

Características da curva de força propulsiva durante palmateio em nado amarrado com tubo elástico e com cabo de aço

Power curve characteristics propulsive during sculling anything tied with elastic tube and wire hope

SOUZA C, GOMES LE, LOSS JF. Características da curva de força propulsiva durante palmateio em nado amarrado com tubo elástico e com cabo de aço. **R. bras. Ci. e Mov** 2018;26(4):27-34.

Catiane Souza¹
Lara Elena Gomes²
Jefferson Fagundes Loss¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul

²Universidade Federal da Grande Dourados

RESUMO: Em esportes aquáticos, pode-se avaliar a força propulsiva gerada para deslocar-se por meio do nado estacionário (sem deslocamento) ou por meio do nado semiestacionário (com deslocamento). A maioria dos estudos realizados utiliza cabo de aço para prender o sujeito. Encontram-se também alguns estudos utilizando tubo elástico, contudo é citada a possibilidade do tubo dissipar força. Assim, o objetivo deste trabalho foi comparar as características da curva de força gerada pelo palmateio propulsivo na posição de frente direção cabeça, estando o indivíduo preso a diferentes materiais: tubo elástico e cabo de aço. A amostra foi composta por 10 voluntários, com minimamente um ano de experiência no gesto (idade $21,3 \pm 5,98$ anos, tempo de treinamento $10,10 \pm 6,19$ anos). Cada indivíduo executou o palmateio em força máxima por 30 s, amarrado ao material, ligando-o a uma célula de carga fixada na borda da piscina. As forças máxima, máxima relativa, inicial e o índice de fadiga foram maiores no nado estacionário; a força média final, impulso e tempo para força máxima foram maiores no nado semiestacionário. Apenas a força média não apresentou diferença significativa, indicando que a curva de força durante o palmateio tende a ser diferente dependendo do material utilizado.

Palavras-chave: Nado estacionário; Nado semiestacionário; Força propulsiva efetiva; Natação; Biomecânica.

ABSTRACT: In aquatics sports, one can evaluate the propulsive force generated to move through tethered swimming (without displacement) or through semitethered swimming (with displacement). Most studies use wire rope to attach the individual. There are also some studies using elastic tube however is mentioned the possibility of dissipating tube strength. The purpose of this study was to compare the characteristics of the curve sculling propulsive force generated by the sculling towards the head, in different materials: elastic tube and wire rope. The sample consisted of 10 volunteers, with at least one year of experience in the task (age 21.3 ± 5.98 years, training time 10.10 ± 6.19 years). Each participant performed the sculling at maximum force for 30 s, tied to the material, which was attached to a load cell fixed in the edge of the pool. The maximum, relative maximum and initial forces and fatigue index were higher in tethered swimming, the average and final forces, impulse and time to maximum force were higher in semitethered swimming. Indicating that the force curve during the sculling tends to be different depending on the material used.

Key Words: Tethered swimming; Semitethered swimming; Effective propulsive force; Swimming; Biomechanics.

Introdução

Nas modalidades aquáticas, como natação, nado sincronizado e polo aquático, o desempenho, dentre outros fatores, depende da capacidade em gerar forças propulsivas para deslocar-se ou para manter uma posição na água^{1,2}. Nessas modalidades, com o intuito de gerar tais forças, um dos movimentos realizados é o palmateio, um gesto tridimensional executado pelos braços e pelas mãos, que descreve a figura de um oito ou uma forma oval^{3,4}. Apesar da importância desse gesto, utilizado em grande parte das modalidades aquáticas (seja como técnica, seja como treinamento) são escassos os estudos que investigam as forças propulsivas desse movimento^{5,6}. Uma das formas que vem sendo feita essa investigação é por meio do nado amarrado⁵⁻⁷.

O nado amarrado é um teste que consiste em prender o atleta à borda da piscina por meio de um material ligado a um dispositivo que mede a tensão desenvolvida enquanto ele executa uma determinada técnica^{8,9,10}. Hoje, o dispositivo mais usual é a célula de carga, que quando fixada na borda da piscina, permite, nesta configuração, medir forças propulsivas efetivas¹¹.

