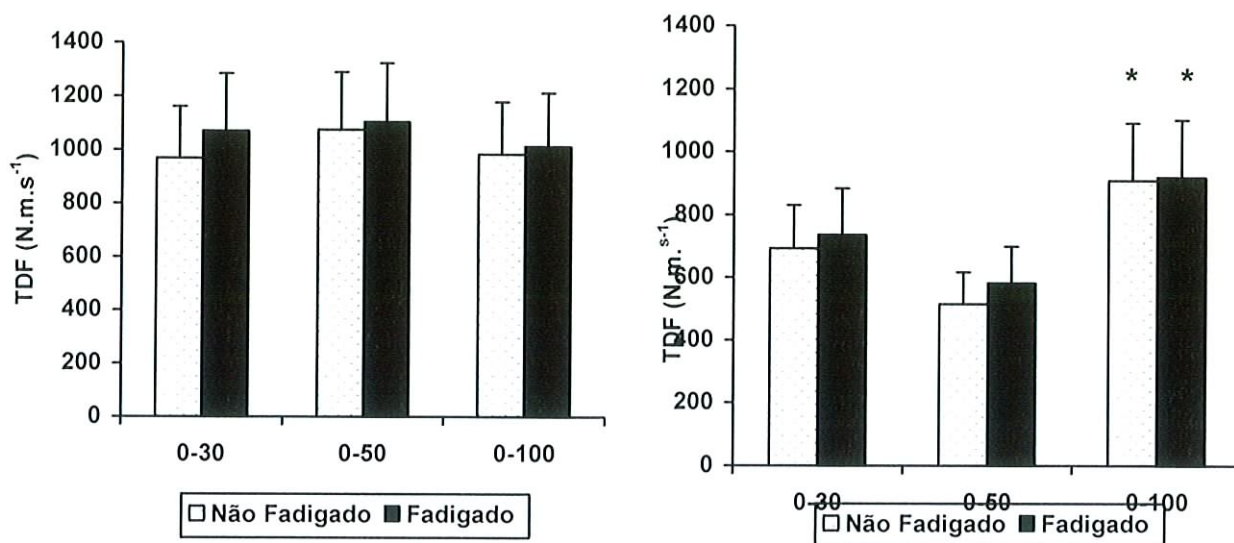


Figura 1. Valores médios \pm DP da taxa de desenvolvimento de força (TDF) nos diferentes intervalos de tempo (0-30, 0-50 e 0-100 ms), na velocidade angular de 60 (esquerda) e 180°·s⁻¹ (direita) e nos estados não-fadigado e fadigado. N = 15. * P < 0,05 em relação aos intervalos de 0-30 e 0-50 ms na mesma condição experimental.

4. DISCUSSÃO

Para o nosso conhecimento, este estudo é o primeiro a examinar os efeitos da corrida contínua prolongada na TDF medida em diferentes velocidades angulares em indivíduos ativos. Nosso principal achado foi que a TDF não é influenciada pelo exercício aeróbio prévio nas duas velocidades angulares analisadas (60 e 180°.s⁻¹).

Entre os possíveis mecanismos que podem explicar a fadiga gerada pelo exercício aeróbio estão o aumento do Ca⁺⁺ e metabólitos (lactato, H⁺ e amônia), a depleção de substratos (glicogênio e creatina fosfato), hipoglicemia, a redução no *input neural* (excitabilidade, taxa de disparo das unidades motoras e transmissão neuromuscular) e os danos musculares ultraestruturais (LEPERS *et al.*, 2000). Alguns estudos têm verificado que a fadiga após a corrida contínua prolongada na intensidade correspondente ao LAn (6 km) é provocada principalmente por mecanismos periféricos (i.e., prejuízos no mecanismo excitação-contração), enquanto que em atividades prolongadas (> 2 h) a fadiga central pode também estar envolvida, principalmente no nível medular espinhal (SKOF; STROJNIK, 2006). No presente estudo, o TMC não foi modificado pelo exercício aeróbio prévio. Outros estudos também têm verificado que nas contrações concêntricas, a perda de torque pode ser menor do que durante a contração excêntrica, ou pode até mesmo não existir modificação significativa da TMC após o exercício de corrida (LEPERS *et al.*, 2000; DENADAI *et al.*, 2007).

Poucos estudos têm analisado os efeitos do exercício aeróbio na TDF. Bentley, Zhou e Davie (1998) analisaram o efeito de um exercício 30 minutos na intensidade correspondente ao limiar de lactato (Dmax) seguido de 4 repetições de 1 min a 120%VO₂max no ciclismo. Não houve modificação significativa da TDF medida através de um salto vertical (*squat jump*) após 6 e 24 h da realização do exercício aeróbio. Em nosso estudo, apesar de ter sido mensurada em condições diferentes (tipo de exercício aeróbio e de força utilizados), a TDF também não foi modificada após o exercício aeróbio, em nenhuma das velocidades utilizadas.

