

# RELAÇÃO ENTRE A POTÊNCIA MECÂNICA DE NADO E O RENDIMENTO NA NATAÇÃO

GUILHERME TUCHER

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência da Motricidade Humana (Procihm) –  
Universidade Castelo Branco-RJ (UCB-RJ)  
Faculdade de Minas (Faminas) – Muriaé  
E-mail: [guitucher@yahoo.com.br](mailto:guitucher@yahoo.com.br)

ANDRÉ LUIZ MARQUES GOMES

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Medicina do Esporte –  
Universidad Católica "Nuestra Señora"  
Laboratório de Fisiologia do Exercício da Universidade Estácio (Laflex) –  
Campos dos Goytacazes – Rio de Janeiro  
E-mail: [as.andre.gomes@gmail.com](mailto:as.andre.gomes@gmail.com)

ESTÉLIO HENRIQUE MARTIN DANTAS

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência da Motricidade Humana (Procihm) –  
Universidade Castelo Branco-RJ (UCB-RJ)  
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Medicina do Esporte –  
Universidad Católica "Nuestra Señora"  
Bolsista de Produtividade em Pesquisa (IB) do Conselho Nacional de  
Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)  
E-mail: [estelio@cobrase.org.br](mailto:estelio@cobrase.org.br)

## RESUMO

*O estudo teve como objetivo correlacionar a potência mecânica propulsiva com algumas variáveis antropométricas e o resultado nos 100m nado livre de nadadores competitivos. Participaram 42 indivíduos (20 mulheres), treinando regularmente há pelo menos 1 ano e 6 meses. Os homens com idade de  $15 \pm 1,81$  anos, massa corporal de  $63 \pm 11,50$ kg e estatura de  $171 \pm 8,30$ cm, enquanto as mulheres com idade de  $14 \pm 2,01$  anos, massa corporal de  $53 \pm 6,54$ kg e estatura de  $160 \pm 5,62$ cm. A potência mecânica (Pm) e a potência mecânica relativa (PmR) foram correlacionadas com variáveis antropométricas e o desempenho, em cada gênero e tomando um único grupo. Os resultados apontaram boa correlação da Pm com a idade ( $r = 0,60$  e  $p = 0,003$ ), força manual ( $r = 0,60$  e  $p = 0,003$ ) e o desempenho ( $r = 0,95$  e  $p < 0,001$ ) para os homens, e nas mulheres, para o desempenho ( $r = 0,95$  e  $p < 0,001$ ). A PmR apresentou boa correlação com o desempenho para os homens ( $r = 0,95$  e  $p < 0,001$ ) e as mulheres ( $r = 0,97$  e  $p < 0,001$ ). Com um único grupo, encontrou-se boa correlação da Pm com a massa corporal ( $r = 0,62$  e  $p < 0,001$ ), força manual ( $r = 0,60$  e  $p < 0,001$ ), área de superfície corporal ( $r = 0,62$  e  $p < 0,001$ ) e desempenho ( $r = 0,94$  e  $p < 0,001$ ). Também aqui, a PmR só obteve boa correlação com o rendimento ( $r = 0,96$  e  $p < 0,001$ ). Consideramos que algumas caracte-*

*terísticas físicas e aspectos relacionados à força podem ser importantes para o rendimento do nadador, ainda mais quando analisada em termos relativos, porém é importante levar em consideração a qualidade técnica e a capacidade de aplicação e manutenção da força desejada ao longo do evento competitivo.*

*PALAVRAS-CHAVE: Natação; potência mecânica; treinamento.*

## INTRODUÇÃO

O processo de treinamento é organizado visando elevar o rendimento ou *performance* atlética em eventos competitivos (DERENNE; HO; MURPHY, 2001; MOREIRA et al., 2004; CUNHA et al. 2005; BENELI; RODRIGUES; MONTAGNER, 2006). Para atletas de natação, utilizaremos de suas capacidades para o desenvolvimento e manutenção de uma velocidade máxima ideal à distância de prova em momento específico do planejamento (STEWART; HOPKINS, 2000). É importante que ao encarar um processo de preparação, tenhamos conhecimento do grau necessário para atingir um bom resultado. Isso implica um constante controle do nível de desempenho, nos seus diversos níveis de possibilidades, como na análise do desporto, nível do desportista e objetivo traçado (SILVA et al., 2006). Até porque é de conhecimento que na natação e no esporte em geral uma ótima *performance* geralmente não depende de um único fator (STEWART; HOPKINS, 2000; GUBLIELMO; DENADAI, 2001; SILVA et al., 2006).

