



CINEMÁTICA NOS 200 M NADO CRAWL REALIZADOS SOB MÁXIMA INTENSIDADE

Marcos Franken
Cristiano Cardoso de Matos
Tiago Perin Cardoso
Renato Ferraro Ludwig
Flávio Antônio de Souza Castro

RESUMO

O objetivo geral deste estudo foi comparar valores de frequência média de ciclos de braçadas (FB), distância média percorrida por ciclo de braçada (DC) e velocidade média de nado (VN) ao longo dos oito trechos de 25 m de uma repetição de 200 m nado estilo crawl realizada em máxima intensidade em um grupo de oito nadadores competitivos de nível nacional. Os nadadores, do sexo masculino, realizaram uma repetição de 200 m, em máxima intensidade no nado crawl quando FB, DC e VN foram obtidas manualmente. Foram cronometrados os 10 m de cada 25 m da repetição. Foram encontradas diferenças apenas entre DC (entre os trechos [1 e 8; 2 e 5]) e VN (entre os trechos [1 e 6; 1 e 8]). FB não apresentou diferença entre os trechos da repetição de 200 m nado estilo crawl.

Palavras-chave: *natação, cinemática, desempenho.*

ABSTRACT

The aim of this study was to compare values of mean stroke cycles rate (SR), mean stroke cycle length (SL) and mean swimming velocity (SV), during the eight legs of a 200 m front crawl trial held in maximum intensity in a group of eight competitive swimmers of national level. The swimmers, male, underwent a trial of 200 m at maximum intensity in the crawl when SR, SL and SV were obtained manually. We timed the 10 m stretch of each repetition. Differences were found only among SL (between the legs [1 and 8, 2 and 5]) and SV (between the legs [1 and 6, 1 and 8]). SR showed no difference between the legs of the 200 m front crawl swimming.

Key-words: *swimming, kinematics, performance.*

RESUMEN

El objetivo general de este estudio fue comparar valores de frecuencia media de ciclos de brazadas (FB), distancia media recorrida por ciclo de brazada (DC) y velocidad media de nado (VN) a lo largo de la repetición de 200 m de nado estilo crawl realizada en máxima intensidad por un grupo de ocho nadadores competitivos de nivel nacional. Los nadadores, del sexo masculino, realizaron una repetición de 200 m, en máxima intensidad, en el nado crawl, cuando FB, DC y VN se obtuvieron manualmente. Fueron cronometrados los 10 m de cada 25 m de la repetición. Fueron encontradas diferencias



solamente entre DC (entre los trechos [1 y 8; 2 y 5]) y VN (entre los trechos [1 y 6; 1 y 8]). FB no presentó diferencia entre los trechos de la repetición de 200 m de nado estilo crawl.

Palabras-clave: natación, cinemática, desempeño.

INTRODUÇÃO

Na natação a avaliação e o controle das variáveis biomecânicas de um atleta são fundamentais para implantação e acompanhamento de um processo de treinamento adequado às necessidades e objetivos traçados. Assim, é possível conhecer o estado atual e o desenvolvimento do atleta, avaliar os efeitos do treinamento, identificar o perfil das principais capacidades do nadador e prognosticar o desempenho esportivo (Vilas-Boas & Lamares, 1997a).

Dentre os aspectos biomecânicos relacionados à natação, estão as forças de arrasto, a aplicação de força propulsiva e as características cinemáticas do nado (Hay & Guimarães, 1983). Considerando que 90% do custo energético total são justificados pela necessidade de superação do arrasto (Millet & Candau, 2002), são esperadas alterações nas variáveis biomecânicas relacionadas às necessidades de adequação da técnica de nado às demandas de cada evento competitivo e de treinamento (Franken et al., 2008).

Dentre as variáveis biomecânicas, destacam-se aquelas relacionadas à cinemática do nado: (1) frequência média de ciclos de braçadas (FB), definida como o número de ciclos de braçadas executados por unidade de tempo, (2) distância média percorrida a cada ciclo de braçada (DC), em metros, percorrida a cada ciclo (Hay & Guimarães, 1983). A velocidade média de nado (VN) é o produto entre a FB e a DC (que apresentam relação inversa entre si [Swaine & Reilly, 1983]), desconsiderando as contribuições propulsivas de saída e/ou viradas (Smith et al., 2002), assim, para se manter uma determinada VN, os nadadores adotam geralmente a combinação que julgam ser mais eficiente entre a FB e a DC.

