



Revista Brasileira de Ciências do Esporte

ISSN: 0101-3289

rbceonline@gmail.com

Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte  
Brasil

Grando Moret, Diego; Chacon Castoldi, Robson; Gavassa de Araújo, Rafael; Roveratti  
Spagnol, Alexandre; Papoti, Marcelo; Silva Camargo Filho, José Carlos; de Mello  
Malheiro, Olga Cristina

ANÁLISE MORFOLÓGICA DO MÚSCULO GASTROCNÊMIO MEDIAL DE RATOS  
SUBMETIDOS A UM PROTOCOLO DE TREINAMENTO CONCORRENTE

Revista Brasileira de Ciências do Esporte, vol. 35, núm. 3, julio-septiembre, 2013, pp. 587  
-597

Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte  
Curitiba, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=401338594005>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# ANÁLISE MORFOLÓGICA DO MÚSCULO GASTROCNÊMIO MEDIAL DE RATOS SUBMETIDOS A UM PROTOCOLO DE TREINAMENTO CONCORRENTE

GRAD. DIEGO GRANDO MORET

Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho" (Presidente Prudente – São Paulo – Brasil)  
E-mail: dgmoret@hotmail.com

MS. ROBSON CHACON CASTOLDI

Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho" (Presidente Prudente – São Paulo – Brasil)  
E-mail: castoldi\_rc@yahoo.com.br

MS. RAFAEL GAVASSA DE ARAÚJO

Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho" (Presidente Prudente – São Paulo – Brasil)  
E-mail: dearaujorg@yahoo.com.br

GRAD. ALEXANDRE ROVERATTI SPAGNOL

Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho" (Rio Claro – São Paulo – Brasil)  
E-mail: xaroveratti@hotmail.com

DR. MARCELO PAPOTI

Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, Universidade  
de São Paulo (Ribeirão Preto – São Paulo – Brasil)  
E-mail: mpapoti@yahoo.com.br

DR. JOSÉ CARLOS SILVA CAMARGO FILHO

Departamento de Fisioterapia, Faculdade de Ciências e Tecnologia,  
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"  
(Presidente Prudente – São Paulo – Brasil)  
E-mail: camargo@fct.unesp.br

DRA. OLGA CRISTINA DE MELLO MALHEIRO  
Departamento de Educação Física, Faculdade de Ciências e Tecnologia,  
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"  
(Presidente Prudente – São Paulo – Brasil)  
E-mail: olgaunesp@hotmail.com

## RESUMO

*O objetivo do presente estudo foi analisar as alterações morfológicas do músculo gastrocnêmio medial (GM) de ratos Wistar submetidos a oito semanas de treinamento concorrente (TC). Foram utilizados quinze ratos Wistar machos, separados em três grupos com cinco animais: linha de base (LB), controle (C) e treinados (T). O TC consistiu na realização de um treinamento de resistência aeróbia em natação (TRA) e um treinamento de força (TF) na mesma sessão, três vezes por semana, durante oito semanas. Foi observado um aumento de 4,4 % na comparação entre as médias da área da seção transversa do GM dos animais dos grupos T ( $4905,5 \pm 77,1 \mu\text{m}^2$ ) e C ( $4699,9 \pm 78,3 \mu\text{m}^2$ ). Conclui-se que o treinamento concorrente foi eficaz em promover hipertrofia no GM de ratos Wistar.*

*PALAVRAS-CHAVE: Treinamento aeróbio; treinamento anaeróbio; natação; saltos aquáticos.*

## INTRODUÇÃO

O músculo gastrocnêmio, juntamente ao sóleo e extensor longo dos dedos, dá origem ao chamado tríceps sural. Juntos são importantes para a manutenção da postura e realização de movimentos, agindo como flexores da abobada plantar e flexores do joelho (ZORNETTO, 1979). Em humanos, os músculos gastrocnêmio e sóleo contribuem entre 22 e 35,8% do impulso total necessário para realização do salto vertical (ANDRADE; GAGLIARDI; KISS, 2007).