Não podemos prever o desempenho de um nadador apenas por aspectos metabólicos, lembrando da dependência e integração da técnica e de vários outros componentes (GUBLIELMO; DENADAI, 2001). Pontos importantes como a interação que o corpo e suas particularidades devem ter com a água (MERMIER et al., 2000; DAMSGAARD et al., 2001; HUE et al., 2005) para que possa ocorrer um deslocamento eficaz e eficiente, específico as necessidades competitivas (NIKODELIS; KOLLIAS; HATZITAKI, 2005; CHOLLET et al., 2006), fatores como a resistência da água (VILAS-BOAS, 2000; VILAS-BOAS; FERNANDES; KOLMOGOROV, 2001; YANAI, 2003), fluvariabilidade e até mesmo o posicionamento corporal são muito estudados (KJENDLIE et al., 2004; HUE et al., 2005).

Para que haja o deslocamento do nadador na água, a força propulsiva gerada deverá ser pelo menos igual ao arrasto hidrodinâmico (D), que é aquele que a água opõe ao seu deslocamento (VILAS-BOAS, 2000; VILAS-BOAS; FERNANDES; KOLMOGOROV, 2001; FERNANDES; BARBOSA; VILAS-BOAS, 2002). O aumento do arrasto hidrodinâmico é esperado com o avançar da idade do nadador em virtude do crescimento do atleta, o que irá aumentar ainda mais sua área de contato frontal, e também pelo aumento da sua velocidade de nado ao longo dos anos. Com o aumento da velo-

cidade de nado, o arrasto hidrodinâmico é aumentado de acordo com o quadrado dessa velocidade (VILAS-BOAS; FERNANDES; KOLMOGOROV, 2001). Nas crianças e nos adolescentes em processo de maturação, são evidentes algumas alterações na composição corporal que podem contribuir positivamente com o desempenho esportivo, inclusive em nadadores (PÉREZ et al., 2006). Na natação, porém, essas mudanças podem alterar o arrasto hidrodinâmico e conseqüentemente os valores necessários de propulsão (VILAS-BOAS, 2000; VILAS-BOAS; FERNANDES; KOLMOGOROV, 2001; FERNANDES; BARBOSA; VILAS-BOAS, 2002).

A capacidade propulsiva é de fundamental importância para o nadador e depende principalmente do desenvolvimento das capacidades técnicas e das qualidades físicas que sustentam a expressão mecânica da força (VILAS-BOAS, 2000; VILAS-BOAS; FERNANDES; KOLMOGOROV, 2001; FERNANDES; BARBOSA; VILAS-BOAS, 2002). Nesse sentido, a capacidade propulsiva é dependente da potência mecânica propulsiva ( $P_m$ ), que resumidamente se dá pela interação da força de arrasto hidrodinâmico ( $D$ ) e a velocidade ( $V$ ) que o nadador é capaz de gerar para o seu deslocamento, surgindo como uma importante competência para o sucesso na modalidade. A potência é diretamente proporcional à distância e à força, mas indiretamente proporcional ao tempo. Seu desenvolvimento é muito importante no esporte, em que cada movimento deve ser executado tão forte e rapidamente quanto possível (ELLIOTT; WAGNER; CHIU, 2007). Porém, ao mesmo tempo em que o nadador deve gerar mais força e aumentar sua velocidade, esta irá aumentar o valor do arrasto hidrodinâmico ao seu deslocamento.

Baseado na literatura apresentada, este estudo objetivou correlacionar a  $P_m$  com algumas características físicas e o resultado dos 100m nado livre em atletas de natação.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram escolhidos voluntariamente 42 atletas (20 mulheres), participantes do Circuito Lagos de Natação – 2006 na cidade de Araruama (RJ), com histórico de treino regular de pelo menos 1 ano e 6 meses.

A prova de 100m nado livre foi realizada em piscina semi-olímpica de oito raias e o aquecimento foi realizado em séries de moderada a forte (50 a 80% da melhor marca do nadador) com duração de 30 a 40 minutos. A estratégia de prova ficou a cargo do planejamento do atleta. Cerca de 10 a 15 minutos após o aquecimento teve início o evento competitivo, fazendo parte da primeira prova do programa. Para a tomada de tempo, foi usado o resultado oferecido pela organização, posteriormente disponível.