Quanto à combinação entre a FB e a DC, Hay e Guimarães (1983) afirmaram que há uma relação negativa entre a FB e a DC, quando um aumento na DC deve, geralmente, gerar uma diminuição na FB e, um aumento na FB deve gerar, de maneira geral, uma diminuição na DC. Aumentos, tanto na DC, quanto na FB poderiam resultar em importantes melhoras na VN e, conseqüentemente, no desempenho.

Considerando que aspectos biomecânicos podem se alterar sob diferentes condições de nado (Hay & Guimarães, 1983), este estudo teve como objetivo geral comparar valores de FB, DC e VN ao longo da repetição de 200 m nado crawl realizada em máxima intensidade em um grupo de nadadores competitivos de nível nacional.

MATERIAIS E MÉTODOS

Participaram deste estudo oito nadadores fundistas competitivos, com participações em campeonatos de nível nacional do sexo masculino, com idades entre 16 e 36 anos. Todos apresentavam, pelo menos, quatro anos de experiência competitiva na modalidade e treinavam, em média, seis vezes por semana, com distância semanal entre 35.000 e 80.000 m e mínimo de 12 horas semanais.

Antes da participação nas avaliações, todos os sujeitos foram informados sobre os procedimentos inerentes aos testes, e assinaram termo de consentimento livre e esclarecido para participar no estudo. O



estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Humanos sob o número 17367 da instituição onde foi desenvolvido. Os testes foram realizados no horário de treino dos sujeitos. Previamente à realização dos testes, foi recomendado aos sujeitos reduzir os níveis de atividade física por um período mínimo de 24 horas anteriores aos testes.

Para a medida das variáveis cinemáticas do nado, após aquecimento realizado na distância de 800 m, em baixa intensidade, auto-percebida, foi realizada uma repetição de 200 m em nado estilo crawl em máxima intensidade em piscina de 25 m, com a saída de dentro da piscina.

Em cada trecho dos 200 m foram desprezados, para efeito de obtenção do tempo, os primeiros 10 m, a fim de se evitar efeitos da propulsão contra a borda e a da aceleração sobre as variáveis cinemáticas. O tempo para realização da repetição de 200 m em máxima intensidade foi obtido por cronometragem manual, por três cronometristas experientes.

Durante a realização do teste, um avaliador registrou o tempo para a realização dos 10 m (T10) de cada trecho e um segundo avaliador registrou o tempo para a realização dos três ciclos de braçadas (T3c) a partir da entrada do nadador, considerando a cabeça como referência, no espaço avaliado. Dessa forma, quando o nadador passasse com a cabeça por uma linha imaginária projetada por meio de uma haste colocada na lateral da piscina, aos 10 m, era iniciado o registro do T10 e T3c. O T10 e o T3c foram registrados entre os 10 e os 20 m de todos os trechos da repetição de 200 m em piscina de 25 m, a cada passagem da cabeça da primeira linha e da segunda linha imaginária. Uma fita métrica (*Cardiomed, Curitiba, Brasil*) com resolução de 0,01 m, foi utilizada para as demarcações da piscina e um cronômetro digital (*Technos, modelo 100 lap memory, Suíça*) com resolução de 0,01 s, foi utilizado para a marcação do tempo.

A FB foi determinada pelo quociente entre o número de ciclos executados e o tempo. A VN foi obtida pelo quociente entre a distância (10 m) e o tempo para percorrê-la. A DC foi definida pelo quociente entre a VN e a FB na distância (Franken et al., 2008).

Após realizada a estatística descritiva, com cálculos das médias, desvios e erros-padrão, foi analisada a normalidade na distribuição dos dados das variáveis numéricas com a aplicação do teste de Shapiro-Wilk. Entre os valores de FB, DC e VN de todos os trechos da repetição de 200 m foi aplicada uma ANOVA para medidas repetidas e a esfericidade dos dados foi verificada com o teste de Mauchly. Quando necessário, foi aplicada uma correção Epsilon de Greenhouse-Geisser. Os efeitos principais foram verificados por um teste *post-hoc* de Bonferroni. Os cálculos foram realizados no programa SPSS v. 12.0, com o nível de significância adotado de 5%.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta, em média \pm desvio-padrão, os resultados das variáveis antropométricas e tempo para execução dos 200 m nado estilo *crawl* em máxima intensidade.

