

Mensuração da força isométrica e sua relação com a velocidade máxima de jovens nadadores com diferentes níveis de performance

Isometric force measurement and its relationship with the maximum velocity of young swimmers of different levels of performance

Paulo Cezar Marinho^{1, 2}
Orival Andries Júnior¹

Resumo

MARINHO, P.C., ANDRIES JR., O. Mensuração da força isométrica e sua relação com a velocidade máxima de jovens nadadores com diferentes níveis de performance. **R. bras. Ci e Mov.** 2004; 12(1): 71-76.

Com o intuito de investigar a relação entre a força isométrica máxima (MIF) e a performance da velocidade máxima de nado (V15), foram investigados 19 nadadores do sexo masculino, com idade, peso e altura de $14,5 \pm 1,12$ anos; $61,1 \pm 14,8$ kg e $164,8 \pm 37,6$ cm respectivamente, posteriormente subdivididos em 2 grupos distintos (G1 – maior nível de performance e G2 – menor nível de performance). A avaliação da MIF foi efetuada mediante a utilização de um dinamômetro. A V15 foi calculada a partir do tempo utilizado para a superação de uma distância de 15 metros estilo crawl obtido mediante filmagem. Os resultados mostraram existir uma moderada correlação ($r = 0,57$) entre a MIF e a V15 quando a amostra foi analisada de forma integral, no entanto a magnitude desta correlação sofreu variações consideráveis quando a mesma foi realizada dentro de grupos mais homogêneos e com diferentes níveis de performance, onde os coeficientes para G1 e G2 foram $r = 0,22$ e $r = 0,85$ respectivamente, sugerindo que quanto maior for o nível dos nadadores, mais próximo da especificidade deverão ser os métodos empregados na mensuração da força.

PALAVRAS-CHAVE: natação, mensuração, força isométrica, performance, velocidade.

Abstract

MARINHO, P.C., ANDRIES JR., O. Isometric force measurement and its relationship with the maximum velocity of young swimmers of different levels of performance **R. bras. Ci e Mov.** 2004; 12(1): 71-76.

With the intention of investigating the relationship among the maximum isometric force (MIF) and the performance of the maximum velocity of swim (V15), 19 male swimmers were investigated, with age, weight and height of $14,5 \pm 1,12$ year; $61,1 \pm 14,8$ kg and $164,8 \pm 37,6$ cm respectively, and later subdivided in 2 different groups (G1 – high level performance and G2 – low level performance). The MIF measurement was made by the use of a dynamometry. The V15 was calculated throw time used for the overcome a distance of 15 meters in crawl style obtained by filming. The results showed a moderate correlation ($r = 0,57$) between MIF and V15 when the integral sample was analyzed, however the magnitude of this correlation suffered considerable variations when it was accomplished inside of more homogeneous groups and with different performance levels, where the coefficients for G1 and G2 were $r = 0,22$ and $r = 0,85$ respectively, suggesting that as higher swimmers' level, closer of the specificity should be the methods to measure the force.

KEYWORDS: swimming, measurement, isometric force, performance, velocity

¹ Universidade Estadual de Campinas – Dep. Ciências do Esporte.

² Escola Superior de Educação Física de Cruzeiro.

Recebido: 26/07/2003

Aceite: 16/12/2003

Introdução

O treinamento da força já há algum tempo vem se constituindo uma prática imprescindível entre os nadadores que competem no alto nível. Tal importância está atrelada a uma série de estudos prévios que demonstraram uma forte relação entre os ganhos de força adquiridos com o próprio treinamento e uma conseqüente melhoria da performance dos atletas ^(6,10,14). Por esse motivo a avaliação das capacidades de força no sentido de monitorar seu desempenho, se torna um recurso necessário no processo de construção de resultados mais expressivos.

Segundo Albernethy et. al ⁽¹⁾, o método isométrico é amplamente utilizado para mensurar a força tendo em vista sua acessibilidade e principalmente seu alto grau de reprodução. No entanto, mesmo sendo as informações obtidas através do referido método um importante indicativo da capacidade funcional do músculo ⁽¹⁶⁾, muitos estudos vêm questionando sua validade dentro do esporte competitivo, considerando a pequena relação com a performance dinâmica ^(5, 11, 17). No caso específico da natação existe atualmente uma quantidade bastante restrita de pesquisas que se propuseram a investigar a relação entre a força mensurada de forma isométrica e a performance da velocidade dos nadadores. Além disso, os poucos estudos realizados até o presente momento com este enfoque, foram desenvolvidos com base em investigações de grupos heterogêneos, ou com baixo nível de performance ⁽¹⁴⁾.