Estudos que buscam medir as forças propulsivas efetivas normalmente são desenvolvidos com nado amarrado¹² (Figura 1), onde há duas formas de prender o sujeito: usando cabo de aço rígido ou tubo elástico. Quando é utilizado o cabo de aço rígido, sem deslocamento significativo após o início do teste, o teste é chamado nado estacionário, sendo mais usado nas avaliações das forças propulsivas em testes máximos de 10 ou 30 segundos^{13,14}. Quando utilizado o tubo elástico, onde durante todo o teste, pode haver deslocamentos, o teste é chamado de nado semiestacionário, comumente utilizado no treinamento de atletas^{11,15}.

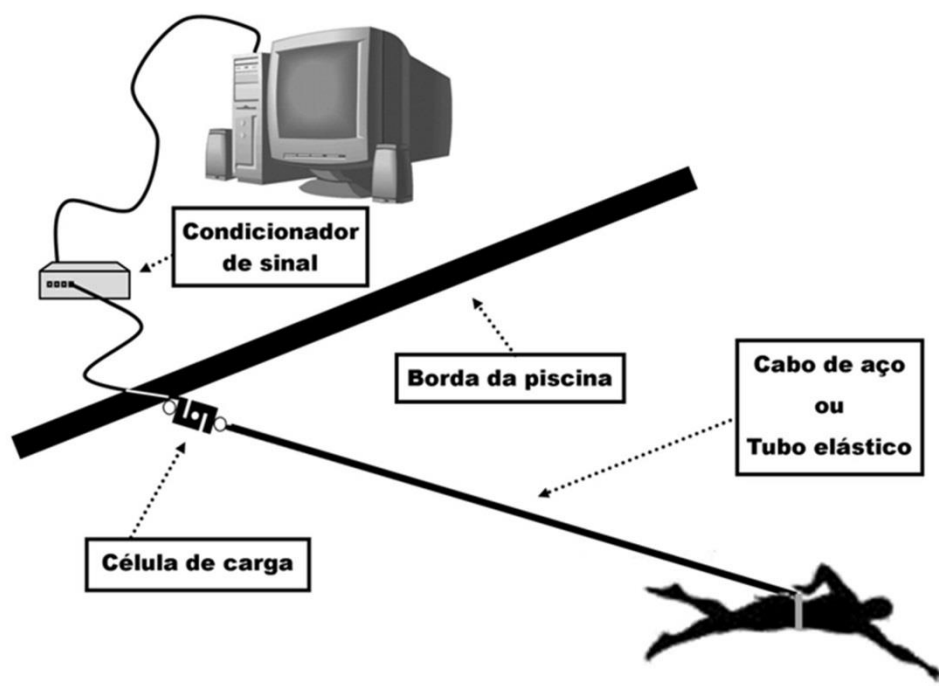


Figura 1. Representação esquemática dos testes de nado estacionário e semiestacionário.

Morouço *et al.*¹⁶ afirmam que quando se utiliza o cabo de aço, haverá momentos durante o teste em que a força vai para zero, assim como a tensão sobre o cabo de aço, de forma que o cabo pode ficar frouxo por curtos períodos de tempo, e o retensionamento do cabo irá causar picos indesejados na tensão do cabo, gerando um aumento nos valores de força medidos pela célula de carga. Ainda, a falta de deslocamento significativo do nado estacionário, afeta o trajeto do movimento propulsivo, enquanto o nado semiestacionário, por permitir deslocamento, minimizaria estes efeitos¹⁵. Por outro lado, Rezende¹⁷ acredita que o tubo elástico possibilitaria uma dissipação de força, ou seja, a força aplicada em

um extremo do tubo elástico seria diferente da força medida no outro, indicando que o teste de nado semiestacionário subestimaria os valores da força propulsiva efetiva.

