

EFEITO DE DIFERENTES TAMANHOS DE PALMARES SOBRE A CINEMÁTICA DO NADO CRAWL

EFFECTS OF DIFFERENT HAND PADDLE SIZES ON FRONT CRAWL KINEMATICS

Aline Fernandes Gomes de Freitas^{*}

Ricardo Peterson Silveira^{**}

Marcos Franken^{**}

Flávio Antônio de Souza Castro^{***}

RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar o efeito de diferentes tamanhos de palmares na cinemática do nado *crawl* executado sob esforço percebido referente ao índice 17 da Escala de 15 pontos de Borg. Dez nadadores de nível regional (idade = $17,6 \pm 3,7$ anos) executaram doze repetições de 50 m, intervalo de 20 s, nas condições sem palmar (SP), com palmar pequeno (PP; 183 cm²) e com palmar médio (PM; 260 cm²). A utilização de palmares provocou incrementos na distância percorrida por ciclo (DC) e redução na frequência de ciclos FC ($p < 0,001$), sendo SP diferente das condições PP e PM. Com o incremento da DC, para manter uma mesma percepção de esforço nas diferentes condições, os nadadores adotaram uma estratégia de redução da FC que foi suficiente para que a velocidade de nado (VN) não tenha se alterado.

Palavras-chave: Natação. Cinemática. Palmares.

INTRODUÇÃO

As ciências do esporte vêm evoluindo continuamente, auxiliando treinadores e atletas na compreensão e melhoria do desempenho em natação. O aprimoramento da técnica é considerado essencial para o sucesso no esporte de alto rendimento, ocupando cada vez mais tempo durante as sessões de treinamento (CAPUTO et al., 2000; VILAS-BOAS et al., 2001). Muitos recursos têm sido utilizados com este intuito, os quais incluem uma integração de diversas áreas, como a fisiologia, no que diz respeito ao fornecimento e liberação de energia, e a biomecânica, na qual estão incluídos parâmetros cinemáticos e cinéticos do nado que interferem nas forças de arrasto e de propulsão (ALBERTY; SIDNEY; HUOT-MARCHAND, 2006; JURIMÃE et al., 2007).

É comum a inclusão de equipamentos nos programas de treinamento, com o objetivo de aumentar as cargas, desenvolver a técnica e melhorar

o desempenho do nado. O palmar é um equipamento utilizado na natação para aumentar a área de superfície da mão e assim proporcionar um maior deslocamento de massa de água durante a braçada (GOURGOULIS et al., 2006). Assim, a resistência da água acelerada pela mão se torna superior com o uso deste implemento, contribuindo para uma maior aplicação de força por ciclo de braçadas (TOUSSAINT; BEEK, 1992). Nesse contexto, é de grande importância que o treinador tenha possibilidade de determinar parâmetros técnicos a fim de avaliar a utilização destes equipamentos de maneira fácil e que lhe permita acompanhar o progresso de seus atletas.

As características do nado, do ponto de vista biomecânico, podem ser identificadas por meio de parâmetros cinemáticos, analisando-se a velocidade média de nado (VN), a frequência média de ciclos de braçadas (FC) e a distância média percorrida por ciclo de braçada (DC). A VN é dependente do produto entre a FC e a DC, variáveis que são inversamente relacionadas.

* Graduada em Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

** Mestrando em Ciências do Movimento Humano, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

*** Doutor. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Agudamente, incrementos na DC provocam uma redução na FC, devido a uma maior duração absoluta da fase propulsiva da braçada (HAY; GUIMARÃES, 1983; MAGLISHO, 2003), além de uma maior duração relativa da fase de entrada e apoio (CHOLLET et al., 2000). Chatard et al. (1990) acreditam que nadadores habilidosos são capazes de atingir VNs superiores por meio de uma otimização na relação entre DC e FC, proporcionando uma maior economia de movimento.

A DC é considerada um indicador de eficiência propulsiva e, conseqüentemente, do nível técnico de atletas (TOUSSAINT; BEEK, 1992). Em análises de corte transversal, a DC pode indicar adaptações agudas da técnica relacionadas ao estado fisiológico momentâneo do nadador em resposta às demandas de intensidade de nado. Cronicamente, pode ser utilizada para avaliar progressos individuais nas técnicas de nado (CRAIG et al., 1985; CASTRO et al., 2005). Essas variáveis (VN, FC e DC) podem ser obtidas com ou sem a utilização de equipamentos de cinemetria (CASTRO et al., 2005; MAZZOLA et al., 2008), sendo a segunda opção uma técnica mais próxima à rotina de borda de piscina dos treinadores.