Desta forma, o presente artigo objetivou analisar o nível de correlação existente entre a força mensurada de forma isométrica e a velocidade máxima dos nadadores, e verificar a influência do nível de performance dos mesmos na magnitude desta correlação. Como complemento, o estudo se propôs também a investigar a capacidade que possui o método isométrico de mensuração da força, de diferenciar o nível de performance dos atletas.

Metodologia

O estudo contou com 19 nadadores velocistas do sexo masculino que apresentavam $4 \pm 1,32$ anos de treinamento, pertencentes à equipe campeã brasileira de 2001 da categoria infanto-juvenil, onde participaram como voluntários após a assinatura do termo de consentimento formal pelos pais ou responsáveis. A idade dos sujeitos do estudo apresentou valor mínimo de 13 e máximo de 16 anos. A média de idade, peso e altura foi de $14,5 \pm 1,12$ anos; $61,1 \pm 14,8$ kg e $164,8 \pm 37,6$ cm respectivamente.

É importante ressaltar que dentre todos os participantes do estudo, 57,8% faziam parte da seleção nacional referente à categoria em questão.

Mensuração da Força Isométrica

Para mensurar a força isométrica máxima (MIF) foi adotado o protocolo recomendado por Alves et. al ⁽²⁾, que sugere a seguinte posição: com o atleta deitado em decúbito ventral sobre um banco, o ombro, o cotovelo, e as mãos são mantidos no mesmo plano transversal. O antebraço deve formar um ângulo de 120° com o braço. A mão por sua vez apóia-se sobre um palmar que serve como ponto para aplicação da força máxima (figura 1).

Figura 1. Posição utilizada na mensuração da Força Isométrica Máxima (MIF).

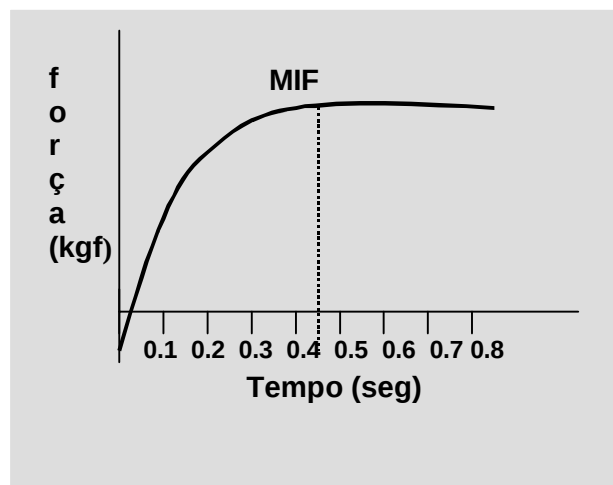


O instrumento utilizado foi um dinamômetro com 100 kgf de capacidade na condição de tração, ligado a um conversor analógico digital com velocidade de amostragem de 10 Hz, que por sua vez era conectado a um computador onde os dados eram analisados dentro de um software específico produzido pela *Sports Systems Engenharia*. Após uma detalhada orientação, foi pedido aos participantes do estudo que aplicassem a máxima força tão rápido quanto possível em três tentativas, dentro de um tempo de cinco segundos, primeiro com o braço direito e posteriormente com o esquerdo, ficando a média obtida entre eles registrada como valor absoluto da MIF. O intervalo utilizado entre as três tentativas foi de dois minutos. A figura 2 apresenta o gráfico obtido no teste de força máxima.

Com o objetivo de evitar possíveis interferências do processo de aprendizagem no resultado do teste, dois dias antes do início do estudo, todos os participantes foram submetidos a uma sessão de treinamento onde foram realizadas cinco repetições por braço com dois minutos de intervalo entre cada repetição.

É importante salientar também que todos os sujeitos foram avaliados no mesmo período e na mesma sessão de treino, além disso, os participantes foram orientados a não realizar nenhum tipo de atividade vigorosa durante as 24 horas que precederam os testes.