Por ser um músculo dinâmico, isoladamente, o gastrocnêmio possui uma predominância na quantidade de fibras tipo II, com características glicolíticas (CAMARGO FILHO *et al.*, 2006). Dessa maneira, tem a capacidade de desenvolver uma grande tensão em curto espaço de tempo (MORAES *et al.*, 2007).

Em função de suas características, o músculo gastrocnêmio tem sido amplamente investigado em pesquisas que utilizam modelo animal, envolvem exercícios de corrida e natação pois representam baixo custo, facilidade de aplicação, permitem elevado controle de variáveis, além de mostrar boas respostas metabólicas (VOLTARELLI; GOBATTO; MELLO, 2007; DE ARAÚJO; PAPOTI; GOBATTO, 2012).

A adaptação morfológica frente ao movimento dá-se em resposta ao estímulo causado pelo estresse físico. Dessa maneira, o tecido muscular pode aumentar a força de contração das estruturas de actina, miosina e a oxigenação do sarcoplasma celular e de demais partes do organismo, além de criar mecanismos que possibilitem maior armazenamento de íons de cálcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) e adenosina trifosfato (ATP), utilizados como fonte de energia (LAURSEN, 2010).

Dentro de um programa de treinamento podem estar associados os de resistência aeróbia (TRA) e os de força (TF), que é denominado, atualmente, de treinamento físico concorrente (TC) (GUEDES JUNIOR, 2003). Seus efeitos ainda não estão bem esclarecidos, gerando dúvidas se essa forma de treinamento pode ou não influenciar no aumento da força ou na melhora da resistência aeróbia em relação ao treinamento realizado separadamente (McCARTHY; POZNIAK; AGRE, 2002; LAURSEN, 2010).

Também, existem questões a serem respondidas, como, por exemplo, se o TC prejudica o desenvolvimento de força, hipertrofia, potência muscular e resistência cardiovascular, devido às diferentes adaptações neurais impostas por ele (PAULO *et al.*, 2005). Nestes casos, o tempo de recuperação é curto, o que pode depletar mais substratos energéticos, o que gera uma redução no desempenho e no volume muscular, podendo acarretar o estado de overtraining (BUCCI *et al.*, 2005; CUNHA; RIBEIRO; OLIVEIRA, 2006).

Souza (2010) observou, após oito semanas de treinamento, que foram obtidos ganhos semelhantes em relação à força e hipertrofia muscular, quando comparados indivíduos submetidos a TF e a TC. No entanto, a literatura correlata ainda é carente com relação às respostas morfofisiológicas provenientes do treinamento concorrente em modelo animal.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi verificar as alterações morfológicas desencadeadas no músculo gastrocnêmio de ratos machos, adultos, submetidos a oito semanas de treinamento concorrente.

## MATERIAL E MÉTODOS

### ANIMAIS

Foram utilizados 15 ratos machos, adultos (90 dias), da linhagem Wistar, que permaneceram em grupos de cinco animais, em gaiolas (polietileno), com temperatura ambiente de  $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$  e luminosidade (ciclo claro/escuro de doze horas) controlados, com livre acesso à água e alimentação (ração padrão Labina, PURINA®, para ratos de laboratório). Todos os procedimentos foram executados de acordo com as normas e os Princípios Éticos de Experimentação Animal, após aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Campus de Presidente Prudente (Processo 03/2010).

### DESENHO EXPERIMENTAL

Os animais foram separados em três grupos: linha de base (LB,  $n=5$ ), controle (C,  $n=5$ ) e treinado (T,  $n=5$ ). Os animais pertencentes ao grupo T foram submetidos

antecipadamente a um período de adaptação ao meio líquido e familiarização com o equipamento (10 min/dia, três dias por semana, durante duas semanas sem sobrecarga). A temperatura da água foi mantida em  $31 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Antes e após o período de treinamento, os animais do grupo T foram submetidos ao teste de lactato mínimo (LM), que foi utilizado para prescrição do TRA.

