

## Aferição das cargas a aplicar a nadadores no teste Wingate em cicloergómetro

### Assessment of the loads to apply to swimmers in the cycle ergometer Wingate test

S.M. Soares, R.J. Fernandes

ARTIGO ORIGINAL | ORIGINAL ARTICLE

#### RESUMO

O teste *Wingate* parece ser o teste padrão para avaliar o potencial anaeróbio, implicando a aplicação de uma carga de resistência cujo valor é uma percentagem do peso corporal do sujeito a avaliar. O objetivo do presente estudo foi o de determinar a carga de resistência, expressa em percentagem do peso corporal, a aplicar a nadadores no teste *Wingate* realizado em cicloergómetro. A amostra foi constituída por sete nadadores e sete nadadoras. Para aferir a carga ótima de resistência a aplicar a cada nadador foi realizado um pré-teste de  $nx10s$ , com um intervalo de 15min entre cada repetição. A resistência aplicada em cada repetição foi de 7.5% do peso corporal, aumentada em frações de 0.5%. A carga de resistência ótima determinada no pré-teste foi aplicada no teste *Wingate* tal como determinada e incrementada e subtraída em 0.5% do peso corporal, tendo-se verificado uma relação não-linear entre a potência e a carga externa. A carga de resistência ótima a aplicar no teste *Wingate* foi superior ao valor padrão de 7.5%, quer para os nadadores ( $9.50 \pm 0.65\%$ ), quer para as nadadoras ( $9.86 \pm 1.18\%$ ).

*Palavras-chave:* natação, performance anaeróbia, teste Wingate

#### ABSTRACT

The Wingate test seems to be the gold standard test to assess the anaerobic potential. The test involves the application of a load resistance which represents a percentage of the subject's body weight. The purpose of the study was to determine the resistance, expressed as a percentage of body weight, to be applied by swimmers in the Wingate test performed in cycle ergometer. The sample was composed by seven male and seven female swimmers. In order to determine the optimal resistance to apply to each swimmer, a pre-test  $nx10s$  was performed (15min rest between repetitions). The resistance applied in each trial was 7.5% of the body weight, increased 0.5% bouts. The optimal resistance was then applied in the Wingate test as determined in the pre-test and added and subtracted 0.5% of the body weight. A non-linear relationship was observed between the power and the external charge. The optimal load resistance value for swimmers of both genders was higher than the standard value of 7.5%. Load resistance values were  $9.50 \pm 0.65\%$  for male and  $9.86 \pm 1.18\%$  for female swimmers.

*Keywords:* swimming, anaerobic performance, Wingate test

Submetido: 25.09.2012 | Aceite: 16.04.2013

---

Susana Maria Soares, Ricardo Jorge Fernandes. CIFIID e LABIOMEPE, Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, Portugal.

Endereço para correspondência: Susana Maria Soares, Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, Rua Dr. Plácido Costa, 91 - 4200-450 Porto, Portugal

E-mail: susana@fade.up.pt

No alto rendimento desportivo, o controlo do treino é uma tarefa de relevância maior para os treinadores. Sem compreender o estado de forma dos desportistas não é possível elaborar ou reorganizar o treino de forma direcionada (Bampouras & Marrin, 2009). O controlo do treino incide em determinantes várias da performance, das quais são exemplos a técnica e a tática, as determinantes psicológicas, as biomecânicas e as fisiológicas. No âmbito das últimas, a resistência cardiorrespiratória congrega atenção particular, quer na sua componente aeróbia, quer na anaeróbia. Considerando o volume de pesquisas realizadas, tem sido devotada maior atenção ao desenvolvimento da primeira, mas tal não se deve à menor importância da segunda, nomeadamente porque quando o esforço é exaustivo e de muito curta duração, o sistema anaeróbio suprime 100% das necessidades energéticas, participação que vai reduzindo com o aumento do tempo. Segundo Malina, Bouchard, e Bar-Or (2004), aos 90s, apenas 50% das necessidades energéticas são supridas pelo sistema anaeróbio e dos 75 aos 90s de esforço exaustivo, a contribuição energética anaeróbia decai para aumentar a comparticipação aeróbia (Gastin, 2001). A aparente menor atenção dada à componente anaeróbia reside, essencialmente, na grande dificuldade em a medir.

