

**Artigo original**

Augusto Carvalho Barbosa¹
Rafael Carvalho de Moraes¹
Orival Andries Júnior¹

EFEITO DO TREINAMENTO DE FORÇA NA RELAÇÃO FORÇA MUSCULAR-DESEMPENHO AERÓBIO DE NADADORES COMPETITIVOS**EFFECT OF STRENGTH TRAINING ON MUSCULAR STRENGTH-AEROBIC PERFORMANCE RELATIONSHIP FOR COMPETITIVE SWIMMERS****RESUMO**

O objetivo deste estudo foi verificar os efeitos do treinamento de força na relação força muscular fora da água-desempenho aeróbio dentro da água. Dezesesseis nadadores foram divididos em grupos controle (GC) e experimental (GE), e submetidos a dezessete semanas de treinamento dentro da água. O GE também realizou um treinamento de força fora da água (TFFA), objetivando o ganho de potência. Antes e após as doze semanas do TFFA foi aplicado o teste de 10 minutos (T10) para avaliar a resistência aeróbia, 1 ação voluntária máxima (1AVM) e repetições máximas em 30s (REM) com 70% da carga de 1AVM, de onde foi calculada a quilagem total. Valores obtidos em 1AVM e quilagem foram relativizados pela massa corporal. Não foi observada correlação significativa entre as alterações percentuais do T10 e dos indicadores de força muscular fora da água, apesar do aumento significativo deles no GE. Conclui-se que o TFFA não gera melhora no desempenho aeróbio dentro da água.

Palavras-chave: Treinamento de força; Desempenho aeróbio; Natação.

ABSTRACT

The aim of this study was to verify the effects of strength training on the muscular strength-aerobic performance relationship. Sixteen swimmers were assigned to control (CG) or experimental (EG) groups and underwent seventeen weeks of swimming training. Swimmers in the EG also performed dry land strength training (DLST), lasting twelve weeks, and aiming to develop power. A 10 minutes test (T10) was taken before and after the 12 weeks of DLST, in order to evaluate aerobic resistance, one maximum voluntary contraction (1MVC) and maximum repetition in 30s (REM) using 70% of 1MVC, where total weight was calculated. Total weight, T10, and 1MVC were all normalized for body mass. There was no significant correlation between percent changes in T10 and dry land muscle strength, despite significant increases being detected in dry land muscle strength. It can be concluded that nonspecific training does not improve aerobic performance in swimming.

Key words: Strength training; Aerobic performance; Swimming.

¹ Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física, Departamento de Ciências do Esporte.

INTRODUÇÃO

Na natação, o treinamento de força (TF) é amplamente utilizado como forma sobrecarregar os músculos recrutados no nado, visando o aumento da potência¹. Assim, o TF pode ser realizado de duas formas: dentro (específico) e fora da água (não-específico).

Os estudos que testaram os efeitos do treinamento não-específico indicam que sua transferência para o desempenho dentro da água é controversa. Barbosa e Andries Júnior² verificaram, após 12 semanas, que o TF fora da água não gerou alterações no desempenho em 25 e 50m. Jensen³, em outro estudo, testou cinco combinações entre treinos dentro e fora da água e mostrou alterações semelhantes no desempenho de 40 e 100 jardas em todos os cinco grupos. Tanaka et al¹ também não apresentaram alterações no desempenho após oito semanas de TF realizado em três treinos semanais.

Em contrapartida, Strass⁴ mostrou que um TF com ênfase em força máxima gerou alterações significantes de 1,3 e 2,1%, no desempenho em 25 e 50m, respectivamente. Outros estudos verificaram melhoras no desempenho através do TF, mas com metodologias insuficientes^{5,6}.

Apesar de diversos estudos verificarem as resposta do TF em distâncias curtas, não são relatados seus efeitos na resistência aeróbia. Bioquímica e fisiologicamente a melhora da resistência aeróbia tem sido relacionada à alguns eventos específicos como: aumento do número e da densidade mitocondrial⁷, da atividade enzimática no ciclo de Krebs⁸, da capacidade lipolítica⁹, da densidade capilar nas áreas periféricas¹⁰ e do número e da capacidade dos transportadores de monocarboxilatos¹¹.