Os fatores que podem determinar o TMC e a TDF são potencialmente diferentes. Assim, os efeitos do exercício aeróbio sobre estas variáveis poderiam também ter sido distintos. Entretanto,

em nosso estudo, os efeitos do exercício aeróbio prévio foram aparentemente similares, tanto no TMC quanto na TDF. Entre os fatores que podem determinar a TDF, está o tipo de fibra preferencialmente recrutado. Indivíduos com maior percentual de fibra de contração rápida parecem apresentar uma maior TDF (KOMI, 2006). Do mesmo modo, ao se analisar o recrutamento das fibras musculares durante contrações isocinéticas, verifica-se que em velocidades altas como a de $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ as fibras de contração rápida são preferencialmente recrutadas, enquanto em velocidades mais baixas (p.ex. $60^{\circ} \cdot s^{-1}$) as fibras de contração lenta são mais utilizadas (NARDONE; ROMANO; SCHIEPPATI, 1989). É importante ressaltar que os distúrbios morfológicos (dano muscular) gerados pelo exercício com contração excêntrica ocorrem preferencialmente nas fibras de contração rápida (FRIDEN; SJÖSTROM; EKBLÖM, 1983). Assim, poder-se-ia esperar que os efeitos do exercício aeróbio fossem dependentes da velocidade analisada. Como o dano muscular é dependente do tempo de esforço (KYRÖLÄINEN *et al.*, 2000), pode-se hipotetizar que exercícios de curta duração, como o empregado neste estudo, não são suficientes para provocar modificações na TDF a partir do tipo de fibra muscular preferencialmente recrutado (i.e., velocidade da contração isocinética).

5. CONCLUSÃO

Nós podemos concluir que, em indivíduos ativos, a TDF não é modificada após a corrida prolongada realizada na intensidade próxima ao LAn. Assim, parece que a capacidade neuromuscular de recrutamento das unidades motoras não é alterada pelo modelo de exercício aeróbio utilizado neste estudo. Outros estudos, utilizando indivíduos com diferentes níveis de aptidão física e diferentes relações entre intensidade e duração de exercício devem ser realizados para que se analisem as possíveis interações entre estado de treinamento e tipo de exercício aeróbio sobre a TDF.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AAGAARD, P.; SIMONSEN, E.B.; ANDERSEN, J.L.; MAGNUSSON, P.; DYHRE-POULSEN, P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **Journal of Applied Physiology**, v.93, p.1318-1326, 2002.
- BENTLEY, D.J.; ZHOU, S.; DAVIE, A.J. The effect of endurance exercise on muscle force generating capacity of the lower limbs. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.1, p.179-188, 1998.
- CASPERSEN, C.J.; PEREIRA, M.A.; CURRAN, K.M. Changes in physical activity patterns in the United States, by sex and cross-sectional age. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.32, p.1601-1609, 2000.
- DENADAI, B.S.; GRECO, C.C.; TUFIK, S.; MELLO, M.T. Effects of prolonged continuous run at onset blood lactate accumulation on the isokinetic muscular strength in active non-athletic individuals. **Isokinetic Exercise Science**, v.15, p.281-285, 2007.
- FRIDEN, J.; SJÖSTROM, M.; EKBLÖM, B. Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. **International Journal of Sports Medicine**, v.4, p.170-176, 1983.
- KYRÖLÄINEN, H.; PULLINEN, T.; CANDAU, R.; AVELA, J.; HUTTUNEN, P.; KOMI, P.V. Effects of marathon running on running economy and kinematics. **European Journal of Applied Physiology**, v.82, p.297-304, 2000.
- KOMI, P.V. **Força e potência no esporte**. 2ª ed. Artmed: Porto Alegre, 2006.
- LEPERS, R.; POUSSON, M.; MAFFIULETTI, N.A.; MARTIN, A.; VAN HOECKE, J. The effects of a prolonged running exercise on strength characteristics. **International Journal of Sports Medicine**, v.21, p.:275-280, 2000.
- NARDONE, A.; ROMANO, C.; SCHIEPPATI, M. Selective recruitment of high-threshold human motor units during voluntary isotonic lengthening of active muscles. **Journal of Physiology**, v.409, p.451-471, 1989.
- OLIVEIRA, A.S.C.; CAPUTO, F.; GONÇALVES, M.; DENADAI, B.S. Heavy-intensity aerobic exercise affects the isokinetic torque and functional but not conventional hamstrings:quadriceps ratios. **Journal of Electromyography and Kinesiology**. em revisão
- SKOF, B.; STROJNIK, V. Neuromuscular fatigue and recovery dynamics following prolonged continuous run at anaerobic threshold. **British Journal of Sports Medicine**, v.40, p. 219-222, 2006.


Fabrizio Caputo

Orientador


Cynthia Denadai da Silva

Aluna


Anderson de Souza Castelo Oliveira

Co-orientador


Camila Coelho Greco

Supervisor