Como a prova ocorreu na parte da tarde, durante a manhã os atletas foram avaliados quanto à estatura, envergadura (indivíduo em pé, de frente para uma parede, com afastamento lateral dos braços, foi tomada a distância entre os dois pontos dactiloidais), comprimento do braço (distância entre o acrômio e o dátilon), massa corporal (balança digital TechLine modelo Tec 30) e força de pressão manual (dinamômetro manual da marca Saehan) (PITANGA, 2004).

A Pm foi obtida pela fórmula:  $Pm = D \cdot V$  (onde Pm é a potência mecânica gerada pelo nadador, D é o arrasto hidrodinâmico e V é a velocidade média do percurso). O arrasto hidrodinâmico (D) dá-se pelo produto do coeficiente de arrasto do corpo ( $C_d$ ), da massa específica da água ( $\rho$ ), área de secção transversal do corpo transversal à direção de D (S) e o quadrado da velocidade ( $D = C_d \cdot \rho \cdot S \cdot V^2$ ) (VILAS-BOAS; FERNANDES; KOLMOGOROV, 2001). Resumidamente, podemos ter essa expressão como  $D = S \cdot V^2$ , pois  $C_d$  é um valor de pouca variação e  $\rho$  uma constante (Vilas-Boas, Fernandes e Kolmogorov, 2001). A área de secção transversal (S) pode ser estimada através do volume corporal, que por sua vez é inferido através do peso e da altura do nadador (VILAS-BOAS; FERNANDES; KOLMOGOROV, 2001). Como S, e conseqüentemente D, são dependentes da altura e do peso do atleta, correlacionamos esses dados através da área de superfície corporal (BSA) proposta por Gehan e George apud Kjendlie et al. (2004), também dependentes destas variáveis:  $BSA = 0,0235 \cdot \text{altura}^{0,42246} \cdot \text{peso}^{0,51456}$ . Assim, temos que  $Pm = (BSA \cdot V^2) \cdot V$ ; ou seja,  $Pm = BSA \cdot V^3$ . A potência mecânica relativa (PmR) foi obtida pela equação  $Pmr = Pm / MC$  (onde PmR é a potência mecânica relativa, Pm é a potência mecânica gerada pelo nadador e MC é a massa corporal do nadador).

Os resultados foram tratados por meio das medidas descritivas de costume (média e desvio-padrão). O teste de Pearson foi realizado buscando correlação da Pm e da PmR com a idade, características físicas e o rendimento nos 100m nado livre dos nadadores (representado pela velocidade de nado). Foram consideradas apenas as correlações significativas e a partir de uma classificação considerada média-alta ( $0,60 \leq r < 0,80$ ) (SIGMOUND, 2004). O Teste T independente foi realizado entre os gêneros para todas as variáveis avaliadas. Em todos os casos, assumiu-se  $p < 0,05$ . Utilizou-se o programa SPSS 12.0 para Windows.

O estudo obedeceu aos critérios de ética em pesquisas com humanos, resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996 (CNS), aprovado pelo comitê de ética da Universidade Castelo Branco. Todos os participantes foram informados sobre os procedimentos experimentais e concordaram por meio do consentimento esclarecido por escrito, sendo que para os menores de 18 anos o termo de consentimento foi assinado pelos responsáveis.

## RESULTADOS

As variáveis avaliadas para os homens e mulheres participantes desta pesquisa podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1 – Idade, características físicas, força de pressão manual, potência mecânica (Pm), potência mecânica relativa (PmR) e tempo de execução nos 100m nado livre dos indivíduos avaliados. Os valores são apresentados em média e desvio-padrão (DP)

	Média (DP)	
	Homens	Mulheres
Idade (anos)	15 (1,81)	14 (2,01)
Estatura (cm)	171,66 (8,30)	160,65 (5,62)
Envergadura (cm)	177,73 (11,11)	163,80 (6,92)
Comprimento do braço (cm)	76,85 (4,74)	70,78 (3,61)
Massa corporal (kg)	63,15 (11,50)	53,17 (6,54)
Área de superfície corporal (m <sup>2</sup> )	1,74 (0,19)	1,55 (0,12)
Força de pressão manual (Kg)	36,09 (10,81)	24,23 (5,13)
Potência mecânica (Pm)	4,09 (1,49)	2,98 (1,18)
Potência mecânica relativa (PmR)	0,06 (0,02)	0,06 (0,02)
Resultado (seg)	76,97 (7,75)	82,81 (10,21)