Para a avaliação da componente anaeróbia a literatura sugere vários testes, os quais têm como objetivo principal estimar, ainda que de uma forma simplificada, a capacidade muscular de suportar um esforço exaustivo. A duração desses testes situa-se entre os 15 e 120s, pretendendo-se, com as durações de teste mais curtas, avaliar a potência do sistema anaeróbio e, com as mais longas, a capacidade do mesmo sistema. Dos testes mais frequentemente aplicados salientam-se os testes de impulsão vertical (e.g., Sands et al., 2004), o teste de degraus de Margaria (Margaria, Aghemo, & Rovelli, 1966) o teste *yo-yo* de recuperação intermitente (e.g., Atkins, 2006), e o teste *Wingate* (e.g. Bar-Or, 1987).

A avaliação da performance anaeróbia é

uma necessidade evidente na natação pura desportiva. Nesta modalidade todas as provas que se situam entre os 50 e os 200m e que constituem a maioria dos eventos dos calendários mundial e olímpico traduzem esforços de aparente domínio anaeróbio (Bar-Or, Unnithan, & Illescas, 1994; Troup, 1999), pelo menos em adultos treinados. Neste sentido, a avaliação do desempenho anaeróbio de nadadores assume particular importância, quer no âmbito do controlo do treino, quer para um melhor entendimento do rendimento desportivo. Contrariamente ao que seria desejável, o teste de referência para avaliar o desempenho anaeróbio é o teste *Wingate* (Armstrong, 2001; Bar-Or, 1996a). Este teste carece de especificidade para nadadores, particularmente na sua versão original (em cicloergómetro), mas o seu uso na natação é recorrente, o que se deve à sua facilidade de aplicação e ao facto de ainda nenhum teste alternativo, mais específico e realizado em água, ter reunido reconhecimento suficiente para ser tomado como nova referência.

O teste *Wingate* implica o uso de cargas de resistência que têm como referência o valor padrão de 7.5% do peso corporal (e.g., Zupan et al., 2009) ou outros valores já utilizados em populações de não nadadores e tendencialmente mais elevados do que aquele (Inbar, Bar-Or, & Skinner, 1996). A escolha da carga de resistência correta é um detalhe ao qual se deve dar uma ênfase particular, dado que se o valor de resistência for superior ou inferior ao valor ótimo a aplicar, os valores de *output* da potência serão inferiores ao valor real (subestimados), uma vez que a potência varia em U invertido com a resistência, tal como acontece com a força e a velocidade (Sargeant, 1989). Mesmo sendo o teste *Wingate* vastamente utilizado no contexto da natação, não foi possível encontrar na literatura valores de referência relativos à carga de resistência a aplicar a nadadores, nem tão pouco protocolos para a sua determinação. Tal acresce um novo problema ao uso deste teste, que é o da possibilidade de subestimar o desempenho anaeróbio

dos nadadores por incorreta aferição da carga de resistência.

O objetivo do presente estudo foi o de determinar a carga de resistência ótima indutora dos valores máximos de potência máxima e média, expressa em percentagem do peso corporal, a aplicar a nadadores no teste *Wingate* realizado em cicloergómetro. O estudo partiu da hipótese de que o valor da carga de resistência ótima para nadadores é superior ao valor padrão de 7.5% do peso corporal, quer para o sexo masculino, quer para o sexo feminino.

## MÉTODO

### Participantes

Catorze nadadores, sete do sexo masculino (Idade:  $16.57 \pm 0.53$  anos; altura:  $171.57 \pm 2.99$  cm; peso:  $65.71 \pm 2.81$  kg) e sete do sexo feminino (idade:  $16.29 \pm 0.49$  anos; altura:  $162.43 \pm 1.72$  cm; peso:  $48.29 \pm 3.20$  kg), participaram voluntariamente no estudo. O grupo incluía nadadores de provas de velocidade ( $n=10$ ), de fundo ( $n=3$ ) e de ambas as distâncias ( $n=1$ ), especialistas em crol ( $n=4$ ), mariposa ( $n=4$ ), costas ( $n=2$ ), bruços ( $n=1$ ) e estilos (3). O melhor tempo de nado registado em competição aos 100m livres foi de  $59.03 \pm 1.72$  s para os nadadores e de  $69.14 \pm 1.72$  s para as nadadoras.