Tabela 1 – Massa corporal (MC), estatura (EST), envergadura (ENV) e tempo para as repetição de 200 m (T200) dos indivíduos (n = 8), média e desvio-padrão (dp).

	MC (kg)	EST (m)	ENV (m)	T200 (s)
Média	70,3	1,77	1,86	129,42



dp 6,56 0,11 0,13 3,15

Na Tabela 2 são apresentadas as variáveis de FB, DC e VN, considerando média \pm desvio-padrão (dp) e comparações para cada trecho da repetição de 200 m nado estilo *crawl* em máxima intensidade.

Tabela 2 - Comparação dos valores de FB (frequência média de ciclos de braçadas), DC (distância média percorrida por ciclo de braçada e VN (velocidade média de nado) em cada trecho (Tr) da repetição de 200 m em nado estilo *crawl* (n=8).

	FB (ciclos.min ⁻¹)	DC (m)	VN (m.s ⁻¹)
Tr1	42,20 \pm 3,91	2,13 \pm 0,15 ^h	1,50 \pm 0,09 ^{f,h}
Tr2	39,82 \pm 5,00	2,11 \pm 0,16 ^e	1,38 \pm 0,09
Tr3	40,69 \pm 5,24	2,05 \pm 0,15	1,39 \pm 0,08
Tr4	40,62 \pm 5,76	2,02 \pm 0,15	1,35 \pm 0,08
Tr5	41,51 \pm 5,36	1,99 \pm 0,14	1,36 \pm 0,06
Tr6	41,98 \pm 5,14	1,95 \pm 0,16	1,35 \pm 0,07
Tr7	43,40 \pm 4,18	1,89 \pm 0,13	1,35 \pm 0,05
Tr8	43,37 \pm 2,77	1,89 \pm 0,13	1,36 \pm 0,07

^a p < 0,05 comparado com o trecho número 1; ^b p < 0,05 comparado com o trecho número 2; ^c p < 0,05 comparado com o trecho número 5; ^f p < 0,05 comparado com o trecho número 6; ^h p < 0,05 comparado com o trecho número 8.

De acordo com os resultados da Tabela 2, pode-se verificar que foram encontradas diferenças significativas na variável de DC (entre os trechos [1 e 8; 2 e 5]) e de VN (entre os trechos [1 e 6; 1 e 8]) (p < 0,05). A variável de FB não apresentou diferença significativa entre os trechos da repetição de 200 m nado estilo *crawl*.

DISCUSSÃO

Com o intuito de compreender como parâmetros cinemáticos respondem em diferentes trechos de uma repetição de 200 m nado *crawl* em máxima intensidade, este artigo apresentou como objetivo geral, comparar as variáveis de FB, DC e VN nos trechos da repetição de 200 m em máxima intensidade no nado *crawl*. Todas as diferenças significativas encontradas neste estudo foram com DC, componente espacial da velocidade média de nado e um dos indicadores da eficiência propulsiva e VN.

As variáveis de DC e FB são representativas da técnica do nadador e tendem a se alterar de acordo com a instalação do processo de fadiga durante a execução de alguma prova em natação (Mujika et al., 2002). A DC é influenciada pelas forças aplicadas sobre e pelo nadador na água e definida como a distância, em metros, que o corpo do nadador se desloca para frente durante cada ciclo de braços. Quanto à FB, esta é definida como um valor que expressa o número de ciclos efetuados pelo nadador a cada unidade de tempo e depende do tempo que o nadador gasta na fase propulsiva e na recuperação de cada braço (Termin & Pendergast, 2000).

Em relação à hipótese de se encontrar diferenças significativas entre as variáveis cinemáticas, os resultados deste estudo colocam em questão a diminuição dos valores da DC e da VN e a manutenção da



FB ao longo da repetição de 200 m nado estilo crawl em máxima intensidade neste grupo de nadadores competitivos. A capacidade de atingir e manter a FB adequada à VN desejada está intimamente relacionada às capacidades metabólicas (Chatard et al., 1990). Com base nos valores encontrados do presente estudo, nadadores que conseguem manter determinada frequência gestual ao longo de uma prova de natação, normalmente apresentam uma incapacidade de manutenção dos valores de DC ao longo da prova, por possível ocorrência de fadiga.