Além disso, outros estudos demonstraram que o preparo neuromuscular pode exercer um importante papel no desempenho em eventos de predominância aeróbia. Hoff et al¹² e Østerås et al¹³ verificaram aumentos concomitantes na força de uma ação voluntária máxima (1AVM) e no desempenho aeróbio de esquiadores de cross-country após treinamento de força máxima. Segundo Gabriel¹⁴, o TF age de modo a minimizar o envio de informações por parte do órgão tendinoso de golgi ao sistema nervoso central, gerando um ganho de coordenação tanto intra como intermuscular. Assim, ambos os estudos citados sugeriram que o aumento

da força gerou uma maior economia de movimento, sendo, portanto, o fator responsável pela melhora no desempenho aeróbio.

Entendendo a importância da resistência aeróbia nas modalidades cíclicas e que o treinamento de força fora da água pode ser uma alternativa para seu desenvolvimento, o atual estudo buscou verificar se as alterações na resistência aeróbia de nadadores têm relação com o aumento dos indicadores de força muscular fora da água.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Amostra

Para investigação foram selecionados 16 nadadores competitivos (21,93 ± 2,17 anos) que deveriam ter uma experiência mínima de 05 anos na modalidade natação, 03 anos de prática competitiva, e 01 ano de experiência no treinamento de força. Os atletas foram divididos aleatoriamente em dois grupos: Controle (GC, n=8, idade: 22,63 ± 2,00 anos, altura: 1,82 ± 0,10m, envergadura: 1,83 ± 0,12m) e Experimental (GE, n=8, idade: 21,25 ± 2,25 anos, altura: 1,77 ± 0,07m, envergadura: 1,79 ± 0,08m). O termo de consentimento livre e esclarecido foi obtido dos sujeitos após um esclarecimento verbal e escrito dos procedimentos e dos possíveis riscos da pesquisa, segundo determinações do Conselho Nacional de Saúde (Resoluções 196/96 e 251/97). O atual estudo foi parte inicial do projeto 164/2005, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.

Protocolo Experimental

As 17 semanas do macrociclo foram divididas conforme mostrado na figura 1.

Nesse período, ambos os grupos foram submetidos ao mesmo treinamento dentro da água, realizado em 05 sessões semanais de treino, com duração aproximada de 01 hora e 15 minutos. O volume mínimo e máximo nadado foi de 1800m.dia⁻¹ (polimento) e 3500m.dia⁻¹, respectivamente, distribuídos predominantemente em séries intervaladas.

Adicionalmente ao treinamento na água, o GE realizou duas sessões semanais (segunda e

SEMANAS		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17
Natação	Períodos	Introductório		Pré	Preparatório				Pré-Competitivo			Competitivo			Polimento		Pós	
	Séries	3 x 20 REP			3 x 3 a 4 REP				3 x 15 a 20 REP			3 x 15 a 20 REP			-			
	Objetivo	Adaptação			Força Máxima				Resistência de Força			Potência			Super-Compensação			
Treino de Força	Carga	Moderada		Máxima para o número de repetições				30 a 40% de 1AVM			-							

Figura 1. Organização do macrociclo de treinamento

sexta-feira) de treinamento de força fora da água, com duração aproximada de 01 hora. O programa foi iniciado na primeira e finalizado no término da décima quinta semana (início do polimento). As duas primeiras semanas do macrociclo foram destinadas para adaptação dentro e fora da água. As semanas 03 (Pré) e 17 (Pós) foram destinadas para avaliação, totalizando 12 semanas de treino de força experimental (Figura 1).

Foram utilizados pesos livres e treinamento em circuito⁵ com o objetivo de desenvolver a potência para estímulos de até 40 segundos, por meio de exercícios semelhantes às ações do nado "crawl". Os principais exercícios foram: supino inclinado, puxador frente, elevação lateral, rosca alternada em pronação, tríceps coice, tríceps corda para membros superiores, e agachamento, leg press inclinado, mesa extensora e flexão plantar para membros inferiores, conforme prescrito por Newton et al¹⁵. Também foram utilizados exercícios abdominais (músculos retos, transversos, oblíquos e dorsais) com repetições variando entre 15 e 30. Durante todo o treinamento os atletas foram orientados a realizar as repetições em máxima velocidade para as cargas propostas e também a aumentar o peso conforme a adaptação ao número de repetições. Todas as sessões foram conduzidas sob orientação direta de um profissional capacitado.