### Instrumentos e Procedimentos

O protocolo de avaliação foi constituído por duas partes, ambas realizadas numa bicicleta ergométrica (Monark<sup>TM</sup>, Sports Medicine Industries, Minnesota, USA) de frenagem mecânica. Na primeira parte do protocolo os nadadores realizaram  $n$  repetições de 10s de pedalagem no cicloergómetro à máxima velocidade. A primeira repetição foi realizada com uma carga de resistência de 7.5% do peso corporal e as restantes aumentadas e diminuídas aleatoriamente em frações de 0.5% do peso corporal. O intervalo entre cada repetição foi de 15 min e o teste terminou assim que foi determinada a carga de resistência correspondente ao valor mais elevado de potência

máxima ( $P_{max}$ ), considerada como a carga de resistência ótima ( $R_{opt}$ ) a aplicar ao nadador no teste *Wingate*. Na segunda parte do protocolo os nadadores realizaram três repetições do teste *Wingate* (Bar-Or, 1996b). O teste *Wingate* consistiu em 5s de pedalagem, à velocidade máxima e sem resistência, seguidos de 30s de pedalagem à velocidade máxima, contra a resistência aplicada pelo grupo de investigadores: (i) com a  $R_{opt}$  determinada no pré-teste; (ii) com a  $R_{opt}+0.5\%$  do peso corporal; (iii)  $R_{opt}-0.5\%$  do peso corporal. A aplicação dos três níveis de resistência foi aleatória entre os sujeitos da amostra. O intervalo entre cada teste foi de 30 min. Os sujeitos foram encorajados verbalmente durante o teste.

### Análise Estatística

O tratamento estatístico dos dados foi realizado no programa SPSS 18. A normalidade das amostras foi garantida previamente à realização de todas as comparações. A comparação dos valores médios de  $R_{opt}$  que induziram os valores máximos de  $P_{max}$  e de potência média ( $P_{med}$ ) foi realizada através de um  $t$  teste de medidas repetidas. As diferenças entre sexos foram testadas usando um  $t$  teste de medidas independentes. A comparação dos valores médios de  $P_{max}$  e de  $P_{med}$  obtidos nos três testes *Wingate* foi realizada utilizando um teste ANOVA univariado, tendo sido a homogeneidade das amostras previamente garantida pela estatística de Levene. Em todos os testes comparativos efetuados, o nível de significância foi estabelecido em 5%.

## RESULTADOS

Os valores individuais da carga de resistência aplicados no teste de  $n \times 10$ s e os valores correspondentes de  $P_{max}$  e  $P_{med}$  podem ser observados na Figura 1. O valor de  $R_{opt}$  individual determinado correspondeu ao valor mais elevado, quer de  $P_{max}$ , quer de  $P_{med}$ .

Os valores médios de  $R_{opt}$  e respetivas  $P_{max}$  e  $P_{med}$  podem ser observados na Tabela 1. Não se verificaram diferenças entre os valores médios de  $R_{opt}$  que despoletaram os valo-

res mais elevados de Pmax e de Pmed. As diferenças também não foram significativas entre sexos, em todas as variáveis. A Ropt necessária para despoletar os valores máximos de Pmax (nadadores:  $9.50 \pm 0.65\%$ ; nadadoras:  $9.86 \pm 1.18\%$ ) e de Pmed (nadadores:  $9.43 \pm 0.61$ ; nadadoras:  $9.86 \pm 1.18$ ) foi superior ao valor padrão de 7.5%.

Na Figura 2 é possível observar os valores individuais de Pmax e Pmed obtidos no teste Wingate quando foi aplicada a Ropt e a Ropt aumentada e diminuída em 0.5% do peso corporal. Observa-se que a expressão da variação da resistência com a Pmax segue a forma de U invertido para todos os sujeitos testados (excetuando um nadador), tendo o valor da carga de resistência ótima correspondido ao valor central e mais elevado de Pmax. Na análise da variação da resistência com a Pmed foi encontrada a mesma expressão gráfica (U invertido), exceto em duas nadadoras e quatro nadadores.

Os valores médios de Pmax e Pmed, obtidos nos três testes Wingate, quando foi aplicada a carga de Ropt pré-determinada no teste de

nx10s e a carga ótima aumentada e diminuída em 0.5% do peso corporal, podem ser observados na Tabela 2.