Sendo assim, surge a seguinte questão: quais as diferenças das curvas de força propulsivas efetivas geradas ao longo de um teste de palmateio propulsivo, estando o indivíduo preso a diferentes materiais: tubo elástico e cabo de aço? A partir dessa dúvida, o objetivo do presente estudo foi comparar as características da curva de força gerada ao longo de um teste de palmateio propulsivo, estando o indivíduo preso a diferentes materiais: tubo elástico e cabo de aço.

Materiais e métodos

Coleta de dados

A amostra desse estudo, selecionada por critério de conveniência, foi composta por 10 indivíduos voluntários, sendo 5 homens e 5 mulheres (idade $21,3 \pm 6,0$ anos; estatura $1,72 \pm 0,07$ m; envergadura $1,79 \pm 0,10$ m; massa $65,6 \pm 9,3$ kg e tempo de treinamento $10,1 \pm 6,2$ anos). Todos tinham no mínimo 12 meses de familiarização com o movimento de palmateio e experiência de no mínimo cinco anos na natação competitiva. Os indivíduos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido e o presente trabalho foi aprovado pelo comitê de ética da universidade onde foi realizado (2008156).

Para a realização da coleta, foram utilizados uma célula de carga blindada (modelo ZX 250 Alfa Instrumentos – SP – com sensibilidade de 2 mV/V e capacidade para 2500 N), um sistema de aquisição de coleta composto pelo *software* Miograph e pelo Miotool (Miotec, Porto Alegre) que permitiu coletar a força com taxa de amostragem de 2000 Hz, um cinto de tecido, um *snorkel* frontal (Hammerhead) e flutuadores de EVA para as pernas, mosquetões, além de um cabo de aço de 6,3 m de comprimento e de um tubo elástico de comprimento inicial de 3,0 m e resistência de “baixa a mediana” de acordo com o fabricante (Auriflex Industria e Comércio Ltda.). Para monitorar a posição do indivíduo foram utilizadas duas câmeras subaquáticas (Dual Camera Waterproof VPC – WH1 Sanyo; 640 x 480 pixels; 60 Hz). Um sistema eletrônico¹⁸ que emitia simultaneamente um pulso elétrico, captado pelo sistema Miotool, e um sinal luminoso, visualizado nas câmeras, foram utilizados para alinhamentos dos dados após a coleta. Também foi usado um calibrador ($1,50 \times 0,75 \times 2,00$ m³) com 25 pontos controles, o qual foi posicionado de forma que o eixo X foi alinhado com a direção longitudinal, o eixo Y com a direção vertical e o eixo Z com a direção transversal do movimento do corpo se o mesmo não estivesse atado. Para um melhor entendimento da resistência do tubo elástico, a curva de calibração desse material foi determinada segundo Loss *et al.*¹⁹. A célula de carga também foi calibrada, com a aplicação de pesos conhecidos.

Cada indivíduo realizou dois testes, um com cabo de aço, e outro com tubo elástico, cuja ordem foi aleatória. Os testes consistiram em executar, durante 30 s, palmateio propulsivo em decúbito ventral, gerando força propulsiva no sentido da cabeça do indivíduo. Esse foi escolhido, pois segundo Diogo e colaboradores⁵ há maior semelhança entre palmateio em direção à cabeça e movimentos da natação e ainda segundo os mesmos autores, à possibilidade de palmateios nessa direção serem uma ação mais “natural” do ponto de vista anatômico.

O início de ambos os testes se dava com o material próximo ao seu comprimento de repouso, tendo uma extremidade na célula de carga (que estava fixada à parede) e a outra presa no indivíduo (Figura 1). Independentemente da ordem dos testes, anteriormente era realizada uma familiarização da situação de coleta e, após um intervalo de 3 minutos, os testes eram realizados com 10 minutos de intervalo entre eles. Durante ambos os testes, os participantes foram estimulados verbalmente a realizarem força máxima. Além disso, nos dois testes, os participantes usaram o *snorkel* frontal (para não haver interferência do movimento da respiração) e flutuadores (evitando o batimento das pernas).

