

ESTUDO COMPARADO DO EFEITO DO EXERCÍCIO AERÓBIO E DO EXERCÍCIO ANAERÓBIO SOBRE AS FIBRAS DOS MÚSCULOS BÍCEPS BRAQUIAL E PEITORAL MAIOR DE RATOS WISTAR

CHADI PELEGRINI ANARUMA¹

SUELI NICOLAU BOARO²

CARLOS ALBERTO ANARUMA¹

Universidade Estadual Paulista – UNESP – Departamento de Educação Física – Instituto de Biociências – Rio Claro – São Paulo – Brasil

Universidade Estadual Paulista – UNESP – Departamento de Educação Física – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Presidente Prudente – São Paulo – Brasil
anaruma@rc.unesp.br

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da humanidade o homem tenta superar seus limites utilizando-se de artifícios que procuram aumentar artificialmente o desempenho, A isso damos o nome de agentes ergogênicos. Estes agentes podem ser fisiológicos, nutricionais, farmacológicos e psicológicos (BAGATELL e BREMMER, 1996; ANARUMA. e ANARUMA, 1996). O mais difundido por ser realizado dentro de princípios éticos é o que procura promover a melhora do desempenho através do treinamento físico e assim, produzir alterações e adaptações fisiológicas que deixam os músculos mais potentes e precisos no momento de executar determinados movimentos. O treinamento de endurance em esportes para aumentar a resistência à fadiga deve atingir preferencialmente as fibras de contração lenta. O treinamento, com finalidade de aumentar a força e o desempenho do atleta de esportes onde o uso da força se faz necessário, deve contar com o ganho de massa muscular, devendo, então atingir as fibras de contração rápida. O ganho de resistência é conseguido basicamente através do treinamento aeróbio. O ganho de massa é conseguido basicamente com trabalho anaeróbio e pode ser conseguido através de diversos tipos de estímulos, dentre eles, o de contração isométrica seria o mais indicado (MCARDLE et al., 1992).

Segundo Mcardle, Katch e Katch (1998), o músculo esquelético não é somente um grupo homogêneo de fibras com propriedades metabólicas e funcionais semelhantes. Cada músculo contém uma combinação de diferentes tipos de fibras. Diferenciamos estas fibras musculares em do tipo de contração lenta, também chamadas de *slow twitch*, ou seja, fibras ST, ou fibras tônicas, ou ainda fibras do tipo I, e do tipo de contração rápida - também chamada de *fast twitch*, ou seja, fibras FT, ou ainda fibras fásicas do tipo II, que, por sua vez, dividem-se em subcategorias específicas da função, de acordo com Weineck (1991).

De acordo com critérios fisiológicos, bioquímicos, metabólicos e morfológicos os músculos são formados por fibras de diferentes características e, por isso, reagem ao uso de diferentes maneiras. A herança genética do indivíduo é que determina como será esta distribuição. A reação do músculo aos diferentes estímulos à que é submetida se dá, então, de acordo com o tipo de fibra muscular que predomina no músculo, a especificidade do treinamento e o estado nutricional do atleta. Segundo BROOKE, M. H. e KAISER, K. K. (1970), do ponto de vista fisiológico, podemos identificar nos músculos fibras de contração lenta e fibras de contração rápida. As fibras de contração lenta fazem metabolismo oxidativo (SO – Slow Oxidative), possuem diâmetro pequeno e são resistentes à fadiga, As fibras de contração rápida são subdivididas em dois grupos, as de contração rápida que possuem o metabolismo oxidativo/glicolítico (FOG – Fast Oxidative/glicolitic), diâmetro intermediário e são resistentes à fadiga e as fibras de contração rápida que possuem o metabolismo exclusivamente glicolítico (FG – Fast Glicolitic), com diâmetro grande e são sensíveis à fadiga.

O treinamento de endurance em esportes para aumentar a resistência à fadiga, deve atingir preferencialmente as fibras de contração lenta. O treinamento, com finalidade de

aumentar a força e o desempenho do atleta de esportes onde o uso da força se faz necessário, deve contar com o ganho de massa muscular, devendo, então atingir as fibras de contração rápida. O ganho de resistência é conseguido basicamente através do treinamento aeróbio. O ganho de massa é conseguido basicamente com trabalho anaeróbio e pode ser conseguido através de diversos tipos de estímulos, dentre eles, o mais indicado seria o de contração isométrica (MCARDLE et al., 1992).