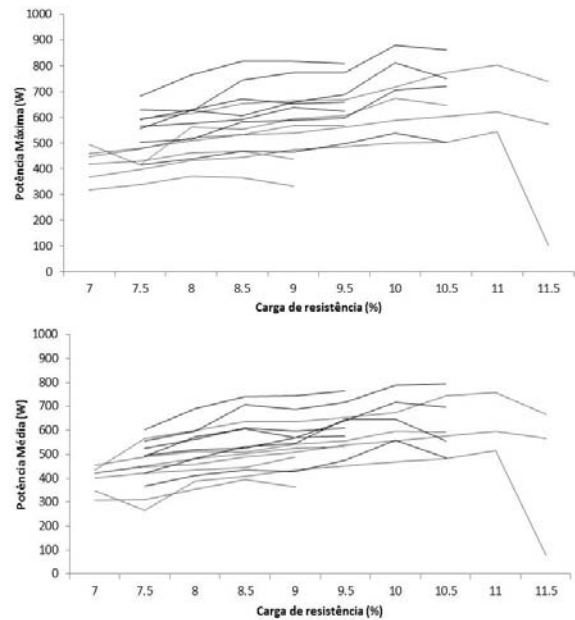


Figura 1. Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas aos nadadores (preto) e nadadoras (cinza) no teste de nx10s e respetivos valores de potência máxima e de potência média

Tabela 1

Valores médios e respetivos desvios padrão ( $M \pm DP$ ) da carga de resistência (% do peso corporal) ótima (Ropt) determinada no teste de nx10s e respetivos valores médios de potência máxima (Pmax) e de potência média (Pmed), para o sexo masculino, para o sexo feminino e para a amostra total

	RoptPmax (%)	Pmax (W)	RoptPmed (%)	Pmed (W)
Masculino	$9.50 \pm 0.65$	$725.00 \pm 118.89$	$9.43 \pm 0.61$	$667.86 \pm 93.31$
Feminino	$9.86 \pm 1.18$	$576.71 \pm 141.11$	$9.86 \pm 1.18$	$554.43 \pm 113.45$
Total	$9.68 \pm 0.93$	$649.86 \pm 146.63$	$9.82 \pm 0.84$	$611.57 \pm 115.53$

Tabela 2

Valores médios e respetivos desvios padrão ( $M \pm DP$ ) das potências máxima (Pmax) e média (Pmed) obtidas para o sexo masculino e feminino, nos três testes Wingate com a carga de resistência ótima (Ropt) e com a Ropt diminuída e aumentada em 0.5% do peso corporal

	Sexo Masculino		Sexo Feminino	
	Pmax (W)	Pmed (W)	Pmax (W)	Pmed (W)
Ropt-0.5%	$565.43 \pm 127.90^a$	$475.42 \pm 98.02$	$541.14 \pm 62.40^a$	$285.57 \pm 66.20$
Ropt	$623.14 \pm 131.80$	$472.28 \pm 89.58$	$573.57 \pm 67.80$	$315.57 \pm 71.60$
Ropt+0.5%	$581.28 \pm 123.70$	$451.14 \pm 73.07$	$547.28 \pm 52.30$	$301.57 \pm 62.60$

Nota: <sup>a</sup> Significativamente diferente de Ropt ( $p < .05$ )

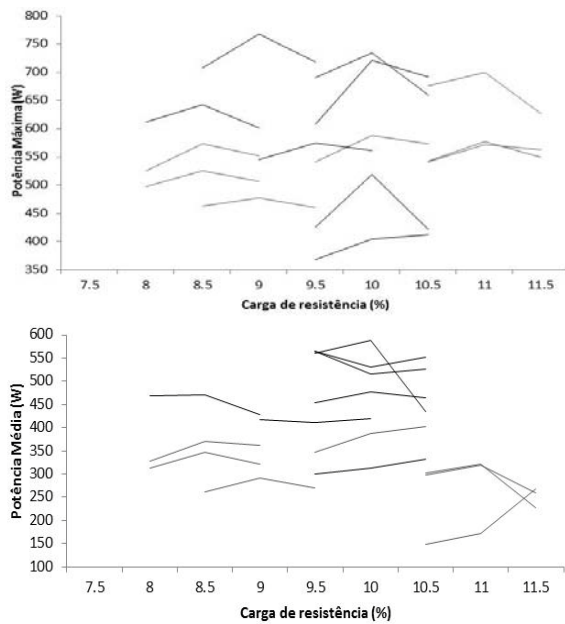


Figura 2. Relação entre as cargas de resistência ótima e ótima  $\pm 0.5\%$  do peso corporal, aplicadas aos nadadores (preto) e nadadoras (cinza) nos três testes de *Wingate* e respectivos valores de Pmax e de Pmed