A posição do indivíduo foi avaliada a partir de um ponto marcado no trocânter maior, considerado

representativo do indivíduo como um todo. As imagens subaquáticas foram digitalizadas com auxílio do software Dvideow²⁰ e a reconstrução 3D das posições foi feita com base na transformação linear direta²¹. As câmeras foram colocadas submersas do lado direito dos indivíduos, com um ângulo aproximado de 90° entre os eixos ópticos, permitindo monitorar uma região de cerca de 2 metros. Os testes de nado estacionário, por não apresentarem deslocamentos maiores que o volume de calibração, foram avaliados durante o tempo total de duração do teste. Os testes de nado semiestacionário, por apresentarem deslocamentos superiores à região de visualização das câmeras, utilizadas para análise cinemática, foram avaliados apenas durante os segundos iniciais do teste.

Análise de dados

O tratamento da curva de força foi feito com auxílio do *software* MATLAB (R2009b). Primeiramente, foi realizado o ajuste do valor zero a partir da condição de repouso da célula de carga imersa dentro d'água. Após essa correção, os valores da força registrados foram filtrados por meio de um filtro digital Butterworth passa baixa de ordem sete, com frequência de corte determinada por meio da Análise Residual²². Foram retirados os 2 segundos iniciais para evitar a influência de uma situação anterior diferenciada: o repouso no começo do teste. Assim, toda a análise foi realizada entre 2 e 30 segundos. Foram estimadas as seguintes variáveis, determinadas conforme Diogo *et al.*⁵:

- Força máxima, correspondente ao maior pico de força propulsiva efetiva encontrada ao longo do teste.
- Força máxima relativa, calculada pelo quociente entre a força máxima e o peso do participante, sendo o resultado multiplicado por 100, apresentada em percentual.
- Tempo para força máxima, correspondente ao tempo a partir do início do teste, que o sujeito levou para atingir o maior pico de força propulsiva efetiva encontrada ao longo do teste.
- Força média, estimada pela média da curva de força aplicada durante o teste.
- Força média inicial, determinada pela a média de todos os valores da curva de força nos primeiros 5 s válidos de teste (de 2 a 7 s).
- Força média final, determinada pela média de todos os valores da curva de força nos últimos 5 s de teste.
- Índice de fadiga (IF): indica a capacidade de manutenção da força, sendo que menores valores, em termos absolutos, apontam a uma melhor capacidade de resistir à fadiga. O índice de fadiga foi calculado a partir da equação (1):

$$IF(\%) = \left(\frac{FI - FF}{FI} \right) * 100 \quad (1)$$

Em que,

FI (N) é a força média inicial

FF (N) é a força média final

- Impulso (N.s): a integral da curva de força em relação ao tempo.

Procedimentos estatísticos

Os procedimentos estatísticos foram realizados no *software* SPSS (versão 17.0). Para a apresentação dos dados, foram determinados a média e desvio-padrão para cada variável analisada. Foi avaliada a normalidade dos dados com o teste de Shapiro-Wilk. Confirmada a aderência ao modelo normal, foi realizado o teste *t* de Student para dados pareados entre os valores de nado estacionário e semiestacionário. O tamanho do efeito (*r*), ou seja, quão importante é o resultado em termos práticos, foi calculado de acordo com a equação (2), e conforme sugerido por Field²³ foi considerado pequeno quando entre 0,1 e 0,3; médio quando entre 0,3 e 0,5; e grande quando maior que 0,5. O nível de significância

adotado em todos os testes foi de 5%.

$$r = \sqrt{\frac{t^2}{t^2 + gl}} \quad (2)$$

Em que,

t é o escore obtido para o teste t

gl são os graus de liberdade do teste t

Resultados

A força máxima, força máxima relativa e força média inicial foram maiores no nado estacionário, enquanto a força média final e tempo para atingir a força máxima, foram maiores no nado semiestacionário. A força média não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os dois testes, e o impulso, embora tenha apresentado uma diferença estatisticamente significativa, esta ocorreu apenas na terceira casa decimal (Tabela 1).