Embora o uso do palmar seja quase indiscriminado entre nadadores de diferentes níveis, o conhecimento das adaptações que diferentes modelos de palmares causam à técnica de nado, particularmente nas variáveis cinemáticas, é pequeno e pouco discutido na literatura (GOURGOULIS et al., 2006; GOURGOULIS et al., 2008a), porém é útil para treinadores e atletas no processo de treinamento. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito de diferentes tamanhos de palmares sobre a cinemática do nado *crawl* executado sob intensidade relativa a um índice de esforço percebido (EP) de 17 da Escala de 15 pontos de Borg.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

Participaram deste estudo dez nadadores (idade: $17,6 \pm 3,7$ anos; massa: $59,6 \pm 7,1$ kg; estatura: $1,72 \pm 0,03$ m; envergadura: $1,77 \pm 0,04$ m) de nível regional, com experiência

competitiva de, no mínimo, três anos, e uso regular de palmares em suas sessões de treinamento. Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade onde foi realizado (número: 2007925). Todos os sujeitos foram previamente informados dos objetivos, procedimentos e riscos envolvidos nesta pesquisa, dando seu consentimento verbal e por escrito por meio de um termo de consentimento livre e esclarecido.

Testes

Os testes foram realizados em uma piscina de 50 m (temperatura da água: 28°C). Foram executadas três séries de doze repetições de 50 m em estilo *crawl*, com intervalo de 20s entre as repetições nas condições sem palmar (SP), com palmar pequeno (PP; área 183 cm²) e com palmar médio (PM; área 260 cm²), respeitando-se um intervalo mínimo de 48 h entre cada condição. A ordem de execução das séries foi randomizada.

Os participantes foram previamente familiarizados, nas sessões de treino ao longo de duas semanas, com a Escala de 15 pontos Borg para percepção subjetiva de esforço (BORG, 2000). Ao longo da familiarização, os indivíduos realizaram o treinamento quando aprenderam a utilizar a escala de percepção de esforço sem que houvesse interferência nas intensidades do treinamento prescrito pelos seus treinadores. Assim, após as semanas de adaptação ao uso da escala, todos os participantes foram orientados a realizar todas as repetições a uma percepção de 16-17 desta escala. Embora não se tenha mensurado nenhuma outra variável fisiológica de esforço, assumiu-se que esta percepção é representativa da intensidade de limiar anaeróbico (WELTMAN, 1995).

Parâmetros cinemáticos de percurso

Os parâmetros cinemáticos de percurso foram obtidos na primeira, sexta e décima segunda repetições de cada série, por meio de cronometragem manual (SEIKO S143) executada por avaliadores experientes, semelhante à metodologia aplicada por Mazzola et al. (2008). Os procedimentos para a coleta dos dados estão ilustrados na Figura 1.

Para a obtenção da VN os avaliadores registraram o tempo que os nadadores utilizam para percorrer 20 m, entre os 20 m e os 40 m de cada repetição avaliada. Para isso, a cabeça foi a

referência do corpo ao passar pela marcação dos 20 e dos 40 m. A FC foi mensurada ao longo desse trecho de 20 m, considerando-se o tempo necessário para a execução de cinco ciclos completos de braçadas, expressos em ciclos de braçadas por segundo (Hz). A DC pôde ser obtida por meio do quociente entre os valores de VN e FC.

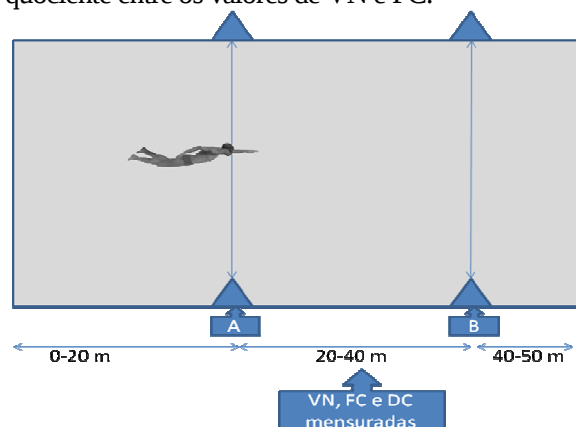


Figura 1- Marcações na piscina para mensuração das variáveis cinemáticas de percurso VN, FC e DC. A distância entre os pontos A e B foram utilizadas para o cálculo da VN.