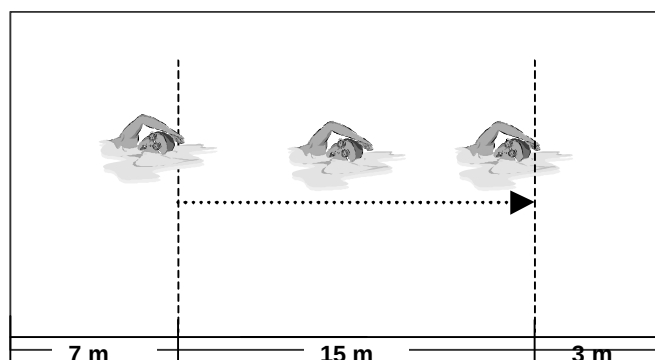
Figura 2 - Gráfico obtido na mensuração da Força Isométrica Máxima (MIF).



Mensuração da Velocidade Máxima

A velocidade dos nadadores foi mensurada um dia após a realização dos testes de força isométrica. Antes do início do teste foi realizado um aquecimento de 500 m no estilo crawl nadados a uma velocidade submáxima estabelecida pelos próprios nadadores, e duas repetições de 12,5 m nadadas na maior velocidade possível. Após o aquecimento foram realizados três sprints de 25 m em máxima velocidade no estilo crawl, com três minutos de intervalo entre eles. Para efeito de análise foi adotada a média entre os três sprints como valor absoluto. Os testes foram realizados no período da tarde sempre na mesma piscina (25 m) com a temperatura da água oscilando em torno de 26 e 27 °C. A velocidade máxima do nadador foi calculada a partir do tempo empregado para cobrir uma distância de 15 m ($V15 = 15m / \text{tempo}15m$). A referida distância foi delimitada por duas hastes de metal posicionadas verticalmente a borda da piscina, onde os 7 m iniciais e os 3 m finais foram desconsiderados (figura. 3). Foi adotado este procedimento metodológico com o intuito de minimizar a influência que a saída e a chegada poderiam exercer no resultado final ⁽⁸⁾.

Figura 3 - Esquemática do teste da Velocidade Máxima (V15).



Todas as tentativas foram registradas por uma filmadora Sony com 50 Hz de frequência, disposta sobre uma base com rodas, que se deslocava paralelamente aos corpos dos nadadores. As imagens registradas na filmadora foram analisadas mediante a utilização de um programa de edição de vídeo capaz de reproduzir 30 quadros por segundo, o que conferiu ao teste uma precisão de 0,03 s. Este software permitiu observar o tempo referente ao exato momento em que a cabeça do nadador coincidia com a primeira e a segunda haste de metal, o que de certo modo pôde diminuir a margem de erro presente na utilização de cronômetros manuais. Procedimentos semelhantes foram utilizados por Arellano et al ⁽³⁾ em análises competitivas.

Divisão dos grupos

Após a realização dos testes, na intenção de investigar qual a influência que o nível dos atletas poderia exercer na magnitude da relação entre a MIF e a V15, a amostra integral ($n = 19$), foi dividida em dois grupos: G1 $n = 11$ – atletas com maior nível de performance, onde a participação na seleção nacional infanto-juvenil do ano de 2001 foi utilizada como critério para a divisão, e G2 $n = 8$ – atletas com baixo nível de performance, ou seja, que não faziam parte da seleção do mesmo ano.

Para análise dos dados apresentados pelos dois distintos grupos, foi utilizada a estatística descritiva (média e desvio-padrão). O teste t para amostras independentes foi empregado para verificar se possíveis diferenças existentes entre os valores apresentados pelos grupos G1 e G2 foram realmente significativas, e por último, para determinação da relação existente entre MIF e V15, foi empregado o coeficiente de correlação linear de Pearson. O nível de significância mínimo adotado foi $p \leq 0,05$.

Resultados

A tabela 1. apresenta a análise descritiva (média e o desvio-padrão), referente a MIF e a V15 da amostra integral e subdividida (G1 e G2).

Diante dos dados pode-se observar que somente a V15 apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$).

Tabela 1 - Média e desvio padrão da Máxima Força Isométrica (MIF) e Velocidade Máxima (V15) dos grupos com maior (G1) e menor (G2) nível de performance.

	Força Isométrica Máxima (kgf)	Velocidade máxima (m/seg)
Amostra integral ($n = 19$)	16,7 ± 2,79	1,82 ± 0,13
Grupo G1 ($n = 11$)	17,4 ± 2,69 ^a	1,89 ± 0,08 ^b
Grupo G2 ($n = 8$)	15,63 ± 2,55 ^a	1,72 ± 0,12 ^b

^a não houve diferença significativa entre os grupos. ($p \leq 0,05$)

^b houve diferença significativa entre os grupos. ($p \leq 0,01$)

A correlação encontrada entre MIF e V15 dentro da amostra integral ($n = 19$) foi de 0,57 ($p \leq 0,05$), é interessante observar que esta relação sofreu algumas variações quando realizada dentro dos diferentes grupos (G1 e G2). Os coeficientes de correlação referentes aos distintos grupos podem ser observados na tabela 2. É importante ressaltar que somente o grupo G1 ($r = 0,22$) não apresentou uma correlação significativa ($p \leq 0,05$), entre as duas variáveis analisadas.