OBJETIVO

Devido à variedade de fibras, a reação do músculo, em decorrência dos estímulos aplicados a ele, se dá de maneira diferente. Nossa proposta foi a de comparar o efeito do exercício de contração isométrica com o efeito do exercício de contração dinâmica nas diferentes fibras do músculo bíceps braquial e do músculo peitoral maior.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados 30 ratos *Wistar* machos, com noventa dias de idade no início do experimento. Os animais foram separados em grupos de cinco por gaiola e mantidos no biotério do Laboratório de Biodinâmica do Departamento de Educação Física – IB – UNESP - Campus de Rio Claro com temperatura controlada de 25°C e ciclo de claro e escuro de doze em doze horas. Foram alimentados com ração balanceada própria para roedores e água “ad libitum”, contendo: umidade máxima de 13%, proteína máxima de 23%, extrato etéreo mínimo de 2,5%, matéria fibrosa máxima de 9%, matéria mineral máxima de 8%, cálcio máximo de 1,8%, fósforo mínimo de 0,8%. O registro do peso dos ratos foi feito durante todo o decorrer dos estudos sempre no primeiro dia da semana. Os animais foram divididos nos seguintes grupos experimentais: Sedentários (S); Treinados aeróbio (Tae); Treinados anaeróbio (Tan).

Os animais sedentários foram mantidos em gaiola sem qualquer atividade física. O exercício aeróbio consistiu de 1 hora de natação com carga extra de 5% de seu peso, três vezes por semana durante oito semanas (CALIS, 2002). O treinamento anaeróbio consistiu de exercício isométrico de suspensão em um cabo, tipo varal que foi fixado a duas hastes de ferro. Este foi colocado sobre um tanque com água para motivar a continuidade dos animais ao exercício. Para a sua execução os animais foram colocados suspensos pelas patas dianteiras ao segurarem o cabo. Esta posição obrigava os ratos a realizarem uma contração isométrica nos músculos do seu membro anterior para permanecerem pendurados no arame. Este treinamento constou de quatro séries de suspensão pelo tempo máximo de 3 minutos cada série, com intervalos de um minuto para recuperação entre as séries, em dias alternados, durante um período de oito semanas (AURICCHIO, 2002). O peso dos animais foi controlado durante todo o período do experimento. Ao término do período de treinamento aeróbio e anaeróbio os animais foram sacrificados em atmosfera de gás carbônico. Os músculos bíceps braquial e peitoral maior do lado direito foram retirados cuidadosamente para que uma porção do terço médio de cada músculo fosse criofixado em nitrogênio líquido. Os músculos foram, posteriormente, cortados em micrótomo criostato a -20°C e corados pela coloração de H/E (hematoxilina-eosina), pela reação histoquímica NADH-Tetrazolim Reductase (Dubowitz, et al., 1973) para a identificação de suas fibras baseado na sua capacidade metabólica (Fig. 1). Posteriormente estas tiveram a área da secção transversa medidas num sistema analisador de imagens para, então, serem comparadas entre os grupos.

RESULTADOS

Avaliação do peso corporal:

Os animais dos grupos que foram submetidos ao treinamento aeróbio (Tan) apresentaram ganho de peso significativamente maior ($p < 0,05$), do que os animais sedentários (S) e treinados aeróbio (Tae).

Tabela 1. Avaliação do peso corporal dos animais submetidos ao treinamento aeróbio.

Grupos	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Peso Ganho (g)	PG relativo (%)
S	223 ± 31	386 ± 53	163 ± 22	73,09%
Tae	226 ± 26	371 ± 72	145 ± 46	64,15%
Tan	233,9 ± 34,32	407,0 ± 78,7	173,1 ± 28,2*	74%

* $P < 0,05$ quando comparado aos grupo Tae

Análise morfométrica do músculo bíceps braquial dos animais submetidos aos exercícios aeróbio e anaeróbio: A identificação das fibras com base na reação histoquímica para NADH-TR permite diferenciar as fibras brancas (FG), coradas fracamente, das fibras vermelhas (SO), coradas intensamente pela reação. Já as fibras mistas ou intermediárias (FOG) apresentam-se coradas de maneira intermediária quando comparadas às outras fibras. Estas diferenças histoquímicas são baseadas na atividade de enzimas oxidativas, por exemplo, fibras vermelhas, resistentes à fadiga, possuem maior quantidade destas enzimas em seu protoplasma reagindo, portanto, fortemente com o substrato contido nos reagentes. Por outro lado, fibras glicolíticas puras tem menos enzimas oxidativas e coram menos intensamente. Esta técnica permitiu identificar, nos dois músculos estudados, três tipos de fibras distribuídas em iguais proporções. No músculo bíceps braquial, o tamanho da área da secção transversa das fibras musculares (tabela 2) mostra que o tamanho das fibras oxidativas não apresentaram diferença significativa quando comparadas entre si ($p > 0,05$). As fibras glicolíticas-oxidativas sofreram ligeiro aumento da secção transversa somente nos animais do grupo Tan, ou seja, estas fibras sofreram os efeitos do exercício anaeróbio ($p \leq 0,05$). Já as fibras glicolíticas puras, do grupo Tan foram as que mais reagiram ao exercício quando comparadas entre os grupos estudados ($p \leq 0,05$).