Procedimentos nos Períodos de Avaliação

Os dois períodos de avaliação (Pré e Pós) foram conduzidos pelos mesmos avaliadores. Foi obedecida a mesma seqüência de aplicação dos testes, tendo intervalo similar entre eles. Foi solicitado aos nadadores que não realizassem esforços exaustivos durante as 24 horas que antecederiam o primeiro teste.

Massa corporal - Para a aferição da massa corporal, foi utilizada uma balança eletrônica com precisão de 0,1 kg.

Procedimentos nos Testes

Teste Dentro da Água - O teste foi realizado numa piscina de 25m e o aquecimento foi padronizado em dez minutos nadados em intensidade submáxima. Após 03 minutos o teste foi iniciado.

Testes Fora da Água - Foram utilizados aparelhos específicos para os movimentos propostos com anilhas que tinham massa entre 01 e 20 kg. Foram realizados testes de uma ação voluntária máxima (1AVM) e repetições máximas (REM). A reprodutibilidade de 1AVM e REM não foi verificada por indisponibilidade da amostra, composta de nadadores universitários. Em estudo anterior, Carnevale e Lamas¹⁶ utilizaram os mesmos testes em três exercícios: supino, remada deitada e meio agachamento. No atual estudo, foram avaliados grupos musculares semelhantes através dos exercícios: supino reto fechado (SRF), por apresentar maior analogia à posição de nado; remada deitada (RD) e leg press inclinado (LPI), por indisponibilidade de mesmo equipamento. Os testes foram precedidos por uma série de aquecimento (20 repetições), com aproximadamente 50% da carga estimada para a

primeira tentativa no teste de 1AVM e iniciados três minutos após o aquecimento. Em ambos os testes a técnica de execução foi padronizada e continuamente monitorada.

Testes

Todos os resultados dos testes foram relativizados pela massa corporal. Se o objetivo do trabalho fosse avaliar apenas o desempenho, as variáveis não deveriam ser relativizadas, afinal, as categorias na natação são separadas por idade e pela massa corporal, como acontece no judô, por exemplo. No entanto, a quantidade de massa pode ser determinante quando comparados dois grupos, em relação à sua força.

Capacidade Aeróbia (T10) - Proposto por Matsunami et al¹⁷, este teste tem por finalidade a determinação indireta da velocidade de 4mmol de lactato. Os autores verificaram alta correlação (0.95) entre a velocidade média no T10 (VmedT10) e a intensidade obtida no OBLA (*Onset Blood Lactate Accumulation*), avaliada no T30.

Os atletas foram orientados a nadar continuamente a máxima distância com a máxima e mais constante velocidade, para 10 minutos de esforço, sempre no estilo crawl. O teste foi iniciado com um sinal sonoro (apito), sendo repetido novamente aos 05 minutos e finalizado num terceiro sinal, aos 10 minutos. Determinada a VmedT10, esse valor foi lançado na equação: $OBLA = [1,047 \times VmedT10'(m/s)] - 0,068$.

No intuito de minimizar a influência da massa corporal na carga levantada, as velocidades no T10 foram relativizados pela seguinte equação: $(OBLA / \text{massa corporal}) \times 100$.

1AVM - Seguindo as orientações de Kraemer e Ratamess¹⁸, os indivíduos foram orientados a completar duas repetições, caso completadas, mostraria que a carga estaria abaixo da capacidade para 1AVM. Uma segunda tentativa aconteceu com uma carga superior (primeira possibilidade) ou inferior (segunda possibilidade) àquela empregada na tentativa anterior, após um intervalo mínimo de três minutos. O indivíduo deveria atingir a carga correspondente a 1AVM em, no máximo, 06 tentativas. Assim como no T10, os dados de 1AVM foram relativizados através da equação: $\text{massa levantada} / \text{massa corporal}$.

REM - Os sujeitos foram orientados a atingir o maior número de repetições, no período de 30 segundos (tempo aproximado da distância de 50m), com a carga de 70% de 1AVM. Carnevale e Lamas¹⁵ utilizaram procedimento similar, com a carga de 40% de 1AVM. Do teste REM foi analisado o número de repetições e a quilagem relativa erguida ($[70\% \text{ de } 1AVM \times \text{número de repetições}] / \text{Massa Corporal}$).