Os valores médios da Pmax obtidos com a Ropt foram significativamente mais elevados que os obtidos com a Ropt subtraída em 5% do peso corporal, quer para os nadadores ( $p = .011$ ), quer para as nadadoras ( $p = .01$ ). O mesmo não se verificou, contudo, em relação à Ropt aumentada em 5% do peso corporal. Não se observaram diferenças ( $p > .05$ ) nos valores da Pmed obtidos com as três cargas de resistência nos nadadores de ambos os sexos.

### DISCUSSÃO

Com o presente estudo pretendeu-se determinar a carga de resistência, expressa em percentagem do peso corporal, a aplicar a nadadores no teste *Wingate* realizado em cicloergómetro. Determinou-se que a referida carga é superior a 7.5%, o valor de referência para o teste.

Desconhecendo-se qualquer valor de carga de resistência aferida para nadadores, bem como a forma de a determinar, reuniu-se uma amostra de nadadores de ambos os sexos, antevendo eventuais diferenças entre rapazes e raparigas, e utilizou-se um teste prévio de nx10s para determinar a carga ótima de resis-

tência a aplicar no teste *Wingate*. A escolha do tempo de duração de 10s para o pré-teste baseou-se no facto de ser neste intervalo de tempo que, no teste *Wingate*, se manifesta o valor máximo de potência. Neste teste, a partir dos 10s a potência tende a decair. O teste de nx30s foi escolhido enquanto teste confirmatório do valor determinado em pré-teste. Sabendo que a potência varia com a carga de resistência segundo uma distribuição em U invertido (Sargeant, 1989), um valor de pré-teste aferido, quando acrescido e diminuído de carga, deverá produzir valores inferiores de potência. A potência muscular resultante de um esforço de curta duração, como é o utilizado no teste *Wingate* é resultante de fatores como o contributo das vias energéticas, a eficiência da transformação energética, a arquitetura e tamanho dos músculos envolvidos no esforço e os padrões e coordenação de recrutamento muscular. A potência máxima está predominantemente dependente do fornecimento energético muscular intrínseco e da velocidade da contração muscular (Sargeant, 1989). A relação entre a força e velocidade de contração é curvilínea e inversa. A potência, que é o produto das outras duas, tem uma relação similar (mais hiperbólica que curvilínea) com a velocidade, o que significa que contrair a maior ou menor velocidade do que a velocidade de contração ótima reduz a potência (Sargeant, 1989). Uma vez que a carga de resistência condiciona a velocidade de contração, se se pretende medir a verdadeira potência máxima, é importante usar a carga externa mais ajustada, ou o valor de potência máxima resultante estará subestimado em relação ao máximo real (Sargeant, 1989).

O teste *Wingate* é, desde há muito tempo, o teste mais popular (Williams, 1997) e o mais utilizado na avaliação do desempenho anaeróbio (Armstrong, 2001; Bar-Or, 1996a), mesmo em modalidade com expressão mecânica completamente distinta do ato de pedalagem. A carga de resistência padrão utilizada no teste original (Inbar et al., 1996) e ainda usualmente aplicada é de 7.5% do peso corporal. Contudo,

há muito que alguns estudos, nomeadamente o de Dotan e Bar-Or (1983), deixaram antever que este valor pode não ser o mais indicado para populações distintas de desportistas. Estes autores referiram que os valores de resistência ótima são menores para crianças, comparativamente com os adultos, e menores para as raparigas, comparativamente com os rapazes. Num artigo de revisão sobre a avaliação da performance anaeróbia por meio de cicloergómetro, Williams (1997) referiu que a predição do valor de resistência ótima, para sujeitos com massas, volumes e crescimento diferentes é difícil, mas, na lógica da tendência observada para o desporto em geral, também não foi possível encontrar na literatura valores de referência relativos à carga de resistência a aplicar a nadadores no teste *Wingate*, nem tão pouco protocolos para a sua determinação. Os resultados do presente estudo mostraram que o valor padrão de carga de resistência de 7.5% não é o mais indicado para nadadores, mas as diferenças entre sexos não se verificaram. Possivelmente, as diferenças de performance, na presente amostra, não foram suficientes para distinguir a *Ropt* a utilizar com nadadores e com nadadoras, ou, na presente modalidade, esta distinção entre sexos não é tão evidente quanto seria de esperar. Estudos futuros são necessários para confirmar as hipóteses levantadas.