Comportamento similar para os 200 m nado crawl, da VN, entre os 16 finalistas da prova de 200 m nado livre em campeonato nacional francês (Toussaint & Beek, 1992) e entre quatro nadadores portugueses de elevado nível competitivo (Mujika et al., 2002), quando a VN apresentou diminuição entre os primeiros 50 m e os últimos 50 m da prova. Porém, Castro & Mota (2008) analisaram o comportamento das variáveis de FB, DC e VN na prova dos 200 m nado estilo *crawl* em 12 nadadores competitivos de nível regional e encontraram uma diminuição da VN até o terceiro trecho e depois uma estabilização. Este comportamento da VN foi devido à diminuição significativa da DC até o quarto trecho de e, em relação à FB, diminuição significativa até o terceiro trecho, com um incremento no último trecho de 25 m. Os resultados de Castro & Mota (2008) foram diferentes dos encontrados no presente estudo, no qual a FB manteve-se estável, com diminuição da VN devido à diminuição da DC.

A tentativa de manutenção, ou ainda, de incremento de VN ao longo dos 200 m, quando o ambiente fisiológico tende a deteriorar-se, é capaz de levar aos comportamentos de DC e FB verificados (Castro & Mota, 2008). A redução da DC estaria relacionada a uma incapacidade de manutenção da técnica de nado que possibilitaria uma maior distância percorrida a cada ciclo de braçadas, por outro lado, uma tentativa de eliminar o efeito dessa redução de DC sobre os valores de VN, seria o incremento da FB.

Arellano et al. (1994) analisaram as características de nadadores na prova dos 200 m nado livre nas eliminatórias e finais desta prova nos Jogos Olímpicos de 1992 e encontraram correlação positiva e significativa entre a VN e a DC, tanto para homens ($r = 0,67$), quanto para mulheres ($r = 0,42$). Ainda, Aujouannet et al. (2006) avaliaram diversos parâmetros cinemáticos do nado crawl ao longo de quatro repetições máximas de 50 m, com 10 s de intervalo e verificaram uma diminuição significativa da VN e da FB entre a primeira e a última repetição de 50 m, com manutenção da DC. Segundo os autores, quando a liberação de energia por processos anaeróbios é significativa, os efeitos da fadiga podem levar a adaptações nos parâmetros cinemáticos do nado, tais como: (1) diminuição da FB ao longo do esforço máximo, com (2) concomitante redução da VN.

Já em relação à variabilidade desses parâmetros, ao longo de uma prova, e suas relações com o desempenho, há escassez de informações. Nadar com variação de velocidade, quando comparado a nadar com velocidade constante, leva a um incremento no trabalho produzido pelo nadador, este incremento estaria relacionado às condições de inércia e resistência ao avanço, encontradas na situação de variação de velocidade (Castro & Mota, 2008; Maglischo, 2003). Essas constatações referem-se às variações de velocidade intracíclicas, ou seja, às mudanças de velocidade do corpo nadador devido às diferenças de propulsão entre um segmento e outro ou entre pernas e braços (Maglischo, 2003). O nado crawl por ser alternado, apresenta menor variação intracíclica de velocidade, desde que o nadador execute a técnica com maior predominância de oposição entre as braçadas (Castro & Mota, 2008).

Parâmetros cinemáticos de nado são variáveis de grande importância para a determinação do nível técnico de um nadador. Considerando que podem ser obtidos de modo indireto, sem a utilização de equipamentos sofisticados e são (1) capazes de predizer o desempenho, (2) avaliar possíveis efeitos do



treinamento e (3) avaliar adequação da técnica, sua aplicação deveria ser popularizada entre técnicos e nadadores (Caputo et al., 2000).

O incentivo à utilização da avaliação da cinemática de nado deve ser constante, por possibilitar avaliação do quadro e da evolução da técnica, em repetições de eventos a nível competitivo e/ou séries de treinamento de nadadores.

CONCLUSÃO

Os nadadores que participaram deste estudo apresentaram diferenças significativas na variável de DC e de VN ao longo da repetição de 200 m nado estilo *crawl* em máxima intensidade. A variável de FB não apresentou diferença significativa entre os trechos da repetição de 200 m nado estilo *crawl*.