Encontrou-se correlação média-alta da Pm com a idade ( $r = 0,60$  e  $p = 0,003$ ), com a força de pressão manual ( $r = 0,60$  e  $p = 0,003$ ) e correlação alta com o desempenho ( $r = 0,95$  e  $p < 0,001$ ) para os homens, e com o desempenho ( $r = 0,95$  e  $p < 0,001$ ) das mulheres. Obteve-se correlação alta da PmR com o desempenho dos homens ( $r = 0,95$  e  $p < 0,001$ ) e das mulheres ( $r = 0,97$  e  $p < 0,001$ ). Não se encontrou correlação ao menos média-alta da PmR com alguma das variável antropométricas avaliadas. Apenas a massa corporal ( $p < 0,01$ ), a área de superfície corporal ( $p < 0,001$ ), D ( $p < 0,001$ ) e Pm ( $p < 0,01$ ) apresentaram diferença significativa entre homens e mulheres. Não foi encontrada diferença significativa entre gêneros para a PmR ( $p = 0,15$ ).

Avaliando todos os indivíduos em apenas um grupo, encontrou-se correlação média-alta da Pm com a massa corporal ( $r = 0,62$  e  $p < 0,001$ ), força de pressão manual ( $r = 0,60$  e  $p < 0,001$ ), área de superfície corporal ( $r = 0,62$  e  $p < 0,001$ ) e correlação alta com o desempenho ( $r = 0,94$  e  $p < 0,001$ ). A PmR também apresentou correlação alta com o desempenho dos nadadores ( $r = 0,96$  e  $p < 0,001$ ). Ainda se faz interessante apresentar, na tabela 2, os valores de Pm e PmR dos 42 nadadores alinhados em ordem decrescente de acordo com a velocidade nos 100m nado livre.

Tabela 2 – Ordenação decrescente pela velocidade nos 100m nado livre dos 42 nadadores avaliados com a respectiva potência mecânica propulsiva (Pm) e potência mecânica relativa (PmR) obtida

Colocação	Pm	PmR	Colocação	Pm	PmR	Colocação	Pm	PmR
1º	5,95	0,12	15º	3,85	0,06	29º	2,71	0,05
2º	6,42	0,11	16º	3,87	0,06	30º	2,88	0,05
3º	6,10	0,10	17º	3,37	0,06	31º	2,93	0,05
4º	6,18	0,09	18º	3,09	0,07	32º	2,45	0,05
5º	5,71	0,08	19º	3,57	0,06	33º	2,04	0,05
6º	5,26	0,09	20º	3,02	0,06	34º	2,19	0,05
7º	6,57	0,08	21º	3,35	0,06	35º	2,38	0,04
8º	6,68	0,07	22º	3,64	0,05	36º	2,50	0,04
9º	4,76	0,08	23º	3,08	0,06	37º	2,32	0,04
10º	4,45	0,07	24º	3,08	0,05	38º	2,32	0,04
11º	3,88	0,07	25º	2,66	0,05	39º	2,00	0,04
12º	3,87	0,07	26º	3,15	0,05	40º	2,22	0,04
13º	3,33	0,07	27º	2,50	0,05	41º	1,58	0,04
14º	3,46	0,06	28º	3,06	0,05	42º	1,18	0,02

## DISCUSSÃO

A capacidade propulsiva é dependente tanto do desenvolvimento técnico como físico para o seu desdobramento. O arrasto hidrodinâmico (D) (que a água opõe ao deslocamento) é menos dependente da técnica (se comparado a Pm) e grandemente determinada por fatores constitucionais (VILAS-BOAS, 2000; VILAS-BOAS; FERNANDES; KOLMOGOROV, 2001). O arrasto hidrodinâmico é dependente das características físicas do nadador como altura e o peso, tendendo a gerar maior área de atrito frontal (S) com a água (VILAS BOAS; FERNANDES, 2001). Segundo Vilas-Boas, Fernandes e Kolmogorov (2001), Pm tende a aumentar com a idade e o nível desportivo entre os nadadores do sexo masculino. Tivemos o mesmo achado quanto a idade ( $r = 0,60$  e  $p = 0,003$ ) e o desempenho para os homens ( $r = 0,95$  e  $p < 0,001$ ), principalmente levando em consideração o nível de significância encontrado. O autor ainda destaca que o mesmo não aconteceu com as nadadoras, o que corrobora com os nossos achados para as meninas quanto a idade ( $r = 0,41$ ). Já para as mulheres, obtivemos uma correlação expressiva da Pm com o desempenho ( $r = 0,95$  e  $p < 0,001$ ).