Tabela 1. Média, desvio-padrão e resultado estatístico para cada uma das variáveis nos testes de nado estacionário (cabo de aço) e de nado semiestacionário (tubo elástico) (n=10).

		Média	Desvio-padrão	Resultado estatístico
Força máxima (N)	Cabo	115,3	38,7	$t(9) = 7,89, p < 0,001, r = 0,93$
	Tubo	59,0	17,9	
Força máxima relativa (%)	Cabo	17,8	5,1	$t(9) = 8,95, p < 0,001, r = 0,95$
	Tubo	9,1	2,3	
Força média (N)	Cabo	49,7	15,8	$t(9) = -1,14, p = 0,28, r = 0,36$
	Tubo	53,4	23,2	
Força média inicial (N)	Cabo	69,2	24,2	$t(9) = 6,40, p < 0,001, r = 0,90$
	Tubo	35,9	10,6	
Força média final (N)	Cabo	39,9	25,7	$t(9) = -2,75, p = 0,023, r = 0,67$
	Tubo	49,5	21,4	
Tempo para força máxima (s)	Cabo	2,4	1,9	$t(8) = -10,54, p < 0,001, r = 0,96$
	Tubo	14,9	2,8	
Índice de fadiga (%)	Cabo	45,35	23,3	$t(9) = 7,87, p < 0,001, r = 0,93$
	Tubo	-33,50	30,21	
Impulso (N.s)	Cabo	171,060	0,022	$t(9) = -7,73, p < 0,001, r = 0,93$
	Tubo	171,064	0,022	

Como forma de ilustrar a aparência da curva de força obtida pela célula de carga em cada um dos testes, são apresentados os dados de um mesmo sujeito para o teste de nado estacionário e para o teste de nado semiestacionário, bem como as respectivas posições do sujeito durante o teste (Figura 2).

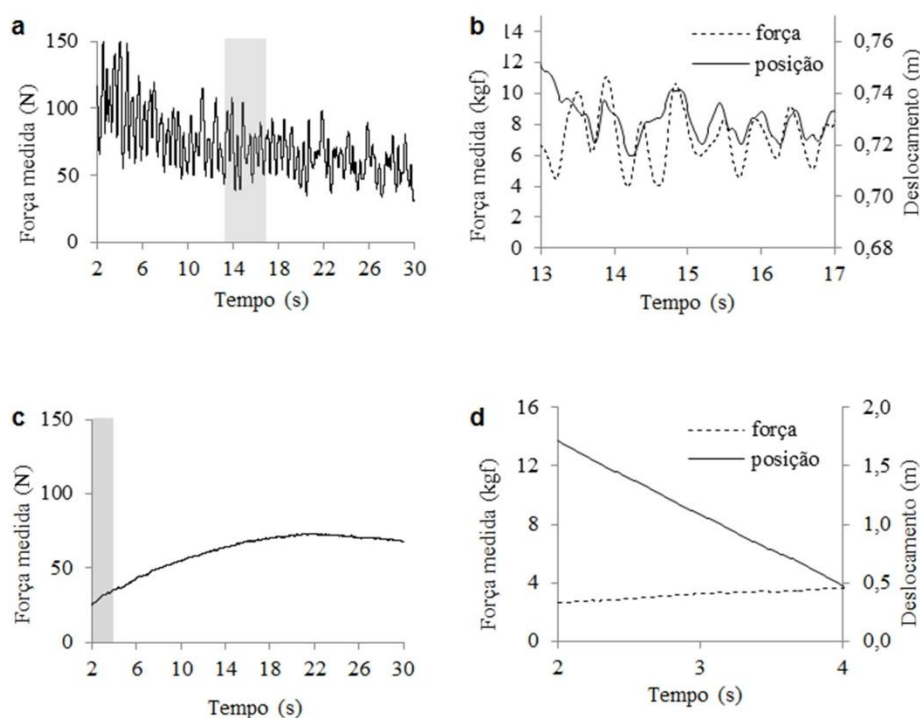


Figura 2. Exemplo das curvas geradas por um mesmo participante. (a) curva de força no nado estacionário. (b) ampliação da área destacada (de 13 a 17 s) na curva de força do nado estacionário e respectivas posições do sujeito. (c) curva de força no nado semiestacionário. (d) ampliação da área destacada (de 2 a 4 s) na curva de força do nado semiestacionário e respectivas posições do sujeito.