Tabela 2. Medida da área (μm^2) da secção transversa do músculo bíceps braquial identificado de acordo com suas características metabólicas.

Grupos	Oxidativas	Oxidat-Glicolit.	Glicolíticas
S	1521 ± 382	2256 ± 477	3482 ± 586
Tae	1479 ± 351	2378 ± 438	3141 ± 625
Tan	1578 ± 415	2528 ± 483*	4340 ± 723**

* $p < 0,05$ quando comparado ao grupo S

** $p < 0,05$ quando comparado ao grupo S e Tae

Análise morfométrica do músculo peitoral maior dos animais submetidos aos exercícios aeróbio e anaeróbio: Quanto ao tamanho das fibras do músculo peitoral maior apresentado na Tabela 3, nota-se que as fibras oxidativas, apesar de apresentarem médias ligeiramente menores que o controle S, do ponto de vista estatístico todos os grupos apresentaram tamanho similares quando comparados entre si ($p > 0,05$). Com relação às fibras oxidativas-glicolíticas, também não foi observada diferença estatística quando comparado o tamanho da área entre os grupos ($p > 0,05$). Já com relação às fibras glicolíticas puras, os animais do grupo Tae e Tan apresentaram índice de hipertrofia significativo quando comparados ao grupo controle ($p < 0,05$). Quando comparados os treinamentos entre si, não existe diferença ($p > 0,05$).

Tabela 3. Medida da área (μm^2) da secção transversa do músculo peitoral maior identificado de acordo com suas características metabólicas. Treinamento aeróbio.

Grupos	Oxidativas	Oxidat-Glicolit.	Glicolíticas
S	1818 \pm 553	2930 \pm 855	4011 \pm 1082
Tae	1536 \pm 485	2917 \pm 764	5095 \pm 1264*
Tan	1773 \pm 611	3017 \pm 967	5438 \pm 1145*

* $p < 0,05$ quando comparado aos grupos S.

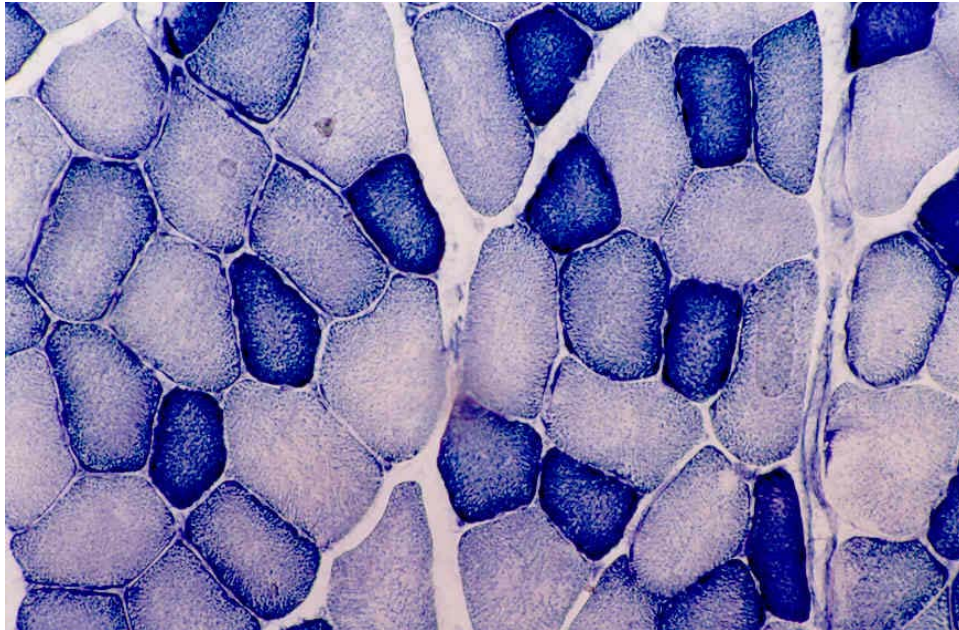


Figura 1 Fotomicrografia do terço médio do músculo bíceps braquial (corte transversal), mostrando o padrão de distribuição das fibras musculares coradas pela reação histoquímica para NADH-TR (500).