A eficiência propulsora aumenta com o tamanho do membro propulsor (tamanho do braço e largura das mãos) e se correlaciona muito bem com a altura (KJENDLIE et al., 2004). Há a tendência de que os nadadores mais experientes con-

sigam nadar em maiores velocidades com uma frequência de braçadas cada vez menor (YANAI, 2003). A amplitude de braçada pode ser considerada como fator determinante para a *performance* na natação (YANAI, 2003; KJENDLIE et al., 2004). Há uma boa correlação entre a amplitude de braçada com a altura corporal ( $r = 0,89$ ) e com o comprimento do braço ( $r = 0,90$ ). Porém alguns nadadores não empregam uma boa técnica e acabam comprometendo grandemente na amplitude da braçada (KJENDLIE et al., 2004) e assim a potência mecânica (VILAS-BOAS; FERNANDES; KOLMOGOROV, 2001).

Apesar de não termos controlado a amplitude de braçadas no presente estudo e sabendo de sua correlação com a altura corporal e comprimento do braço, era de se esperar que os nadadores mais altos, com maior envergadura e comprimento de braço, obtivessem melhores expressões de Pm. Por apresentarem boa correlação da força de pressão manual e Pm ( $r = 0,60$  e  $p < 0,01$ ), isso era esperando principalmente nos homens, mas o mesmo não se aplicou as características físicas mencionadas. Isso pode ser um indicativo de uma aplicação inadequada da força em virtude de algum comprometimento técnico dos nadadores. Esse pode ser um indicativo de que alguns nadadores possuem a força, porém não a transformam em um deslocamento eficiente. Ou mesmo, que por ser um teste de caráter geral, a utilização da força de pressão manual já não serve de parâmetro para o nível desportivo do grupo.

As diferenças na *performance* em eventos anaeróbicos dependem primariamente das dimensões corporais (DORÉ et al., 2001). Da mesma maneira, em razão da menor massa muscular, as crianças geram menor potência absoluta em exercícios de alta intensidade (RATEL; DUCHÉ; WILLIAMS, 2006). Porém, Bencke et al. (2002) encontraram desaparecimento na desigualdade da capacidade anaeróbica média, através do teste de Wingate, entre os esportes, quanto os resultados foram relativos a massa corporal. Indicando, portanto, que a potência anaeróbica tem maior relação com o tamanho muscular do que com o treinamento. Um dos fatores que justificou a diferença significativa no desempenho entre os gêneros foi o valor da Pm ( $P = 0,01$ ). A potência mecânica é importante, significa uma boa aplicação da força (ELLIOTT et al., 2007), e correlacionou-se muito bem com o desempenho em ambos os gêneros. Porém, quando esses valores se apresentaram de forma relativa, não obtivemos a mesma diferença ( $p = 0,14$ ), mostrando-se bem semelhante entre os homens e mulheres.

Prestes et al. (2006), no seu estudo com 90 nadadores do gênero masculino e 70 do feminino, apontaram as alterações corporais (massa corporal, estatura, massa magra e gorda, envergadura, percentual de gordura) em três categorias na natação: infantil, juvenil e júnior. Existe uma diferença nas variáveis antropométricas entre as

categorias. Os homens tendem a ter maior massa corporal, massa magra e estatura do que as mulheres, e estas geralmente apresentam maior percentual de gordura. Os indivíduos mais velhos, de ambos os gêneros, também apresentam maiores valores para estas variáveis em relação aos mais novos. Levando em conta as diferenças significativas no percentual de gordura e massa corporal a favor das mulheres (tendência de maior percentual de gordura e menor massa corporal) (PRESTES et al., 2006), elas tenderiam a ter uma menor densidade corporal (VILAS-BOAS, 2000), com melhor fluabilidade e assim possivelmente menor S e respectivamente menor D. Podemos considerar que os valores da Pm foram, para os homens, grandemente influenciados por possuírem maiores D. Sabendo da diferença significativa dos valores que apresentaram para as mulheres em D ( $p < 0,001$ ) e área de superfície corporal ( $p < 0,001$ ), isso fica mais evidente.

Como os homens precisam vencer uma maior D, é necessário um nível de força maior para que haja a aceleração, o que foi comprovado em nosso estudo. Dessa maneira, mesmo com uma produção de força menor, a mulher, ou indivíduo com menor constituição física (massa corporal, por exemplo), pode produzir maior Pm através de um aumento nos valores da velocidade e não de D. Observamos que para os homens e mulheres, a correlação com o desempenho tendeu a melhorar quando a PmR foi correlacionada com o rendimento obtido. Outro fator que parece indicar tal conclusão é a alta correlação de Pm ( $r = 0,94$  e  $p < 0,001$ ) e de PmR ( $r = 0,96$  e  $p < 0,001$ ) com o rendimento quando analisamos os resultados com um único grupo. Essa conclusão pode ser exemplificada pelos resultados na Tabela 2 e Pm e PmR. O nadador na classificação geral, com a melhor Pm ficou em oitavo lugar. Da mesma maneira, a Pm do primeiro colocado é menor do que a dos três próximos colocados. Porém, de maneira relativa, podemos perceber que a PmR segue quase que uma ordem perfeita e decrescente do primeiro até o último colocado.