Discussão

Analisando as características dos testes, pode-se observar que com exceção da força média, todos os demais parâmetros não são semelhantes nos protocolos utilizados (nado estacionário e nado semiestacionário), sugerindo uma grande diferença entre os testes (Tabela 1). Essa diferença é confirmada quando verificadas as curvas de força de cada situação (Figura 2). No teste com cabo, há uma grande variabilidade da curva de força, com valores em média maiores no início e menores no final, porém tendendo ao um platô; no teste com tubo, há uma menor variabilidade com valores em média menores no início e maiores no final, mas também tendendo ao um platô. A força inicial no nado semiestacionário é menor devido à característica elástica do tubo, o qual aumenta a resistência imposta à medida que é tensionado, e por ter iniciado o teste sem estar sendo tracionado, permitiu uma maior janela de aumento de força, refletindo também no tempo necessário para a força máxima.

O valor da força máxima maior no nado estacionário pode ser explicado pela componente inercial da força, característica deste tipo de teste. Na Figura 2, é possível notar que no teste realizado com o cabo de aço, a cada pico de força há uma variação correspondente na posição do indivíduo, sendo que o mesmo não ocorre no teste realizado com tubo elástico. Assim, somada a força de tração no cabo, é necessário acrescentar uma parcela correspondente ao produto da massa pela aceleração do indivíduo (componente inercial). Esta aceleração corresponde aos momentos de tensionamento e folga do cabo de aço¹⁶, permitindo aos indivíduos pequenos deslocamentos para frente e a para trás, na ordem de aproximadamente 2 cm. Essa situação pode ser comparada a uma massa medida em uma balança: quando parada sobre a balança, o valor é constante e igual ao peso da massa, mas se a massa for arremessada sobre a balança, o valor será igual ao peso mais o produto da massa pela aceleração durante o contato com a balança.

O impulso, embora tenha sido estatisticamente diferente entre os testes, apresentou diferença menor que 0,005 Ns (Tabela 1). Provavelmente, a diferença estatística encontrada pode ser explicada pelo baixo desvio-padrão dessa medida. Considerando que esta variável é uma expressão do teste como um todo, na medida em que é calculada durante

todo o tempo de execução do teste, pode ser entendida como uma variável que representa o esforço do nadador ao longo do teste. A partir deste entendimento, e considerando ainda os valores de força média de ambos os testes, pode-se especular que os nadadores tiveram o mesmo empenho em cada um dos testes.

Os valores negativos apresentados pelo índice de fadiga no teste de nado semiestacionário (Tabela 1) podem ser justificados por pelo valor da força média final maior do que o valor da força média inicial no teste de nado semiestacionário, o contrário do teste de nado estacionário, no qual, normalmente, a força média inicial é maior do que a força média final, gerando assim, valores positivos de índice de fadiga. Tal afirmação pode ser ilustrada com as curvas de força, as quais exemplificam que no teste com cabo de aço, ainda que haja oscilações, a força é decrescente no início do teste, já no teste com tubo elástico a força é crescente nesse mesmo período. Uma forma de contornar esse problema seria iniciar o teste de nado semiestacionário já com o tubo próximo à máxima tensão gerada por cada indivíduo, o que provavelmente tornaria a demanda de força similar a do teste de nado estacionário, ou seja, os maiores valores de força provavelmente ficariam nos instantes iniciais do teste.