DISCUSSÃO

Os dados morfométricos das diferentes fibras musculares que compõe os dois músculos aqui estudados demonstram que somente as fibras FG puras reagem aos dois tipos de estímulos propostos neste experimento, o exercício aeróbio e o exercício anaeróbio. As fibras FOG do bíceps braquial também reagiram aumentando ligeiramente o seu tamanho no grupo submetido ao exercício anaeróbio. Fibras glicolíticas puras dos dois músculos reagem rapidamente ao exercício se hipertrofiando e melhorando a capacidade de estocar e consumir seus substratos. As fibras musculares onde o metabolismo predominante é a oxidação, ou seja, fibras SO não apresentam esta reação hipertrófica. Estas possuem uma limitação funcional ao aumento de tamanho que está relacionado com a capacidade de difusão do oxigênio dos capilares para as fibras. Este tipo de fibra reage melhorando sua capacidade metabólica para realizar a contração consumindo os seus substratos com melhor eficácia e rapidez. A hipertrofia observada nas fibras FG dos dois músculos nos permite afirmar que melhorou sua capacidade de realizar movimentos onde se requer o uso de força e potência, já que estas fibras, por ter diâmetro maior que as outras, possuem esta capacidade fisiológica mais evidente.

CONCLUSÕES

Sobre o peso dos animais:

- Quanto ao peso dos animais, o treinamento aeróbio provocou diminuição da massa corporal nos animais do grupo T.
- O treinamento anaeróbio não produziu alteração de peso nos animais.

Sobre o músculo bíceps braquial:

- Do ponto de vista morfoquantitativo, as fibras oxidativas (SO) não mudam o tamanho da área da secção transversa nos dois tipos de exercício. As fibras oxidativas-glicolíticas (FOG) não reagem hipertrofiando-se no exercício aeróbio, mas reagem ao exercício anaeróbio. As fibras glicolíticas puras (FG) reagem, tanto, ao exercício aeróbio, como no anaeróbio hipertrofiando-se.

Sobre o músculo peitoral maior:

- Do ponto de vista morfoquantitativo as fibras oxidativas puras (SO) e as fibras oxidativas-glicolíticas (FOG) não reagem hipertroficamente quando estimuladas, tanto pelo exercício aeróbio, como no anaeróbio. Já as fibras glicolíticas pura (FG) reagem, tanto ao treinamento aeróbio, como, no anaeróbio.

REFERÊNCIAS

ANARUMA, C. A.; ANARUMA, S. M. *Anabolic use and its Psychologics*. In Abstract Book in the Physical Activit, Sports and Health. 1996 International Pre-Olimpic Cientific Congress, p. 137, Dallas, USA, 1996.

AURICCHIO, F. *Estudo dos músculos peitoral maior e bíceps braquial de ratos submetidos à administração de esteróide anabolizante e ao exercício isométrico*. Rio Claro: UNESP, 2002. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, 2002.

BAGATELL, C. J.; BREMMER, W. J. Androgens in men: uses and abuses. *Drug Theraphy.*, v. 334, n.11, p. 707-714, 1996.

BROOKE, M. H.; KAISER, K. K. Muscle fiber types: How many and what kind ? *Archieve Neurological.*, v. 23, p. 369 - 397, 1970.

CALIS, J. F. F. *Análise morfométrica dos tipos de fibras musculares dos músculos bíceps braquial e peitoral maior de ratos submetidos ao treinamento aeróbio e administração de Estanozolol*. Rio Claro: UNESP, 2002. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, 2002.

DUBOWITZ, V.; BROOKE, M. H.; NEVILLE H. E. Histological and Histochemical Stains and Reactions. In: *Muscle Biopy: A Modern Approach*. London: W. B. Saunders Company Ltd. 1. ed., v. 2, p. 20 - 33, 1973.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. Músculo Esquelético: Estrutura e Função. In: *Fisiologia do Exercício*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992, p. 226 - 237.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. *Fisiologia do exercício*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

WEINECK, J. H. *Biologia do esporte*. São Paulo: Manole, 1991, p. 43.

Endereço do autor

Prof. Dr. Carlos Alberto Anaruma

Departamento de Educação Física – Instituto de Biociências - Rio Claro

Av 24ª, 1515. Bela Vista

Rio Claro, São Paulo - Brasil

CEP: 13506-900

Telefone: 55 15 19 35577213