## TESTE DE LACTATO MÍNIMO (LM)

Para determinação da capacidade aeróbia utilizou-se o teste de lactato mínimo proposto inicialmente por Tegtbur, Busse e Braumann (1993), adaptado para modelo animal por Voltarelli, Gobatto e Mello (2002) e otimizado por Araújo *et al.* (2007). Esse teste foi composto por uma fase de indução à hiperlactacidemia, nove minutos de recuperação passiva e a um teste progressivo.

Na fase de indução, os animais foram submetidos a esforço a 13% da massa corporal total (MCT) com duração de 30s e recuperação passiva de 30s. O segundo esforço foi realizado à mesma carga até a exaustão. Após a fadiga, foram coletados 25  $\mu\text{L}$  de sangue da extremidade distal da cauda após 1, 3, 5, 7 e 9 minutos de intervalo passivo para a análise da concentração de lactato sanguíneo. Após os nove minutos, os animais foram submetidos a um teste progressivo de esforço em natação com carga equivalente a 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0 e 7,0% da MCT. Cada estágio progressivo durou cinco minutos, com intervalo de 30 a 60s para o acréscimo de carga e coleta de 25  $\mu\text{L}$  de sangue para a dosagem da concentração de lactato.

A relação obtida entre a concentração de lactato e a carga foi ajustada por uma equação polinomial de segunda ordem, sendo o  $\text{Lan}$  considerado como a derivada zero deste ajuste. Desta forma foi identificada a sobrecarga externa na qual cada animal foi submetido durante o TRA.

## PROGRAMA DE TREINAMENTO CONCORRENTE (TC)

O protocolo de treinamento concorrente (TC) foi definido pela execução do TRA seguido do TF. O TRA foi constituído de 30 minutos de duração a 100% do  $\text{Lan}$ . Os animais realizaram os exercícios em tanques com baias individuais. A sobrecarga externa foi acomodada na região do tórax em coletes especificamente produzidos.

Imediatamente após ao TRA, os animais foram submetidos ao TF, constituído de quatro séries de dez saltos com sobrecarga externa equivalente a 50% MCT (MELLO MALHEIRO *et al.*, 2009), com um minuto de intervalo passivo entre as séries.

## COLETA DO TECIDO MUSCULAR ESQUELÉTICO E PROCESSAMENTO HISTOLÓGICO

Os animais do grupo LB foram submetidos à eutanásia, overdose de Pentobarbital sódico (100mg/kg), aplicada intraperitonealmente, no início do período de treinamento, enquanto os animais dos grupos C e T após 72 horas do término do treinamento físico. Além disso, a MCT dos animais foi verificada no início do período de treinamento (grupos LB, C e T) e ao fim do período experimental (C e T).

Foi removido o GM, submerso em n-hexana e congelados a  $-70^{\circ}\text{C}$  em nitrogênio, sendo posteriormente armazenados em botijão de nitrogênio líquido (DAL PAI, 1994). Em um micrótomo criostato rotativo foram produzidas 10 lâminas histológicas por animal, com cortes de cinco micrômetros ( $05\ \mu\text{m}$ ) de espessura, e em seguida coradas pela Hematoxilina e Eosina (HE), para avaliação da área da secção transversa das fibras musculares.

Foram observadas 100 fibras musculares em cada animal, de acordo com o protocolo estabelecido por DAL PAI (1995), em microscópio óptico Primo Star (ZEISS®), fotomicrografadas por câmera Power Shot A650 IS (CANON®). Para verificar se houve ou não hipertrofia muscular, foram determinadas interativamente a área da secção transversa de 100 fibras do GM pelo sistema de análise de imagem computadorizada, através do programa AxioVision 4.8 (ZEISS®).

## TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Os dados foram expressos por média  $\pm$  erro padrão, cujos cálculos foram realizados no programa Excel (MICROSOFT®, EUA). A normalidade dos dados foi observada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. Para a comparação dos valores da área de secção transversa das fibras musculares, utilizou-se ANOVA (One-way), seguido do Post-Hoc de Tukey. O nível de significância foi estipulado em 5%. Para análise estatística foi utilizado o programa com pacote estatístico SPSS, versão 17.0.