O teste de nado semiestacionário possibilita uma avaliação eficaz com baixo custo, visto que a avaliação do atleta pode ser feita pela distância alcançada pela extensão do tubo elástico, ou ainda pelo tempo em que o indivíduo consegue alcançar e manter essa posição, dispensando o uso de célula de carga. Já o teste de nado estacionário permite avaliações como a do índice de fadiga, conforme calculada no presente estudo.

Os resultados do teste de nado estacionário obtidos pelo presente estudo foram comparados com os de Diogo *et al.*⁵, que avaliaram as mesmas variáveis (com exceção do impulso) em dois palmateios realizados em decúbito dorsal: sentido cabeça e sentido pés, usando a técnica de nado estacionário. Os valores de força máxima, força máxima relativa, força média, força média inicial e força média final foram maiores do que os encontrados por Diogo e colaboradores⁵. O tempo para atingir a força máxima e o índice de fadiga foram menores no presente estudo. O índice de fadiga, apesar de ter sido menor no presente estudo evidencia que, em ambos os estudos, a força propulsiva efetiva diminuiu com o passar do tempo do teste. Todas essas diferenças de resultados indicam que a amostra do presente estudo apresentou um desempenho melhor no teste de nado estacionário que a amostra de Diogo *et al.*⁵. Essa diferença pode ser em função da diferença de posição do corpo (decúbito ventral x decúbito dorsal) ou pelo fato de que foram usados flutuadores pela amostra do presente trabalho ou ainda pela diferença de idade dos participantes (no presente estudo foi $21,3 \pm 5,98$ anos e no estudo de Diogo *et al.*⁵ foi $15,8 \pm 2,1$ anos).

Conclusões

Os resultados do presente estudo indicam que nas curvas de força geradas ao longo de um teste de palmateio propulsivo, estando o indivíduo preso a diferentes materiais: tubo elástico e cabo de aço, não há diferença nas variáveis representativas da totalidade do teste, força média e impulso. Por outro lado, quando analisadas variáveis que expressam momentos específicos do teste como a força máxima (ou máxima relativa), a força máxima inicial e o índice de fadiga, foram maiores no nado estacionário enquanto a força média final, o tempo para força máxima foram maiores no nado semiestacionário. Futuros estudos são necessários para uma comparação entre o nado estacionário e semiestacionário a partir de parâmetros que avaliem a qualidade técnica, como de avaliações da cinemática dos membros superiores.

Referências

1. Toussaint HM, Beek PJ. Biomechanics of competitive front crawl swimming. *Sports Med.* 1992; 13(1): 8-24.
2. Gomes LE, Melo MO, Tremea VW, La Torre M, Silva YO, Castro FAS, Loss JF. Position of arm and forearm and elbow flexion during sculling motion: technical recommendation versus what is performed into practice. *Motriz* (Online). 2014; 20: 33-41.