Análise Estatística

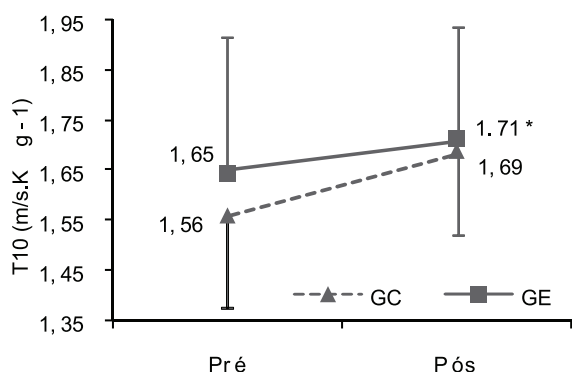
Os dados foram tratados utilizando o pacote estatístico Statistica™ for Windows. Para verificação da normalidade dos dados, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. Verificada a distribuição paramétrica, a comparação entre os períodos Pré e Pós-treinamento

dentro de cada um dos grupos e também entre os grupos foi feita pela análise de variância por medidas repetidas (ANOVA), seguida pelo teste de Post-Hoc de Scheffé. As correlações entre dados normais e entre dados não normais foram obtidas pelos coeficientes de Pearson e Spearman, respectivamente. Para todas as variáveis foi calculada a diferença percentual ($\Delta\%$) entre a média ou mediana dos momentos Pré e Pós. O nível de significância foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

A massa corporal não variou significativamente tanto no GC ($76,1 \pm 8,9$ Kg em Pré e $74,8 \pm 8,0$ Kg em Pós) quanto no GE ($69,9 \pm 6,0$ Kg em Pré e $69,2 \pm 6,3$ Kg em Pós). No entanto, em ambos os momentos houve diferenças intergrupos ($p < 0,001$).

Os resultados do GC e GE no T10 estão mostrados na Figura 2.



* Indica $p < 0,05$

Figura 2. Média \pm DP da velocidade relativa no T10 do GC e GE.

No T10, apenas o GC apresentou melhoras significantes de Pré para Pós ($p < 0,02$). O $\Delta\%$ da média do GC e do GE foi de 8,4% e 4,0%, respectivamente. Não houve diferença intergrupo em nenhum dos momentos.

Na quilagem relativa no SRF, o GC (Pré: $8,4 \pm 2,9$ kg e Pós: $9,9 \pm 1,9$) e o GE (Pré: $10,6 \pm 1,1$ kg e Pós: $11,8 \pm 1,8$) apresentaram alterações de 17,4 e 11,6% na média, respectivamente.

Tabela 1. Média \pm DP de 1AVM relativa e REM em Pré e Pós.

	1AVM Relativa			REM (repetições)		
	Pré	Pós	$\Delta\%$	Pré	Pós	$\Delta\%$
GC (n=8)						
SRF	$0,85 \pm 0,19$	$0,91 \pm 0,12$	+7,0	$15,8 \pm 4,9$	$15,6 \pm 2,3$	+5,9
RD	$0,76 \pm 0,11$	$0,83 \pm 0,09$	+8,2	$14,3 \pm 2,3$	$14,5 \pm 2,7$	+0,9
LPI	$3,73 \pm 0,91$	$4,26 \pm 1,01^*$	+14,0	$19,9 \pm 4,6$	$22,1 \pm 5,0$	+11,3
GE (n=8)						
SRF	$0,92 \pm 0,20$	$1,07 \pm 0,16^*\dagger$	16,5	$17,0 \pm 3,3$	$16,0 \pm 3,0$	-5,9
RD	$0,78 \pm 0,11$	$0,91 \pm 0,14^*\dagger$	+17,3	$12,8 \pm 1,8$	$13,5 \pm 2,1$	+5,9
LPI	$4,12 \pm 0,91$	$5,16 \pm 1,05^*\dagger$	+25,3	$23,9 \pm 5,7$	$25,9 \pm 3,3$	+8,4

* Diferença significativa entre os momentos Pré e Pós-experimento ($p < 0,05$). † Diferença significativa em relação ao GC no mesmo momento ($p < 0,05$).

A quilagem relativa da RD variou significativamente apenas no GE: de $6,9 \pm 1,4$ kg em Pré para $8,7 \pm 2,2$ kg em Pós, representando uma alteração de 25,2%. No GC essa alteração foi de 10,3% ($7,7 \pm 1,6$ kg em Pré e $8,5 \pm 2,2$ kg em Pós) e não houve significância.