## RESULTADOS

Foi observado um aumento de  $206\ \mu\text{m}^2$  (4,4%) na média da área de secção transversa do GM, quando comparados os animais dos grupos T e C (FIGURA 1), e foram observadas diferenças significativas entre os grupos C e LB (\*) e entre os grupos T, C e LB (\*).

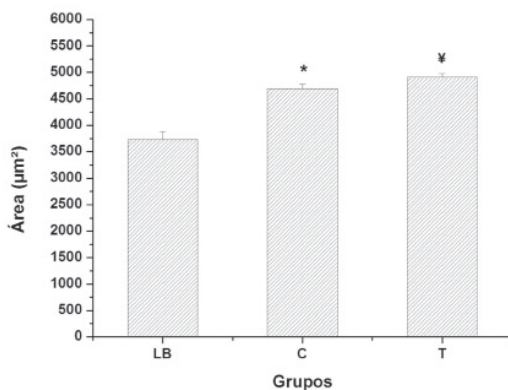


Figura 1. Comparação da área de secção transversa do músculo gastrocnêmio medial entre os grupos LB, C e T. (\*): Diferença significativa entre os grupos LB e C ( $p < 0,05$ ); (\*\*): Diferença significativa entre os grupos LB, C e T ( $p < 0,05$ ).

A análise microscópica das amostras obtidas revela que as fibras de animais do grupo C (FIGURA 2) encontravam-se bem organizadas, dispostas em fascículos circundados pelo perimísio com aspecto normal e mais consistente que o endomísio que recobre cada fibra, diferentemente do observado nas fibras de animais do grupo T (FIGURA 3), onde observou-se fibras mais alongadas, polimorfas, algumas hipertrofiadas em relação a outras, com um número elevado de núcleos, além de menor espessura do perimísio e do endomísio em relação ao grupo C.

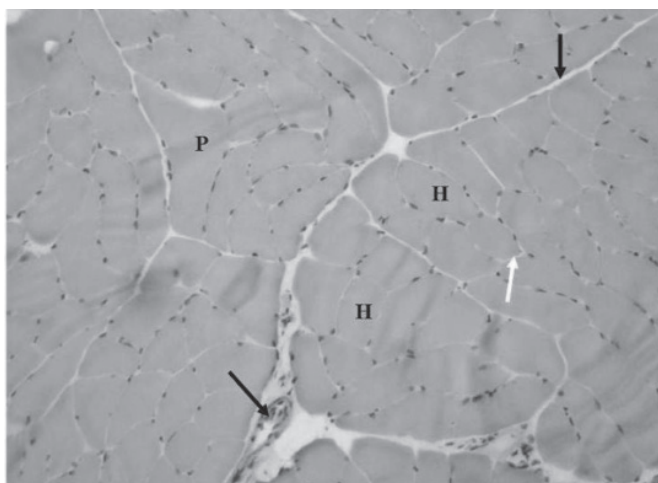


Figura 2. Corte transversal do gastrocnêmio medial de um animal do grupo controle (C). Seta preta (perimísio); seta branca (endomísio); vaso sanguíneo (V). Aumento de 10x.