Análise estatística

Foram calculado]s as médias, desvios e erros padrão para os parâmetros cinemáticos e verificadas a normalidade (Teste de *Shapiro-Wilk*) e a esfericidade dos dados (Teste de *Mauchly*). As médias dos valores de VN, FC e DC foram comparadas entre as condições SP, PP e PG e, como os mesmos indivíduos repetiam o nado nas diferentes condições, foi aplicada uma ANOVA para medidas repetidas (uma intensidade x três condições). Os efeitos principais foram verificados com um teste *post hoc* de Bonferroni. Todos os dados foram processados no *software* SPSS 12.0. O nível de significância adotado foi de 5%.

RESULTADOS

As condições de nado analisadas apresentaram efeitos significativos sobre os valores da variável FC. A FC foi maior na condição sem palmar do que nas condições PP ($p = 0,004$) e PM ($p = 0,003$). Não foram encontradas diferenças entre as condições PP e PM ($p = 0,352$). Da mesma forma, o uso de palmar apresentou efeitos sobre os valores de

DC. Os valores desta variável foram menores na condição sem palmar quando comparada às condições com palmar pequeno ($p < 0,001$) e com palmar médio ($p < 0,001$); no entanto, não foram observadas diferenças entre as condições PP e PM ($p = 0,248$). Com relação à VN, esta variável não foi diferente entre as três condições avaliadas.

Os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Médias e erros padrão dos parâmetros cinemáticos FC, DC e VN para cada uma das condições (SP: sem palmar; PP: palmar pequeno e PM: palmar médio), $n = 10$.

	FC (Hz)	DC (m)	VN ($m \cdot s^{-1}$)
SP	$0,70 \pm 0,20$	$1,9 \pm 0,6$	$1,31 \pm 0,03$
PP	$0,65 \pm 0,17^a$	$2,1 \pm 0,7^a$	$1,32 \pm 0,04$
PM	$0,64 \pm 0,2^a$	$2,1 \pm 0,6^a$	$1,36 \pm 0,04$
Efeito da condição	$F_{2,18} = 8,166$	$F_{2,18} = 21,178$	$F_{2,18} = 2,925$
ETA ²	0,587	0,702	0,245
Poder observado	0,990	1,000	0,499
Significância	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p = 0,079$

^a houve diferença com a condição sem palmar (SP), para $p < 0,05$.

DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi verificar os efeitos do uso de diferentes tamanhos de palmares nas variáveis cinemáticas de percurso do nado *crawl* executado sob índice de EP de 17 da escala de 15 pontos de Borg (BORG, 2000). De modo geral, houve uma diminuição da FC quando comparada a condição SP com as condições PP e PM. Gourgoulis et al. (2008a) obtiveram resultados semelhantes, havendo uma redução na FC proporcional ao aumento de tamanho do implemento. Kjendlie et al. (2004) analisaram o comportamento da FC em um grupo de adultos, em um de crianças e em um terceiro grupo que usava dois tamanhos de palmares, e observaram redução na FC quando usado palmar em comparação ao nado executado sem palmar.

A utilização de ambos os tamanhos de palmar levou a um aumento na DC em relação à condição SP. De acordo com Payton e Lauder (1995); Gourgoulis et al. (2008a, 2008b), a maior área de superfície da mão proporciona um

incremento na duração total da braçada e uma diminuição da velocidade da mão durante a fase propulsiva da braçada. Mesmo a uma FC constante, Gourgoulis et al. (2006) observaram aumentos na DC e uma menor velocidade de deslocamento da mão durante a fase subaquática da braçada, o que está relacionado a uma maior eficiência e aplicação de força propulsiva (KESKINEN et al., 1989; TOUSSAINT et al., 1991).