Na quilagem relativa o GC apresentou variação de 26,6% na mediana do LPI (Pré – mediana: 48,5 kg, min: 36,2 kg e máx: 84,4 kg e Pós – mediana: 64,7 kg, min: 49,4 kg e máx: 96,2 kg), enquanto o GE variou 33,4% (Pré – mediana: 72,2 kg, min: 39,3 kg e máx: 98,7 kg e Pós – mediana: 91,3 kg, min: 70,3 kg e máx: 119 kg). Ambas as alterações mostraram significância ($p < 0,05$) intragrupo. Em Pós, verificaram-se diferenças intergrupos ($p < 0,05$) no exercício LPI.

Os resultados dos testes 1 AVM relativa e REM podem ser visualizados na Tabela 1.

A Tabela 2 apresenta os valores de correlação entre o $\Delta\%$ do T10 e das variáveis avaliadas fora da água.

Tabela 2. Correlação entre $\Delta\%$ da velocidade relativa no T10 e $\Delta\%$ das variáveis obtidas em testes fora da água.

	1 AVM Relativa	REM	Quilagem Relativa
GC (n=8)			
SRF	0,03	-0,23	0,10
RD	0,03	-0,69	-0,82*
LPI	-0,16	-0,38	-0,75
GE (n=8)			
SRF	0,09	0,30	0,34
RD	0,18	0,23	0,54
LPI	0,28	-0,02	0,12

* $p < 0,05$

DISCUSSÃO

O atual estudo traz importantes contribuições ao treinamento da natação, uma vez que a literatura não apresenta estudos que relacionem o ganho de força com o desempenho aeróbio. Outros estudos foram conduzidos com objetivo de avaliar a relação entre o ganho de força e o desempenho aeróbio, mas em outras modalidades esportivas.

Marcinik et al¹⁹ demonstraram que a utilização do treinamento de força durante 12 semanas, 03 vezes por semana, trouxeram alterações paralelas nas

variáveis 1AVM (de 20 a 52% em diferentes exercícios), tempo de exaustão (33%) e limiar de lactato (12%). Apesar da amostra de Marcinik et al¹⁹ ter sido composta de indivíduos destreinados, seus resultados estão em conformidade com os apresentados a respeito de atletas.

Paavolainen et al²⁰, avaliando corredores de cross-country, não verificaram melhoras no VO_{2max} após 09 semanas de treinamento de potência, no entanto, alterações positivas foram encontradas no desempenho em corridas de 05 km e nas características neuromusculares. Østerås et al¹³ submetem atletas de cross-country a 09 semanas, 03 vezes por semana, a um treinamento de força máxima e verificaram melhoras de 25.5% em 1AVM e 61% no tempo de exaustão. Em estudo similar Hoff et al¹² verificaram que atletas de esqui cross-country submetidos a 08 semanas, 03 vezes por semana, de treinamento de força máxima com ênfase nas adaptações neurais, promoveram aumentos de 9.9% no teste de 1AVM e 56.9% no desempenho aeróbio, avaliado pelo tempo de exaustão. Também foi constatada diminuição de 50 e 60% no tempo para atingir força pico em dois diferentes valores de carga, além de uma melhora de 27.5% na economia de movimento.

Todos os estudos citados anteriormente sugerem as variáveis neuromusculares como principais responsáveis pelo estreitamento da relação força muscular-desempenho aeróbio, podendo ser: o número, a sincronização e a taxa de ativação de unidades²¹⁻²² na contração muscular. Apesar da interdependência desses fatores, a taxa de ativação determina, primariamente, o número e a sincronia de unidades motoras (UMs). Havendo uma alta taxa de ativação, o recrutamento de UMs acontece de maneira sincronizada, isto é, UMs inativas passam a participar da contração, gerando aumentos significantes nos níveis de força¹⁴, caracterizando melhora de coordenação intramuscular.