3. Homma M, Homma M. Support Scull Techniques of Elite Synchronized Swimmers. In: Biomechanics And Medicine In Swimming. Porto: Proceedings of Biomechanics and Medicine in Swimming X. Porto: Faculty of Sports Sciences and Physical Education – University of Porto; 2006: 220-3.
4. Ito S. Fundamental Fluid Dynamic Research on Configuration of the Hand Palm in Synchronized Swimming. In: Biomechanics And Medicine In Swimming. Porto: Proceedings of Biomechanics and Medicine in Swimming X. Porto: Faculty of Sports Sciences and Physical Education – University of Porto; 2006: 45-8.
5. Diogo V, Soares S, Tourino C, Abraldes J, Ferragut C, Morouço P, *et al.* Tethered Force Production in Standard and Contra-standard Sculling in Synchronized Swimming. In: International Symposium For Biomechanics And Medicine In Swimming. Oslo: Proceedings of the XIth International Symposium for Biomechanics and Medicine in Swimming. Oslo: Norwegian School of Sport Science, 2010: 67-69.
6. Gomes LE, Silveira RP, Castro FAZ, Mota CB, Loss JF. Comparison between calculated and measured effective propulsive forces during a support sculling motion. In: XXIV Congress of the International Society of Biomechanics, 2013, Natal. Proceedings of the XXIV Congress of the International Society of Biomechanics; 2013.
7. Papoti M, Vitória R, Velosa AB, Cunha SA, Silva AS, Martins LE, *et al.* Uso de células de carga para mensuração da força dos membros inferiores em nado ondulatório. Rev Por. Ciênc. Desporto. 2007; 7(3): 313-318.
8. Akis T, Orkan Y. Experimental and analytical investigation of the mechanics of crawl stroke swimming. Mechanics Research Communications. 2004; 31: 243-261.
9. Castro FAZ, Oliveira TS, Moré FC, Mota CB. Relações entre desempenho em 200 m nado crawl e variáveis cinéticas do teste de nado estacionário. Rev Bras Cienc Esporte, Campinas, 2010; 31(3): 161-76.
10. Yeater RA, Martin RB, White MK, Gilson KH. Tethered swimming forces in the crawl, breast and back strokes and their relationship to competitive performance. J. Biomech, Durham. 2012; 14(8): 527-37.
11. Papoti M, Martins L, Cunha S, Zagatto A, Gobatto C. Padronização de um protocolo específico para determinação da aptidão anaeróbia de nadadores utilizando células de carga. Rev Port Cien Desp. 2003; 3(3): 36-42.
12. Barbosa C, Andrade R, Moreira A, Serrão J, Andries Junior O. Reprodutibilidade da curva força-tempo do estilo “Crawl” em protocolo de curta duração. Rev Bras Educ Fís Esporte. 2012; 26(1): 37-45
13. Kjendlie P, Thorsvald K. A tethered swimming power test is highly reliable. In: Vilas-Boas J, Alves F, Marques A. Biomechanics and Medicine in Swimming X. Portuguese Journal of Sport Sciences. 2006; 6(2): 231-3.
14. Morouço P, Vilas-Boas J, Fernandes R. Evaluation of Adolescent Swimmers Through a 30-s Tethered Te. Pediatric Exercise Science. 2012; 312-21.
15. Maglischo C, Maglischo E. Tethered and nontethered crawl swimming. In: International Symposium On Biomechanics In Sports. Colorado Springs, USA: Proceedings of the International Symposium of Biomechanics in Sports. Del Mar, Califórnia: Research Center For Sports. 1984: 163-176.
16. Morouço P, Keskinen K, Vilas-Boas JP, Fernandes R. Relationship Between Tethered Forces and the Four Swimming Techniques Performance. Journal of Applied Biomechanics. 2011; 27: 161-9.
17. Rezende M. Efeito do treino com elástico cirúrgico na melhora do desempenho de jovens nadadores na distância de 50m na técnica de crol 2009. [Dissertação de Mestrado]. Coimbra: Universidade de Coimbra; 2009.
18. Candotti CT, Loss JF, Bagatini D, Soares DP, Rocha EK, Oliveira AR, *et al.* Cocontraction and economy of triathletes and cyclists at different cadences during cycling motion. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2009; 19: 915-921.
19. Loss JF, Koetz A, Soares DP, Scarrone F, Hennemann V, Sacharuk, V. Quantificação da resistência oferecida por bandas elásticas. Revista Brasileira de Ciências do Esporte. 2002; 24: 61-72.
20. Pascual J, Figueroa A, Neucimar J, Leite A, Ricardo ML, Barros. A flexible software for tracking of markers used in human motion analysis Computer Methods and Programs in Biomedicine 72. 2003: 155-165
21. Abdel-Aziz YI, Karara HM. Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry. Proceedings of the Symposium on Close-Range Photogrammetry (pp. 1-18). Falls Church, VA: American Society of Photogrammetry, 1971.
22. Winter D. Kinematics. In: Winter D. Biomechanics and Motor Control of Human Movement. New Jersey: John Wiley & Sons. 2005; 2: 13-58.
23. Field A. Discovering Statistics Using SPSS. Sage Publications; 2009.