Esses resultados podem indicar uma maneira de quantificar a força necessária para o sucesso do nosso atleta, através do cálculo da PmR, tão importante em outras modalidades esportivas em que se deve superar o próprio peso corporal. Por isso que um indivíduo com menor Pm pode vencer outro. Ou seja, apesar de a força empregada ser maior, a resistência que o nadador encontra ao seu deslocamento também é grande e não necessariamente se transformou em deslocamento eficiente (VILAS-BOAS; FERNANDES; KOLMOGOROV, 2001). Apesar de S ter correlação com fatores constitucionais, como peso e altura (idem, ibidem), S porventura pode elevar-se em razão de momentos em que alguma parte indesejada do corpo está em contato indevido com a água, como em nadadores com uma baixa qualidade técnica.



Apesar da alta correlação da Pm e PmR com o rendimento, fatores como qualidade e domínio técnico, capacidade e aplicação específica das habilidades físicas desenvolvidas ao longo do processo de treinamento, bem como a experiência competitiva, são fatores decisivos para um bom desempenho (KOVACS, 2007) e devem ser levados em consideração no momento dessa avaliação.

## CONCLUSÕES

A Pm reflete uma capacidade de produção de força do nadador. Nadadores com membros longos e razoável qualidade técnica e de força, em virtude do tamanho do membro propulsor, têm grandes chances de apresentar melhor eficiência propulsora. A força aplicada de maneira correta e na proporção ideal pode aumentar a potência mecânica dentro da água. Porém, como Pm depende não só da velocidade do nadador mas também de D, e dificilmente conseguimos mudar algumas características constitucionais (massa corporal e altura), devemos buscar a todo custo por padrões de excelência nos movimentos executados dentro da água e, mais ainda, aumento da força específica aplicada. Isso se reflete pelo cálculo da PmR e é muito importante que os nadadores tenham conhecimento desse índice, tanto os de maior nível competitivo quanto os iniciantes. Portanto, o processo de maturação e conseqüentemente o aumento da massa corporal, em crianças e adolescentes, pode fazer com que os níveis de Pm adquiridos anteriormente não sejam suficientes para apresentar os mesmos rendimentos e servir como um parâmetro ideal de julgamento, sendo de maior valia a interpretação dos valores de PmR.

### Relation between power mechanics of swimmers and the performance in swimming

*ABSTRACT: The objective of the study was to correlate the power propulsive mechanics with some anthropometric variable and the performance in the 100m free style in competitive swimmers. 42 individuals had participated (20 women), training regularly at least 1 year and 6 months. The men with age of  $15 \pm 1.81$  years, mass of  $63 \pm 11,50$ kg and stature of  $171 \pm 8,30$ cm, while the women with age of  $14 \pm 2.01$  years, mass of  $53 \pm 6,54$ kg and stature of  $160 \pm 5,62$ cm. The mechanical power (Pm) and the mechanical power relative (PmR) had been correlated with anthropometric variable and the performance, in each gender and taking an only group. The results had pointed a good correlation of the Pm with the age ( $r = 0.60$  and  $p = 0.003$ ), manual force ( $r = 0.60$  and  $p = 0.003$ ) and the performance ( $r = 0.95$  and  $p < 0.001$ ) to the men, and to the performance ( $r = 0.95$  and  $p < 0.001$ ) in the women. The PmR presented good correlation with the performance for the men ( $r = 0.95$  and  $p < 0.001$ ) and the women ( $r = 0.97$  and  $p < 0.001$ ). With an only group, we*

find good correlation of the Pm with the body mass ( $r = 0.62$  and  $p < 0.001$ ), manual force ( $r = 0.60$  and  $p < 0.001$ ), body surface area ( $r = 0.62$  and  $p < 0.001$ ) and performance ( $r = 0.94$  and  $p < 0.001$ ). Also here, the PmR got good correlation with the performance ( $r = 0.96$  and  $p < 0.001$ ). We consider that some physical characteristics and aspects related to the force can be important for the performance of the swimmer, however is important to take in consideration the quality technique and the capacity of application and maintenance of the force desired throughout the competitive event.