Caputo et al. (2000) e Kjendlie et al. (2004) sugerem que o aumento da DC a uma determinada VN é representativo de uma maior eficiência propulsiva. Toussaint et al. (1989) verificaram um acréscimo de 7,8% na eficiência propulsiva em natação com palmares quando comparada ao nado sem palmar. No mesmo estudo este comportamento foi relacionado ao aumento da DC e à diminuição da FC, resultados semelhantes aos do presente estudo.

Para Maglischo (2003), o uso de palmares é eficiente apenas quando ocorrem incrementos concomitantes na VN e na DC, enquanto os valores de FC permanecem próximos aos de competição. Sabendo-se que incrementos na VN também causam aumento no arrasto hidrodinâmico, isso poderia levar a um concomitante incremento de custo energético, considerando-se que o custo energético aumenta proporcionalmente ao cubo da velocidade de nado (MILLET; CANDAU, 2002).

Não foram encontradas diferenças na VN entre as diferentes condições, cujas intensidades foram controladas pela percepção de esforço. Estudos nos quais foram realizados testes em máximo esforço (GOURGOULIS et al., 2008a, 2008b; KJENDLIE et al., 2004; PAYTON; LAUDER, 1995; TOUSSAINT et al., 1991) ou com o controle da FC (GOURGOULIS et al., 2006) apresentaram incrementos na VN quando utilizado um palmar de tamanho grande em

comparação ao nado sem palmar, o que sugere que o aumento da área de superfície da mão proporciona uma maior aplicação de força propulsiva, gerando não só um aumento da DC, mas também incrementos na VN.

Especula-se que, com uma maior aplicação de força nas condições PP e PM, pode haver uma maior demanda energética, levando o nadador a adotar uma redução na FC suficiente para que a VN permaneça estável, como um mecanismo antecipatório para manter a percepção de esforço proposta (TUCKER, 2009). Esta teoria considera que a atividade física é controlada por um governo central e que o corpo humano funciona como sistema complexo durante o exercício, baseado em um mecanismo de regulação antecipatório em resposta a sinais aferentes diferente do conceito de fadiga central, conforme descrito por Ament e Verkerke (2009).

CONCLUSÃO

Com a utilização de palmares, ocorreram incrementos na distância média percorrida por ciclo de braçadas. Para manter uma mesma percepção de esforço nas condições sem palmar, com palmar pequeno e com palmar médio, os nadadores adotaram uma estratégia de redução na FC suficiente para que a velocidade média de nado não tenha se alterado. Sugere-se que diferentes tamanhos de palmares possam ser utilizados como sobrecarga no treinamento de nadadores, não havendo diferenças agudas nas variáveis cinemáticas de nado entre os tamanhos analisados, mas não se pode afirmar que o uso prolongado desse equipamento causa adaptações na técnica de nado. Deste modo, estudos longitudinais deveriam ser realizados a fim de verificar os efeitos a longo prazo da utilização de palmares.

EFFECTS OF DIFFERENT HAND PADDLE SIZES ON FRONT CRAWL KINEMATICS

ABSTRACT

The purpose of the present study was to verify the effects of different hand paddle sizes on front crawl kinematics under intensity related to perceived effort index of 17 on Borg Scale. Ten regional level swimmers (age = 17.6 ± 3.7 years) performed twelve 50 m trials, 20 s rest, on three situations: without paddles (SP), with little paddles (PP; 183 cm²) and with medium paddles (PM; 260 cm²). On the situations with hand paddles stroke length (DC) increased and stroke rate (FC) decreased ($p < 0.001$). Due to DC increasing, swimmers adopted a FC reduction to maintain the proposed perceived effort, without changes in swimming velocity (VN).

Keywords: Swimming. Kinematics. Hand paddles.