O teste de *nx10s* mostrou-se adequado para a determinação da carga ótima de resistência a aplicar a nadadores quando foi avaliada a *Pmax* produzida pelas cargas pré-determinadas. Todos os sujeitos avaliados, exceto um, atingiram os valores mais elevados de *Pmax* com o valor de carga de resistência anteriormente determinado no teste de *nx10s* (*Ropt*). A mesma afirmação já não pode ser proferida, contudo, para a *Pmed*, porque a variação da potência com a resistência em forma de U invertido não foi observada em duas nadadoras e quatro nadadores, o que constitui aproximadamente 50% da amostra, uma percentagem francamente não negligenciável e que leva a considerar a possibilidade de o teste ter que ser

aferido se a pretensão for determinar, não a *Pmax*, mas a *Pmed*. Refira-se, no entanto, que, na generalidade, é o valor da *Pmax* que se pretende obter quando se realiza o teste *Wingate*, dado ser este o tomado como indicador de capacidade anaeróbia.

A análise comparativa dos valores médios de *Pmax* e *Pmed* obtidos com a carga de *Ropt* pré-determinada no teste *nx10s* e a carga ótima aumentada e diminuída em 0.5% do peso corporal evidenciou, apenas para a *Pmax*, diferenças significativas entre a *Ropt* e a *Ropt* diminuída em 5% do peso corporal. Este resultado parece evidenciar que, em termos médios, pequenos desvios no cálculo da *Ropt* parecem não afetar significativamente os resultados máximos da *Pmax* e da *Pmed*, isto apesar de a inspeção dos resultados individuais ter produzido, pelo menos na *Pmax*, a esperada variação da potência com a resistência em forma de U invertido. A quase ausência de diferenças significativas entre os valores de *Pmax* e de *Pmed* produzidas pelas três cargas de resistência tem, contudo, de ser lida com particular atenção, nomeadamente porque os valores individuais de potência dos sujeitos foram muito distintos, o que originou valores de desvio padrão muito elevados. Uma amostra de tamanho superior à do presente estudo seria necessária para atenuar o efeito da variação entre sujeitos. Em acréscimo, este resultado permite ainda evidenciar a importância de, em contexto de treino, os valores médios de potência terem uma capacidade interpretativa moderada. Os valores médios são interessantes para caracterizar grupos de sujeitos, comportamentos, respostas ou tendências. Um valor médio é um valor de referência. No âmbito do planeamento e do controlo do treino, espera-se que o nadador apresente valores de potência máxima no teste *Wingate* (indicador de capacidade anaeróbia) que se conhecem como sendo de referência para a população em que ele se insere. No caso presente, espera-se que um nadador com características similares aos da presente amostra necessite de cargas de resistência de cerca de 10% do seu peso corporal, para que a

sua potência máxima, obtida através do teste *Wingate*, não seja subestimada. O valor médio permite ainda ao treinador classificar o seu nadador no seio da sua população, percebendo se a potência máxima por ele produzida (i.e., a sua capacidade anaeróbia) está mais aquém ou mais além do esperado (ex: é dotado de maior ou menor capacidade anaeróbia do que a média dos nadadores que são seus adversários). Contudo, para o planeamento específico de cargas de treino e para o controlo das melhorias da potência, o treinador tem que analisar os valores individuais e planear em função do nível de desenvolvimento da capacidade anaeróbia esperado para cada nadador. Se utilizar valores médios corre o risco de induzir uma estimulação que pode estar aquém ou além do estado de performance do seu nadador.

### CONCLUSÕES

Em conclusão, o presente estudo veio mostrar que o valor de carga de resistência de 7.5% não deve ser utilizado quando o teste *Wingate* é realizado com nadadores. O valor da carga para os nadadores da presente amostra aproximou-se dos 10%, mas a realização da aferição a nível individual, realizando um teste de nx10s, parece ser um procedimento razoável.