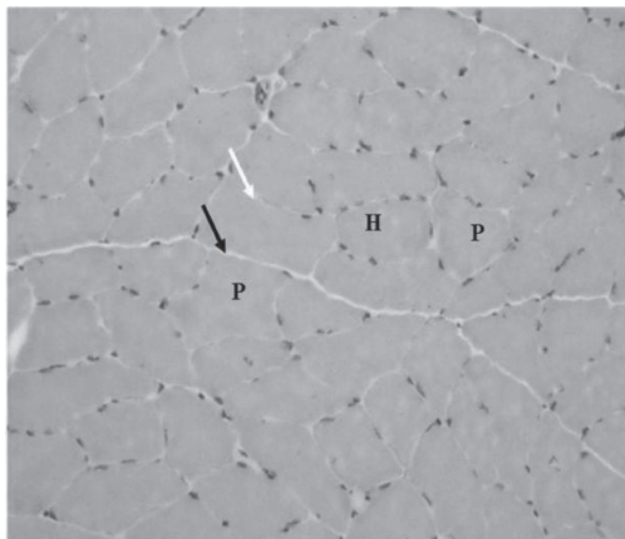


Figura 3. Corte transversal do gastrocnêmio medial de um animal do grupo treinado (T). Setas preta (perimísio); seta branca (endomísio); fibra hipertrofiada (H); fibra polimorfa (P). Aumento de 10x.

## DISCUSSÃO

O principal objetivo desse estudo foi analisar as adaptações das fibras do músculo GM de ratos submetidos a oito semanas de TC. Observou-se neste período um aumento de 8,6% massa corporal média dos animais do grupo T, porém este não foi significativo, sendo um aumento semelhante observado no grupo C o causador da falta de significância. Estes aumentos na massa corporal média podem ser justificados pelo avanço da idade dos animais durante o período do experimento.

Além disso, observou-se que o TC proporcionou um aumento significativo na área média da secção transversa das fibras do GM dos animais do grupo T ( $4905,5 \pm 77,1 \mu\text{m}^2$ ) em relação aos dos grupos LB ( $3732,9 \pm 150,2 \mu\text{m}^2$ ) e C ( $4699,9 \pm 78,3 \mu\text{m}^2$ ), sendo que o aumento mais acentuado em relação aos animais do grupo LB também deve-se ao avanço da idade dos animais durante o experimento.

Embora os resultados sejam satisfatórios, uma limitação do presente estudo foi a ausência de grupos experimentais realizando apenas o TRA, apenas o TF e o TC, com a ordem de execução inversa à utilizada neste experimento, sendo o TF realizado previamente ao TRA. Com isso, os resultados não deram suporte à teoria universal de que o TRA, trabalhado concomitantemente com o TF, produz interferência no ganho de força e massa muscular, devido às suas adaptações morfofisiológicas específicas, como já bem descrito na literatura (COOPER, 2001;



AFONSO *et al.*, 2003; HOOD *et al.*, 2006; BOZI; MIRANDA, 2008; LEITE *et al.*, 2008).

O TC foi descrito pela primeira vez por Hickson (1980). A partir de então, foram verificados resultados a favor e contrários à utilização desta terminologia ao se referir ao treinamento físico aeróbio e anaeróbio na mesma sessão de treinamento. Embora atualmente observa-se discussões controversas sobre o assunto, há achados que sugerem que a falha ou o sucesso depende da forma específica de sua aplicação (NADER, 2006).

Dessa maneira, o termo “concorrência” é utilizado quando o TF e o TRA são utilizados de forma conjunta, causam adaptações contrárias ao organismo (HAKKINEN *et al.*, 2003), podendo tais ocorrências serem justificadas pelo curto período de tempo na recuperação entre os estímulos, além de possivelmente ocasionar redução nas capacidades físicas (HICKSON, 1980).

No entanto, a presente pesquisa não demonstrou o efeito desta concorrência, corroborando com o estudo realizado por McCarthy *et al.* (1995), onde os resultados mostraram que pode haver efeito negativo em relação à força, quando comparados com a realização do treinamento de forma isolada. Além disso, McCarthy *et al.* (1995) mostraram que a utilização de um protocolo de treinamento físico, com frequência semanal de três aplicações, ao longo de dez semanas, foi efetivo para a melhora das capacidades físicas, o que também foi comprovado nos estudos de Bell *et al.* (1997), onde foi verificado que após a aplicação do TC com frequência semanal em três dias alternados houve melhora da capacidade física.

O efeito de interferência pode existir quando o volume total e/ou a frequência é mais elevado, durante longos períodos de treinamentos (HAKKINEN *et al.*, 2003). Porém, tal efeito não foi observado no presente estudo, havendo discreta ocorrência de hipertrofia muscular, indo contra o proposto por Hakkinen *et al.*, (2003).