Tabela 2 - Correlação entre a Velocidade Máxima (V15) com a Força Isométrica Máxima (MIF) dentro dos grupos com maior (G1) e menor nível de performance (G2).

Grupo 1	
	Força isométrica máxima
Velocidade Máxima	0,22
Grupo 2	
	Força isométrica máxima
Velocidade Máxima	0,85*

* nível de significância ($p \leq 0,05$).

Discussão

O coeficiente de correlação encontrado na amostra integral se mostrou mais elevado em comparação com os relatos de Strass em um estudo semelhante ⁽¹⁵⁾, que observou uma correlação de $r = 0,51$ entre a MIF e a velocidade obtida em 50 m. A diferença nos dois estudos em relação à distância percorrida, pode ter sido uma das causas responsáveis pela discrepância dos resultados, pois quando a virada não é desconsiderada em determinada distância, a velocidade média é

normalmente superestimada ⁽⁸⁾, e desta forma pode alterar o resultado. Outro estudo publicado por Strass ⁽¹⁴⁾, revelou uma correlação de $r = 0,64$ da MIF com a velocidade referente à distância de 25 m, e $r = 0,56$ com a velocidade nos 50 m. É interessante observar, que conforme houve um aumento de 25 para 50 m na distância percorrida, o grau de relação entre a força isométrica e velocidade também diminuiu.

O grupo G1 não apresentou correlação significativa ($p \leq 0,05$) entre a MIF e a V15. A ausência da relação entre as duas variáveis, a princípio pode ser explicada com base na homogeneidade do grupo, principalmente no que se refere ao nível de performance. Sharp et al. ⁽¹²⁾, encontrou uma alta correlação ($r = 0,90$) entre a potência produzida em uma tração máxima sobre um banco de natação biocinético* e a velocidade desenvolvida na distância de 22,75 m por nadadores que constituíram um grupo heterogêneo com moderado nível de performance. Quando outro estudo de enfoque similar foi aplicado a atletas de categoria nacional com níveis de performance melhores e mais homogêneos, não foi possível encontrar um grau significativo ($p \leq 0,05$) de correlação entre a potência medida no banco de natação e a velocidade ⁽¹³⁾. De modo semelhante, o grupo G1 do presente estudo constituiu uma amostra muito mais homogênea quando comparada à amostra integral, e desta forma apresentou valores de correlação entre a MIF e a V15 nada significativos ($p \leq 0,05$). A baixa correlação da MIF com a V15 ($r = 0,22$) no grupo G1, provavelmente se explica na impossibilidade que possui o método isométrico de reproduzir as ações musculares dinâmicas presentes nas braçadas dos nadadores, e desta forma a técnica de nado, classificada como um importante fator determinante na velocidade de atletas com alto nível de performance ^(6,7,9), não é considerada. Diante destes estudos parece evidente que quanto maior o nível dos atletas, mais específicos deverão ser os métodos empregados para se mensurar a força. Esta evidência pode se solidificar ainda mais, apoiando-se nos relatos de Badillo e Ayestarán ⁽⁴⁾, onde afirmaram que quanto melhor é o nível do atleta menor se torna a capacidade dos métodos inespecíficos de mensuração da força de se relacionarem com a performance desportiva de determinada modalidade.

O grupo G2 apresentou um coeficiente de correlação bastante elevado $r = 0,85$. A alta correlação presente no grupo pode ter sido favorecida pelo fato da técnica de nado não constituir um fator tão determinante na performance de nadadores com menor nível, como o é, em grupos que possuem performances mais elevadas.

Um confronto entre os dados pertencentes aos grupos G1 e G2 ocorreu na intenção de investigar a capacidade do método isométrico em diferenciar o nível de performance da velocidade dos atletas. Como não existiu diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os valores da MIF apresentados pelos grupos, contrariando o ocorrido com a V15 ($p \leq 0,05$), podemos entender que o método isométrico de avaliação da força possui uma baixa capacidade de diferenciação do nível de performance da velocidade dos nadadores, ou seja, o fato de um atleta apresentar um ótimo desempenho da MIF mensurada em condições semelhantes a do presente estudo, não lhe assegura um ótimo rendimento em velocidade.