REFERÊNCIAS

- ALBERTY, M.; SIDNEY, M.; HUOT-MARCHAND, F. Reproducibility of performance in three types of training tests in swimming. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 27, p. 623-628, 2006.
- AMENT, W.; VERKERKE, G. J. Exercise and fatigue. **Sports Medicine**, Auckland, v. 39, no. 5, p. 389-422, 2009.
- BORG, G. A. V. **Escala de borg para a dor e esforço percebido**. São Paulo: Manole, 2000.
- CAPUTO, F. et al. Características da braçada em diferentes distâncias no estilo crawl e correlações com a performance. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, DF, v. 8, n. 3, p. 7-13, 2000.
- CASTRO, F. A. S. et al. Cinemática do nado "crawl" sob diferentes intensidades e condições de respiração de nadadores e triatletas. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, Campinas, SP, v. 19, n. 3, p. 223-232, 2005.
- CHATARD, J. C. et al. Analysis of determinants of swimming economy in front crawl. **European Journal Applied Physiology**, Berlin, v. 61, no. 1-2, p. 88-92, 1990.
- CHOLLET, D. et al. A new index of coordination for the crawl: description and usefulness. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 21, no. 1, p. 54-59, 2000.
- CRAIG, A. B. et al. Velocity, stroke rate and distance per stroke during elite swimming competition. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 17, no. 6, p. 625-634, 1985.
- GOURGOULIS, V. et al. Effect of two different sized hand paddles on front crawl stroke kinematics. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v. 46, p. 232-237, 2006.
- GOURGOULIS, V. et al. Estimation of hand forces and propelling efficiency during front crawl swimming GOURGOULIS, V. et al with hand paddles. **Journal of Biomechanics**, New York, v. 41, p. 208-215, 2008b.
- GOURGOULIS, V. et al. Hand orientation in hand paddles swimming. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 29, p. 429-434, 2008a.
- HAY, J. G.; GUIMARÃES, A. C. S. A quantitative look at swimming biomechanics. **Swimming Technique**, Los Angeles, v. 20, no. 2, p. 11-17, 1983.
- JURIMÃE, J. et al. Analysis of swimming performance from physical, physiological, and biomechanical parameters in young swimmers. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 19, p. 70-81, 2007.
- KESKINEN, K. L. et al. Maximum velocity swimming: interrelationships of stroking characteristics, force production and anthropometric variables. **Scandinavian Journal of Sports Sciences**, Helsinki, v. 11, no. 2, p. 87, 1989.
- KJENDLIE, P. L. et al. Adults have lower stroke rate during submaximal front crawl swimming than children. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 91, p. 649-655, 2004.
- MAGLISCHO, E. W. **Swimming fastest**. United States of America: Human Kinetics, 2003.
- MAZZOLA, P. N. et al. Cinemática do nado crawl de nadadores não-competitivos. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, DF, v. 16, n. 3, p. 8, 2008.
- MILLET, G. P.; CANDAU, R. Facteurs mécaniques du coût énergétique dans trois locomotions humaines. **Science & Sports**, Paris, v. 17, p. 166-176, 2002.
- PAYTON, C. J.; LAUDER, M. A. The influence of hand paddles on the kinematics of front crawl swimming. **Journal of Human Movement Studies**, London, v. 28, p. 175-192, 1995.
- TOUSSAINT, H. M. et al. Effects of propelling surface size on the mechanics and energetics of front crawl swimming. **Journal of Biomechanics**, New York, v. 24, p. 205-211, 1991.
- TOUSSAINT, H. M. et al. The influence of paddles on propulsion. **Swimming Technique**, Los Angeles, v. 26, p. 28-32, 1989.
- TOUSSAINT, H. M.; BEEK, P. J. Biomechanics of competitive front crawl swimming. **Sports Medicine**, Auckland, v. 13, p. 8-24, 1992.
- TUCKER, R. The anticipatory regulation of performance: the physiological basis for pacing strategies and the development of a perception-based model for exercise performance. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 43, p. 392-400, 2009.
- VILAS-BOAS, J. P. et al. Estudo cinemático 3D da afecção da técnica de nado pela fadiga específica da prova de 200 m livre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 9., 2001, Gramado. **Anais...** Gramado: UFRGS, 2001. p. 31-41.
- WELTMAN, A. **The blood lactate response to exercise**. Champaign: Human Kinetics, 1995.

Recebido em 04/09/2009

Revisado em 27/05/2010

Aceito em 03/06/2010

Endereço para correspondência: Ricardo Peterson Silveira. Escola de Educação Física, Laboratório de Pesquisa do Exercício, Sala 212, Rua Felizardo 750, CEP: 90690-200, Porto Alegre – RS, Brasil.
E-mail: ricardopetersons@yahoo.com.br