## CONCLUSÃO

Conclui-se que oito semanas de treinamento concorrente promoveram adaptações morfológicas, causando hipertrofia nas fibras musculares do músculo gastrocnêmio medial de ratos Wistar.

### Morphological Analysis of Muscle of Rats Submitted to a Protocol of Concurrent Training

ABSTRACT: The aim of this study was to analyze the morphophysiological changes of medial gastrocnemius muscle (GM) of Wistar rats underwent to eight weeks of concurrent training (TC). We used fifteen male Wistar rats divided into three groups with five animals

each: baseline (LB), control (C) and trained (T). The TC consisted of aerobic endurance training in swimming (TRA) and a forced training (TF) in the same session, three times per week, for eight weeks. There was an increase of 4.4% in the comparison between average cross section area of the GM in animals of groups T ( $4905,5 \pm 77,1 \mu\text{m}^2$ ) and C ( $4699,9 \pm 78,3 \mu\text{m}^2$ ). It is concluded that concurrent training was effective in causing hypertrophy in GM of rats.

KEYWORDS: Aerobic training; anaerobic training; swimming; water jumps.

## Análisis morfológica del músculo de ratones sometidos a un protocolo de entrenamiento concurrente

RESUMEN: El objetivo de este estudio fue analizar los cambios morfofisiológicos del músculo gastrocnemio medial (GM) de ratones Wistar sometidos a ocho semanas de entrenamiento concurrente (TC). Se utilizó quince ratones Wistar divididos en tres grupos con cinco animales: línea de base (LB), control (C) y entrenado (T). El TC consistió en un entrenamiento de resistencia aerobia en natación (TRA) y en un entrenamiento de fuerza (TF) en la misma sesión, tres veces por semana, durante ocho semanas. Hubo um aumento de 4,4% en la comparación promedio entre el area de la sección transversal de los grupos de animales T ( $4905,5 \pm 77,1 \mu\text{m}^2$ ) y C ( $4699,9 \pm 78,3 \mu\text{m}^2$ ). Se concluye que el entrenamiento concurrente fue eficaz en la causa de la hipertrofia en el GM de ratones Wistar.

PALABRAS CLAVES: Entrenamiento aeróbico; entrenamiento anaeróbico; natación; saltos de agua.

## REFERÊNCIAS

AFONSO, M. et al. Respostas metabólicas agudas ao exercício físico moderado em ratos wistar. *Motriz*, Rio Claro, v. 9, n. 2, p. 83-88, maio 2003.

ANDRADE, R. M.; GAGLIARDI, J. F. L.; KISS, M. A. P. D. Relação entre índices de muscularidade e o desempenho do salto vertical. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, Brasília, v. 15, n. 1, p. 61-67, jan. 2007.

ARAÚJO, G. G. et al. Protocols for hyperlactatemia induction in the lactate minimum test adapted to swimming rats. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology*, New York, n. 148, p. 888-892, sept. 2007.

ARAÚJO, G. G.; PAPOTI, M.; GOBATO, C. A. Physiological responses during linear periodized training in rats. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 112, n. 3, p. 839-852, mar. 2012.

BELL, G. J. et al. Effect of strength training and concurrent strength and endurance training on strength, testosterone, and cortisol. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Colorado Springs, v. 11, n. 1, p. 57-64, feb. 1997.

BOZI, L. H. M.; MIRANDA, D. G. J. Exercício e hipertensão: mecanismos e fatores influenciadores da hipotensão pós-exercício físico agudo e crônico. *Revista Digital*, Buenos Aires, v. 13, n. 119, abr. 2008.

BUCCI, M. et al. Efeitos do treinamento concomitante hipertrofia e endurance no músculo esquelético. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, Brasília, v. 13, n. 1, p. 17-28, jan./mar. 2005.