KEY WORDS: Swimming; mechanic power; training.

## Relación entre la potencia mecánica de nado y el rendimiento en la natación

RESUMEN: El estudio tuvo como objetivo correlacionar la potencial mecánica propulsiva con algunas variables antropométricas y el resultado en los 100m de nado libre en nadadores competitivos. Participaron 42 individuos (20) mujeres, entrenando con regularidad hacia 1 año y 6 meses. Los hombres con edad entre  $15 \pm 1,81$  años, masa corporal de  $63 \pm 11,50$ kg y estatura de  $171 \pm 8,30$ cm, mientras las mujeres con edad de  $14 \pm 2,01$  años, masa corporal de  $53 \pm 6,54$ kg y estatura de  $160 \pm 5,62$ cm. La potencia mecánica propulsiva (Pm) y la potencia mecánica relativa (PmR) habían sido correlacionadas con las variables antropométricas y lo desempeño, en cada uno de los sexos y con un único grupo. Los resultados muestran una buena correlación de la Pm con la edad ( $r = 0,60$  y  $p = 0,003$ ), la fuerza manual ( $r = 0,60$  y  $p = 0,003$ ) y el desempeño ( $r = 0,95$  y  $p < 0,001$ ) con respecto a los hombres, y en las mujeres, con respecto al desempeño ( $r = 0,95$  y  $p < 0,001$ ). La PmR presentó la buena correlación con el desempeño para los hombres ( $r = 0,95$  y  $p < 0,001$ ) y las mujeres ( $r = 0,97$  y  $p < 0,001$ ). Con un único grupo encontramos buena correlación del Pm con la masa corporal ( $r = 0,62$  y  $p < 0,001$ ), la fuerza manual ( $r = 0,60$  y  $p < 0,001$ ), el área de la superficie corporal ( $r = 0,62$  y  $p < 0,001$ ) y el desempeño ( $r = 0,94$  y  $p < 0,001$ ). También aquí, la PmR presentó buena correlación con el rendimiento ( $r = 0,96$  y  $p < 0,001$ ). Consideramos que algunas características físicas y aspectos relacionados con la fuerza puedan ser importantes para el rendimiento del nadador, aún más cuando está analizada relativamente, no obstante es importante admitir la consideración de la calidad técnica y la capacidad del uso y mantenimiento de la fuerza a través del acontecimiento competitivo

PALABRAS CLAVES: Natación; potencia mecánica; entrenamiento.

## REFERÊNCIAS

- BENCKE, J.; DAMSGAARD, R.; SAEKMOSE, A.; JORGENSEN, P.; JORGENSEN, K.; KLAUSEN, K. Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, v. 12, n. 3, p. 171-178, 2002.
- BENELI, L. M.; RODRIGUES, E. F.; MONTAGNER, P. C. Periodização do treinamento desportivo para atletas de categoria infantil masculino de basquetebol. *Revista Treinamento Desportivo*, v. 7, n. 1, p. 29-35, 2006.