Os resultados indicam que na repetição de 200 m nado estilo *crawl* em máxima intensidade, onde ocorre maior contribuição significativa da energia aeróbia, a estratégia utilizada pelo grupo de nadadores foi de manutenção da FB e diminuição da DC e da VN ao longo da prova. Variações de VN ao longo da prova devem ser evitadas a fim de se obter melhores desempenhos. Recomenda-se a utilização de parâmetros cinemáticos como instrumentos de trabalho para os profissionais envolvidos com esta modalidade esportiva.

REFERÊNCIAS

- VILAS-BOAS J P, LAMARES J P. Velocidade crítica: critério para avaliação do nadador e para definição de objetivos. **Anais do 20º Congresso Técnico Científico da Associação Portuguesa dos Técnicos de Natação**. Setúbal, Portugal. 1997ª: 1-11.
- HAY J G, GUIMARÃES A C S. A Quantitative Look at Swimming Biomechanics. **Swim. Tech.** 1983; 20(2): 11-17.
- MILLET G P, CANDAU R. Facteurs mécaniques du coût énergétique dans trois locomotions humaines. **Sci. & Sports.** 2002 ; 17 :166-176.
- FRANKEN M, CARPES F P, DIFENTHAELER F, CASTRO F A S. Relação entre cinemática e antropometria de nadadores recreacionais e universitários. **Ver. Motriz.** 2008; 14(3): 329-336.
- MUJIKI I, PADILLA S, PYNE D. Swimming Performance Changes During the Final 3 Weeks of Training Leading to the Sydney 2000 Olympic Games. **Int. J. Sports Med.** 2002;23:582-587.
- TERMIN B, PENDERGAST D R. Training using the stroke frequency-velocity relationship to combine biomechanical and metabolic paradigms. **J. Swim Res.** 2000;14:9-17.
- SWAINE I, REILLY T. The freely-chosen swimming stroke rate in a maximal swim and on a biokinetic swim bench. **Med. Sci. Sports Exer.** 1983; 5:370-375.
- SMITH D, NORRIS S, HOGG J. Performance Evaluation of Swimmers. Scientific Tools. **Sports Med.** 2002; 32(9): 539-554.
- CHATARD J C, COLLOMP C, MAGLISCHO C. Swimming skill and stroking characteristics of front crawl swimmers. **Int. J. Sports Med.** 1990;11(2):
- TOUSSAINT H M, BEEK P J. Biomechanics of competitive front crawl swimming. **Sports Med.** 1992;13(1):8-24.
- CASTRO F A S, MOTA C B. Desempenho em 200 m nado crawl sob máxima intensidade e parâmetros cinemáticos do nado. **Rev. Bras. Biom.** 2008;9:17.



- ARELLANO R, BROWN P, CAPPAERT J, NELSON R. Analysis of 50-, 100-, and 200-m Freestyle Swimmers at the 1992 Olympic Games. **J. App. Biomec.** 1994;10:189-199.
- AUJOUANNET Y A, BONIFAZI M, HINTZY F, VUILLERME N, ROUARD A H. Effects of a high-intensity swim test on kinematics parameters in high-level athletes. **App. Physiol., Nutr. Metab.** 2006; 31:150-158.
- CAPUTO F, LUCAS R, GRECO C, DENADAI B. Características da braçada em diferentes distâncias no estilo crawl e correlações com a performance. **Rev. Bras. Cien. Mov.** 2000;8(3): 7-13.
- MAGLISCHO E W. **Swimming Fastest.** Champaign: Human Kinetics; 2003.

Endereço para correspondência

Marcos Franken
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Laboratório de Pesquisa do Exercício
Escola de Educação Física
Rua Felizardo, 750 Jardim Botânico, Porto Alegre RS
90690-200
Email: marcos_franken@yahoo.com.br

Marcos Franken, Prof. Esp. ESEF/UFRGS
Cristiano Cardoso de Matos, Prof. Esp. ESEF/UFRGS
Tiago Perin Cardoso, Acad. Curso Educação Física ESEF/UFRGS
Renato Ferraro Ludwig, Acad. Curso Educação Física ESEF/UFRGS
Flávio Antônio de Souza Castro, Prof. Dr. ESEF/UFRGS