Aliado a isso está a coordenação intermuscular, caracterizada pelo estreitamento das relações motoras entre dois ou mais músculos. A organização de ações musculares acontece de modo que agonistas, antagonistas e sinergistas exercem funções específicas para melhor desempenho técnico, o que gera um menor despendio energético. Segundo Gabriel et al¹⁴, o sistema nervoso central aprende a minimizar o antagonista e ações musculares desnecessárias, de modo que a força isométrica ótima é obtida quando a contração do agonista ocorre sem a co-ativação do antagonista. O treinamento de força atua em ambos os níveis de coordenação (inter e intramuscular), amenizando os efeitos da inibição no momento da contração, especialmente em ações musculares rápidas e também aumentando a taxa de ativação.

Na natação, Strass⁴ sugeriu que a transferência da força se relaciona mais intimamente com a capacidade de obter um maior valor de força num mesmo espaço de tempo, mesma variável indicada por Hoff et al¹².

Apesar do atual estudo não apresentar dados da curva força-tempo, foram detectado aumentos

de 16 a 25% em 1AVM, no GE, valores próximos aos apresentados por Tanaka et al¹: 25 a 35% para nadadores. Observou-se ainda que a capacidade de resistência de força também melhorou, pois o aumento significativo no teste de 1AVM fez com que os sujeitos do GE também tivessem a carga de 70%, no teste de REM, aumentada na segunda avaliação, fato confirmado pelo aumento significativa da quilagem relativa na RD e no LPI. Mesmo assim, após 12 semanas de treinamento de força, o $\Delta\%$ do T10 não foi significativamente correlacionado com nenhuma variação percentual dos indicadores de força fora da água, no GE.

Foram observadas duas limitações do estudo. A avaliação do desempenho aeróbio aconteceu de forma indireta, sendo mais fidedigna a análise através de lactato sanguíneo. Nos testes fora da água a reprodutibilidade não foi garantida, o que permite a possibilidade das alterações dos testes serem decorrentes de aprendizagem e erros de medida, e não somente pelo treinamento.

Mesmo assim, algumas hipóteses podem ser formuladas para explicar os resultados acima. A primeira e mais aceita é que possíveis ganhos coordenativos estão intimamente associados ao padrão de movimento adotado, como proposto por Semmler e Enoka apud Stone et al²¹. Num estudo anterior, Olbrecht e Clarys²³ mostraram que o treinamento de força não reflete os movimentos de nado nem no padrão eletromiográfico e nem na coordenação de movimento dos exercícios que simulam a braçada. Já nas modalidades realizadas em terra, o meio em que são realizados (ar) é o mesmo que no treinamento de força, o que facilita a analogia dos movimentos.

Uma segunda possibilidade é de que o treinamento de força fora da água seja concorrente ao desenvolvimento da capacidade de resistência. Tanaka et al¹ submetem nadadores a um treinamento de força em conjunto com o treinamento convencional dentro da água. Apesar de aumentos de até 35% na força muscular avaliada fora da água, não foi constatada nenhuma interferência significativa no desempenho ou potência de nado.

Uma terceira possibilidade seria a diferença de periodicidade nos treinos de força. Os estudos citados anteriormente utilizaram 03 sessões semanais, enquanto o atual estudo utilizou 02. Entretanto, Tanaka et al¹, utilizando 03 sessões semanais, não verificaram alterações no desempenho aeróbio. Além disso, o GC apresentou maior melhora na resistência aeróbia do que o GE, apesar deste último ter tido aumentos significantes na força fora da água, sugerindo que o responsável pelas alterações no desempenho de ambos os grupos foi o treinamento dentro da água.

CONCLUSÃO

Com os resultados apresentados é possível concluir que o aumento da força fora da água não teve relação com o desempenho aeróbio dentro da água. Essa conclusão, em conjunto com resultados