- CHOLLET, D.; SEIFERT, L.; BOILESTEIX, L.; CARTER, M. Arm to leg coordination in elite butterfly swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, v. 27, n. 4, p. 322-329, 2006.
- CUNHA, T. S.; TANNO, A. P.; MOURA, M. J. C. S.; MARCONDES, F. K. Relação entre a administração de esteróide anabólico androgênico, treinamento físico aeróbico e supercompensação do glicogênio. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 11, n. 3, p. 187-192, 2005.
- DAMSGAARD, R.; BENCKE, J.; MATTHIESEN, G.; PETERSEN, J. H.; MÜLLER, J. Body proportions, body composition and pubertal development of children in competitive sports. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, v. 11, n. 1, p. 54-60, 2001.
- DeRENNE, C.; HO, K. W.; MURPHY, J. C. Effects of general, special, and specific resistance training on throwing velocity in baseball: a brief review. *Journal of Strength & Conditioning Association*, v. 15, n. 1, p. 148-156, 2001.
- DORÉ, E.; BEDU, M.; FRANÇA, N. M.; VAN PRAAGH, E. Anaerobic cycling performance characteristics in prepubescent, adolescent and young adult females. *European Journal of Applied Physiology*, v. 84, n. 5, p. 476-481, 2001.
- ELLIOTT, M. C. C. W.; WAGNER, P. P.; CHIU, L. Power athletes and distance training: physiological and biomechanical rationale for change. *Sports Medicine*, v. 37, n. 1, p. 47-57, 2007.
- FERNANDES, R.; BARBOSA, T.; VILAS-BOAS, J. P. Fatores cineantropométricos determinantes em natação pura desportiva. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, v. 4, n. 1, p. 67-79, 2002.
- GUBLIELMO, L. G. A.; DENADAI, B. S. Avaliação do ergômetro de braço para a determinação do limiar anaeróbico e da performance aeróbica de nadadores. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, v. 1, n. 3, p. 7-13, 2001.
- HUE, O.; GALY, O.; BLONC, S.; HERTOUGH, C. Anthropometrical and physiological determinants of performance in French West Indian monofin swimmers: a first approach. *International Journal of Sports Medicine*, v. 27, n. 8, p. 605-609, 2005.
- KJENDLIE, P.; INGJER, F.; STALLMAN, R. K.; STRAY-GUNDERSEN, J. Factors affecting swimming economy in children and adults. *European Journal of Applied Physiology*, v. 93, n. 1-2, p. 65-74, 2004.
- KOVACS, M. S. Tennis physiology: training the competitive athlete. *Sports Medicine*, v. 37, n. 3, p. 189-198, 2007.
- MERMIER, C. M.; JANOT, J. M.; PARKER, D. L.; SWAN, J. G. Physiological and anthropometric determinants of sport climbing performance. *British Journal of Sports Medicine*, v. 34, n. 5, p. 359-365, 2000.
- MOREIRA, A.; OLIVEIRA, P. R.; OKANO, A. H.; SOUZA, M. A dinâmica de alteração das medidas de força e o efeito posterior duradouro de treinamento em basquetebolistas submetidos ao sistema de treinamento em bloco. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 10, n. 4, p. 243-250, 2004.

NIKODELIS, T.; KOLLIAS, I.; HATZITAKI, V. Bilateral inter-arm coordination in freestyle swimming: effect of skill level and swimming speed. *Journal of Sports Sciences*, v. 23, n. 7, p. 737-745, 2005.

PITANGA, F. J. G. *Testes, medidas e avaliação em educação física e esportes*. São Paulo: Phorte, 2004.

PÉREZ, B. M.; VASQUEZ, M.; LANDAETA-JIMÉNEZ, M.; RAMÍREZ, G.; MACÍAS-TOMEL, C. Anthropometric characteristics of young Venezuelan swimmers by biological maturity status. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, v. 8, n. 2, p. 13-18, 2006.

PRESTES, J.; LEITE, R. D.; LEITE, G. S.; DONATTO, F. F. Características antropométricas de jovens nadadores brasileiros do sexo masculino e feminino em diferentes categorias competitivas. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, v. 8, n. 4, p. 25-31, 2006.

RATEL, S.; DUCHÉ, P.; WILLIAMS, C. A. Muscle fatigue during high-intensity exercise in children. *Sports Medicine*, v. 36, n. 12, p. 1.031-1.065, 2006.

SIGMOUND, R. *Estatística não-paramétrica*. 5. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2004.

SILVA, A. J.; REIS, V.; GUDETTI, L.; SIMÕES, P.; CARNEIRO, A.; RAPOSO, J. V.; BALDARI, C. Análise da evolução da carreira desportiva de nadadores do sexo masculino utilizando a modelação matemática. *Revista Treinamento Desportivo*, v. 7, n. 1, p. 50-57, 2006.

STEWART, A. M.; HOPKINS, W. G. Seasonal training and performance of competitive swimmers. *Journal of Sports Sciences*, v. 18, n. 11, p. 873-884, 2000.

VILAS-BOAS, J. P. Aproximação biofísica ao desempenho e ao treino de nadadores. *Revista Paulista de Educação Física*, v. 14, n. 2, p. 107-117, 2000.

VILAS-BOAS, J. P.; FERNANDES, R.; KOLMOGOROV, S. Arrasto hidrodinâmico activo e potência mecânica máxima em nadadores pré-juniores de Portugal. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, v. 1, n. 3, p. 14-21, 2001.

YANAI, T. Stroke frequency in front crawl: its mechanical link to the fluid forces required in non-propulsive directions. *Journal of Biomechanics*, v. 36, n. 1, p. 53-62, 2003.

Recebido: 19 set. 2008

Aprovado: 26 out. 2008

Endereço para correspondência

Guilherme Tucher

Rua Pastor Nilo Cerqueira Bastos, 5, ap. 201 – Gov. Roberto Silveira

Itaperuna-RJ

CEP 28300-000