Os resultados do presente estudo têm implicações práticas positivas no âmbito da otimização do controlo de treino de nadadores. A realização do teste *Wingate* com cargas de resistência inferiores à carga de resistência ótima, nomeadamente utilizando o valor padrão de 7.5%, induz a subestimação dos valores das potência máxima e média, podendo levar o treinador a concluir que os seus nadadores necessitam de um estímulo de treino superior para desenvolver o seu potencial anaeróbio. Neste sentido, quanto melhor for aferida a carga de resistência no teste, mais aferido será também o resultado em termos de expressão da potência do nadador e melhor serão ajustadas as séries de treino para desenvolvimento da potência e capacidade anaeróbias. Futuramente seria importante realizar o pré-teste de nx10s tendo como referencial a deter-

minação da Pmed, no sentido de validar a sua aparente utilidade na determinação da expressão máxima desta variável. Seria igualmente importante perceber se o mesmo teste poderá ser utilizado em nadadores de outros escalões competitivos, utilizando amostras maiores do que a do presente estudo, no sentido de atenuar a amplitude da variação entre os sujeitos.

---

#### Agradecimentos:

Nada a declarar.

---

#### Conflito de Interesses:

Nada a declarar.

---

#### Financiamento:

Nada a declarar.

---

### REFERÊNCIAS

- Armstrong, N. (2001). *Sex differences in paediatric exercise physiology*. Paper presented at the 21<sup>st</sup> Symposium of The European Group of Pediatric Work Physiology, Belgium, Corsendonk.
- Atkins, S. J. (2006). Performance of the Yo-Yo Intermittent Recovery Test by Elite Professional and Semiprofessional Rugby League Players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(1), 222-225.
- Bampouras, T. M., & Marrin, K. (2009). Comparison of two anaerobic water polo-specific tests with the Wingate test. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 336-340.
- Bar-Or, O. (1987). The Wingate anaerobic test: An update on methodology, reliability and validity. *Sports Medicine*, 4(6), 381-394.
- Bar-Or, O. (1996a). Anaerobic performance. In D. Docherty (Ed.), *Measurement in pediatric exercise science* (pp. 161-182). Windsor, Canada: Human Kinetics.
- Bar-Or, O. (1996b). *Developing the prepubertal athlete: physiological principles*. Paper presented at the VII Biomechanics and Medicine in Swimming, London.
- Bar-Or, O., Unnithan, V., & Illescas, C. (1994). *Physiologic considerations in age-group swimming*. Paper presented at the 10th FINA World Sports Medicine Congress, Kyoto, Japan.

- Dotan, R., & Bar-Or, O. (1983). Load optimization for the Wingate Anaerobic Test. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 51(3), 409-417.
- Gastin, P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine*, 31(10), 725-741.
- Inbar, O., Bar-Or, O., & Skinner, J. S. (1996). *The Wingate Anaerobic Test*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity* (2<sup>a</sup> ed.). Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Margaria, R., Aghemo, P., & Rovelli, E. (1966). Measurement of muscular power (anaerobic) in man. *Journal of Applied Physiology*, 21(5), 1662-1664.
- Sands, W. A., McNeal, J. R., Ochi, M. T., Urbanek, T. L., Jemni, M., & Stone, M. H. (2004). Comparison of the Wingate and Bosco anaerobic tests. *Journal of Strength Conditioning Research*, 18(4), 810-815.
- Sargeant, A. (1989). Short-term muscle power in children and adolescents. In O. Bar-Or (Ed.), *Advances in pediatric sport sciences* (pp. 41-65). Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Troup, J. P. (1999). The physiology and biomechanics of competitive swimming. *Clinical Sports Medicine*, 18(2), 267-285.
- Williams, C. A. (1997). Children's and adolescents' anaerobic performance during cycle ergometry. *Sports Medicine*, 24(4), 227-240.
- Zupan, M. F., Arata, A. W., Dawson, L. H., Wile, A. L., Payn, T. L., & Hannon, M. E. (2009). Wingate anaerobic test peak power and anaerobic capacity classifications for men and women intercollegiate athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(9), 2598-2604. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b1b21b