anteriores², questiona a utilização do treinamento fora da água como principal meio de ganho de força no treinamento de nadadores competitivos, uma vez que esse ganho não contribui nem para a melhora do desempenho em 50m, no qual a potência ocupa um papel mais determinante (25 e 50m), e nem para o desempenho aeróbio, considerado qualidade básica nas modalidades cíclicas. Reconhecemos, no entanto, que outros estudos devem ser conduzidos com o objetivo de verificar a relação entre aumento da força específica com aumento do desempenho aeróbio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tanaka H, Costill DL, Thomas R, Fink WJ, Widrick JJ. Dry-land resistance training for competitive swimming. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25(8):952-959.
2. Barbosa AC, Andries Júnior O. Efeito do treinamento de força no desempenho da natação. *Rev Bras Educ Fis Esp* 2006;20(2):141-150.
3. Jensen CR. Effects of five training combinations of swimming and weight training on swimming the front crawl. *Res Quarterly* 1963;34(4):471-477.
4. Strass D. Effects of maximal strength training on sprint performance of competitive swimmers. In: Ungerechts BE, Wilke K, Reischles K, organizadores. *Swimming Science V – International Series on Sports Science*. Champaign: Human Kinetics; 1986. p. 149-156.
5. Nunney DN. Relation to circuit training to swimming. *Res Quarterly* 1960; 31: 188-198.
6. Miyashita M, Kanehisa H. Effects of isokinetic, isotonic and swim training on swimming performance. In: Hollander AP, Huijing PA, De Groot G, organizadores. *Biomechanics and Medicine in Swimming*. Champaign: Human Kinetics; 1983. p. 329-334.
7. Hoppeler H. Exercise-induced changes in skeletal muscle. *Int J Sports Med* 1986;7:187-204.
8. Costill DL, Flynn MG, Kirwan JP, Houmard JA, Mitchell JB, Thomas R, et al. Effects of repeated days of intensified training on muscle glycogen and swimming performance. *Med Sci Sports Exerc* 1988;20(3):249-254.
9. Maglischo EW. *Nadando ainda mais rápido*. São Paulo: Manole; 1999.
10. Sale DG, Jacobs I, Macdougall JD, Garner S. Comparison of two regimens of concurrent strength and endurance training. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22(3):348-356.
11. Bonen A, Heynen M, Hatta H. Distribution of monocarboxylate transporters MCT1-MCT8 in rat tissues and human skeletal muscle. *Appl Physiol Nutr Metab* 2006;31(1):31-39.
12. Hoff J, Gran A, Helgerud J. Maximal strength training improves aerobic endurance performance. *Scand J Med Sci Sports* 2002;12:288-295.
13. Østerås H, Helgerud J, Hoff J. Maximal strength-training effects on force-velocity and force-power relationship explains increases in aerobic performance in humans. *Eur J Appl Physiol* 2002;88:255-263.
14. Gabriel DA, Basford JR, An K. Neural Adaptations to Fatigue: Implications for muscle Strength and Training. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(8):1354-1360.
15. Newton RU, Jones J, Kraemer WJ, Wardle H. Strength and power training of Australian Olympic swimmers. *Strength Cond J* 2002;24(3):7-15.
16. Carnevale RV, Lamas L. Participação da força máxima e da resistência de força rápida no desempenho da natação: aplicação aos 50 metros livre. *Anais do XXVII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte*. São Paulo: Cefafiscs; 2004. p. 208.
17. Matsunami M, Taguchi M, Taimura A, Suga M, Taba S. Relationship among different performance tests to estimate maximal aerobic swimming speed. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31(5):105.
18. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(4):674-688.
19. Marcinik EJ, Potts J, Schlabach G, Will S, Dawson P, Hurley BF. Effects of strength training on lactate threshold and endurance performance. *Med Sci Sports Exerc* 1991; 23(6): 739-743.
20. Paavolainen L, Hakkinen K, Hamalainen I, Numela A, Rusko H. Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *J Appl Physiol* 1999;86:1527-1533.
21. Stone M, Stone M, Lamont H. *Ejercicio Explosivo*. *PubliCE Standard* [periódico on line]. 2005; 451. Disponível em <<http://www.sobreetrenamiento.com/PubliCE/Articulo.asp?ida=451&tp=s>> [2005 mai 15].
22. Cronin JB, Mcnair PJ, Marshall RN. Is Velocity-Specific-Strength Training Important in Improving Functional Performance? *J Sports Med Phys Fitness* 2002;42:267-273.
23. Olbrecht J, Clarys JP. EMG of Specific Strength Training Exercise for Front Crawl. In: Hollander AP, Huijing PA, De Groot G, organizadores. *Biomechanics and Medicine in Swimming*. Champaign: Human Kinetics; 1983. p. 136-141.

Endereço para correspondência

Orival Andries Júnior
Cidade Universitária Zeferino Vaz, Caixa Postal 6134,
Laboratório de Atividades Aquáticas
CEP: 13.081-970, Campinas, SP, Brasil.
E-mail: augustocarvalhobarbosa@yahoo.com.br

Recebido em 12/04/07
Revisado em 03/05/07
Aprovado em 09/05/07