CAMARGO FILHO, J. C. S. et al. Efeitos do esteróide anabólico nandrolona sobre o músculo sóleo de ratos submetidos a treinamento físico através de natação: estudo histológico, histoquímico e morfométrico. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, São Paulo, v. 12, n. 5, p. 243-247, set./out. 2006.

COOPER, C. B. Exercise in chronic obstructive pulmonary disease: limitations and rehabilitation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 33, p. 643-646, July 2001.

CUNHA, G. S.; RIBEIRO, L. J.; OLIVEIRA, A. R. Sobre-treinamento: teorias, diagnóstico e marcadores. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, São Paulo, v. 12, n. 5, p. 297-392, set./out. 2006.

DAL PAI, V. Esporte e lesão muscular. *Revista Brasileira de Neurologia*, Rio de Janeiro, v. 30, n. 2, p. 45-48, 1994.

DAL PAI, V. *Histologia: teoria e pratica*. Botucatu: Ed. da UNESP, 1995.

GUEDES JUNIOR, D. P. *Treinamento concorrente - abordagem atual*. Musculação: estética e saúde feminina. São Paulo: Phorte, 2003.

HAKKINEN, K.; et al. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 89, n. 1, p. 42-52, dec. 2003.

HICKSON, R. C. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 45, n. 2/3, p. 255-263, sept. 1980.

HOOD, D. A. et al. Coordination of metabolic plasticity in skeletal muscle. *Journal of Experimental Biology*, Cambridge, n. 209, p. 2265-2275, June 2006.

LAURSEN, P. B. Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, Hagerstown, v. 2, n. 1, p. 1-10, mar. 2010.

LEITE, S. T. et al. Respostas cardiovasculares a mudança postural e capacidade aeróbia em homens e mulheres de meia-idade antes e após treinamento físico aeróbio. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, São Carlos, v. 12, n. 5, p. 392-400, set./out. 2008.

MCCARTHY, J. P. et al. Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 27, p. 29-36, mar. 1995.

MCCARTHY, J. P.; POZNIAK, M. A.; AGRE, J. C. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 34, n. 3, p. 511-519, mar. 2002.

MELLO MALHEIRO, O. C. et al. Calcaneal tendon regions exhibit different mmp-2 activation after vertical jumping and treadmill running. *Anatomical Record*, Hoboken, n. 292, p. 1656-1662, oct. 2009.

MORAES, F. B.; et al. Estudo anatômico do músculo gastrocnêmio medial visando transferência muscular livre funcional. *Revista Brasileira de Ortopedia*, São Paulo, v. 42, n. 8, p. 261-265, sept. 2007.

NADER, G. A. Concurrent strength and endurance training: from molecules to man. *Medicine Science in Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 38, n. 11, p. 1965-1970, nov. 2006.

PAULO, A. C. et al. Efeito do treinamento concorrente no desenvolvimento da força motora e da resistência aeróbia. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*, São Paulo, v. 4, n. 4, p. 145-154, ago. 2005.

SOUZA, E. *Hipótese aguda e a interferência no treinamento concorrente*. 2010. 73 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

TEGTBUR, U.; BUSSE M. W.; BRAUMANN, K. M. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, n. 25, p. 620-627, may 1993.

VOLTARELLI, F. A.; GOBETTO, C. A.; MELLO, M. A. R. Determination of anaerobic threshold in rats using the lactate minimum test. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, Ribeirão Preto, v. 35, n. , p. 1389-1394, ago. 2002.

VOLTARELLI, F. A.; GOBETTO, C. A.; MELLO, M. A. R. Determinação da transição metabólica através do teste do Lactato mínimo em ratos desnutridos durante exercício de natação. *Revista da Educação Física*, Londrina, v. 18, n. 1, p. 33-39, mar. 2007.

ZORNETTO, N. L. *Curso de anatomia humana*. 3. ed. São Paulo: IBEP, 1979.

Recebido em: 23 jul. 2012

Aprovado em: 10 nov. 2012

Endereço para correspondência:

Olga Cristina de Mello Malheiro

R. Roberto Simonsen nº305

Centro Educacional

Presidente Prudente-SP

CEP: 19060-900