* * banco biocinético de natação: equipamento específico empregado na mensuração e treinamento da força de nadadores.

Conclusões

Com base nos presentes resultados, pode-se concluir a princípio que a força mensurada de forma isométrica apresentou uma moderada correlação com a performance da velocidade dentro do grupo heterogêneo. No entanto a magnitude desta correlação sofreu consideráveis alterações quando a mesma foi realizada dentro de grupos mais homogêneos e com diferentes níveis de performance, sugerindo que quanto maior for o nível dos nadadores, mais próximo da especificidade deverão ser os métodos aplicados a sua mensuração. Finalmente, o método isométrico de mensuração da força apresentou uma baixa capacidade para diferenciar o nível de performance dos atletas, no entanto outros estudos deverão ser conduzidos para que esta evidência possa ser consolidada.

Referências bibliográficas

- 1) ALBERNETHY, P., WILSON, G., LOGAN, P. Strength and Power Assessment. *Journal of Sports Medicine*. 1995; 19 (6): 401-417.
- 2) ALVES, F., BATISTA, L., PEREIRA, G. Swimming Front-Crawl with Hand Paddles: Biomechanical Implications; 4th Annual Congress of the European College of Sport Science. Rome, Italy, 1999.
- 3) ARELLANO et al. Analysis of 50, 100, and 200 m Freestyle Swimmers at the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics*. 1995; 10: 189-199.
- 4) BADILLO, J. G., AYESTARÁN, E. G. Fundamentos do Treinamento de Força. 2ª ed., Porto Alegre – RS, Artmed, 2001.
- 5) BLOOMFIELD, J. BLANKSBY, B. A., ACKLAND, T. R. The Influence of Strength Training on Overhead Throwing Velocity of Elite Water Polo Players. *Australian Journal Science Medicine Sports*. 1990; 22: 63-67.
- 6) COSTILL, D. L., SHARP, R., TROUP, J. Muscle Strength: Contribution to Sprint Performance. *Swimming World*. 1980; 21: 29-34.
- 7) COSTILL, D.L., MAGLISHO, E. W., e RICHARDSON, A.B. Natación 2ª ed., Barcelona, Hispano Europea, 1998.
- 8) CRAIG, A. B., PENDERGAST, D.R. Relationships of Stroke Rate, Distance per Stroke, and Velocity in Competitive Swimming. *Medicine in Science in Sports and Exercise*. 1979; 11 (3): 278-283.
- 9) HSU, T. G., HSU, K. M., HSIEH, S. S. The Effects of Shoulder Isokinetic Strength Training on Speed and Propulsive Forces in Front Crawl Swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1997; 29 (5): supplement abstract 713.
- 10) MIYASHITA, M., KANEHISA, H. Dynamic Peak Torque Related to Age, Sex, and Performance. *Research Quarterly*. 1979; 50 (2): 249-255.
- 11) MURPHY, A. J., WILSON, G. J., PRYOR, J. F. The Use of Isoinertial Force Mass Relationship in The Prediction of Dynamic Human Performance. *European Journal Applied Physiology*. 1994; 69: 250-257.
- 12) SHARP, R. L., TROUP, J. P., COSTILL, D. L. Relationship Between Power and Sprint Freestyle Swimming. *Medicine in Science in Sports and Exercise*. 1982; 14: 53-56.

- 13) SHARP, R. L., COSTILL, D. L. Power Characteristics of Swimmers at the 1982 US Senior National Long Course Swimming Championships. *Journal Swimming Research*. 1983; 2 (2): 5-10.
- 14) STRASS, D. (1986). Effects of Maximal Strength Training on Sprint Performance of Competitive Swimmers. In UNGERECHTS. B. E., WILKE, K. REISCHLE (ed). *Swimming V*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers 1986; 149-155.
- 15) STRASS, D. (1991). Force-time and Electromyographical Characteristics of Arm Shoulder Muscles in Explosive Type Force Production in Sprint Swimmers. *Journal Swimming Research*. 1991; 7: 17-27.
- 16) WILSON, G. J., MURPHY, A. J. The Use of Isometric Tests of Muscular Function in Athletic Assessment. *Journal of Sports Medicine*. 1996; 22 (1): 19-37.
- 17) VIITASALO, J. T., HAKKINEN, K., KOMI, P. V. Isometric and Dynamic Force Production and Muscle Fiber Composition in Man. *Journal Human Movements Studies*. 1981; 7: 199-209.