

**DEFINIÇÃO DE CARGAS DE RESISTÊNCIA A UTILIZAR NO TESTE *WINGATE* REALIZADO  
EM ERGÓMETRO DE BRAÇOS E EM CICLOERGÓMETRO**

**Estudo conduzido em nadadores de ambos os sexos e de diferente estágio de  
desenvolvimento maturacional**

Dissertação apresentada com vista à obtenção de provas em 2º Ciclo de Estudos em Desporto para Crianças e Jovens, orientada pela Professora Doutora Susana Soares e coorientada pelo Professor Doutor Ricardo Fernandes, ao abrigo do Decreto-Lei nº 74/2006 de 24 de Março.

Pedro Miguel Duarte

Porto, 2012

Duarte, Pedro (2011). DEFENIÇÃO DE CARGAS DE RESISTÊNCIA A UTILIZAR NO TESTE *WINGATE* REALIZADO EM ERGÓMETRO DE BRAÇOS E EM CICLOERGÓMETRO. Estudo conduzido em nadadores de ambos os sexos e de diferente estadio de desenvolvimento maturacional. Dissertação apresentada com vista à obtenção do grau de mestre em Desporto para Crianças e Jovens. Universidade do Porto, Faculdade do Desporto.

KEY WORDS: SWIMMING, ANAEROBIC POWER, WINGATE TEST, RESISTENCE, MATURATION.

PALAVRAS-CHAVE: NATAÇÃO, POTÊNCIA ANAERÓBIA, TESTE *WINGATE*, RESISTÊNCIA, MATURAÇÃO.

## **Agradecimentos**

Expresso o meu profundo agradecimento a todos aqueles que contribuíram para a concretização deste trabalho, em especial:

À Professora Doutora Susana Soares, pelo acompanhamento permanente, pela disponibilidade demonstrada e pela partilha constante da sua imensa sabedoria, aliada à capacidade de transformar os momentos de angústia em bons momentos de reflexão.

Ao Professor Doutor Ricardo Fernandes, pela sua orientação, disponibilidade demonstrada e sabedoria transmitida.

Ao Gabinete de Natação, pelo enquadramento que me permitiu desenvolver este trabalho.

Aos treinadores do Futebol Clube do Porto, pela colaboração e compreensão que demonstraram.

A todos que participaram ativamente no processo experimental.

Aos meus pais, por estarem sempre presentes.

À Lúcia, pela força e encorajamento que sempre me transmitiu.



A presente dissertação baseia-se nos artigos seguintes, referenciados no texto por ordem numérica:

1.

Duarte, P.; Fernandes, R. e Soares, S. (2011). Weight resistance for a cycloergometer Wingate Test performed by different maturational groups of male swimmers. In: Craig A. Williams and Neil Armstrong (eds.), Children and Exercise XXVII, The proceedings of the 27<sup>th</sup> Pediatric Work Physiology Meeting, pp. 275-280. Routledge, London and New York.

2.

Duarte, P.; Fernandes, R.J.; Soares, S. (2011). Aferição da carga de resistência a aplicar em cicloergómetro a nadadores de diferente sexo e maturação. (Em preparação para publicação)

3.

Duarte, P.; Fernandes, R.J.; Soares, S. (2011). Aferição da carga de resistência a aplicar em ergómetro de braços adaptado a nadadores de diferente sexo e maturação. (Em preparação para publicação)

São ainda apresentados, também por ordem numérica, os seguintes apêndices:

---

I.

Duarte, P.; Fernandes, R.J.; Soares, S. (2010). Aferição da carga de resistência a aplicar a nadadores seniores no teste *Wingate* realizado em cicloergómetro. (Enviado para publicação para a Revista Motricidade)

II

Duarte, P.; Fernandes, R.J.; Soares, S. (2011). Aferição da carga de resistência a aplicar a nadadores pós-púberes no teste *Wingate* realizado em ergómetro de braços. XXXIV Congresso Técnico-Científico APTN/ XI Ibérico. Ílhavo. (Em preparação para publicação)

## Índice

Índice de Figuras.....	IX
Índice de Tabelas.....	XI
Capítulo 1 - Introdução Geral.....	1
Capítulo 2 - Artigo 1 – Weight resistance for a cycle ergometer wingate test performed by different maturational groups of male swimmers.....	5
Capítulo 3 - Artigo 2 – Aferição da carga de resistência a aplicar em cicloergómetro a nadadores de diferente sexo e maturação.....	13
Capítulo 4 - Artigo 3 - Aferição da carga de resistência a aplicar em ergómetro de braços adaptado a nadadores de diferente sexo e maturação.....	23
Capítulo 5 - Discussão Geral.....	33
Capítulo 6 - Conclusão Geral.....	37
Capítulo 7 - Sugestão para pesquisas futuras.....	39
Apêndice. I - Aferição de cargas de resistência a aplicar a nadadores seniores no teste <i>Wingate</i> realizado em cicloergómetro.....	41
Apêndice. II - Aferição da carga de resistência a aplicar a nadadores seniores no teste <i>wingate</i> realizado em ergómetro de braços.....	51
Capítulo 8 - Referências Bibliográficas.....	59



---

## Índice de Figuras

### Capítulo 2

Figura 1 - Maximal power values attained in nx 10s maximal pedal pre-test by a) pre-pubertal, b) pubertal, and c) postpubertal male swimmers. .... 9

Figura 2 - Pmax values attained by a) pubertal and b) postpubertal male swimmers in *Wingate* Test, when the optimal load was applied as it was determined in nx 10s test and added and subtracted 0.005 g.kg-1..... 10

### Capítulo 3

Figura 1 - Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas no teste de nx 10s e respectivos valores de potência máxima, á esquerda e de potência média á direita no escalão pré-pubertário..... 17

Figura 2 - Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas no teste de nx 10s e respectivos valores de potência máxima, à esquerda e de potência média à direita no escalão pubertário. .... 17

Figura 3 - Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas no teste de nx 10s e respectivos valores de potência máxima, à esquerda e de potência média à direita no escalão pós-pubertário. .... 17

Figura 4 - Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas três teste *Wingate* e respectivos valores de potência máxima, á esquerda e de potência média á direita no escalão pubertário. .... 19

Figura 5 - Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas três teste *Wingate* e respectivos valores de potência máxima, á esquerda e de potência média á direita no escalão pós-pubertário. .... 19

### Capítulo 4

Figura 1 - Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas no teste de nx 10s e respectivos valores de potência máxima, á esquerda e de potência média á direita no escalão pré-pubertário..... 27

Figura 2 - Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas no teste de nx 10s e respectivos valores de potência máxima, à esquerda e de potência média à direita no escalão pubertário. ....	28
Figura 3 - Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas no teste de nx 10s e respectivos valores de potência máxima, à esquerda e de potência média à direita no escalão pós-pubertário. ....	28
Figura 4 - Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas nos três teste <i>Wingate</i> e respectivos valores de potência máxima, á esquerda e de potência média á direita no escalão pós-pubertário. ....	29

### **Apêndice 1**

Figura 1 - Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas no teste de nx 10s e respectivos valores de potência máxima, à esquerda e de potência média à direita no escalão pós-pubertário. ....	45
Figura 2 - Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas três teste <i>Wingate</i> e respectivos valores de potência máxima, á esquerda e de potência média á direita no escalão pré-pubertário.....	46

### **Apêndice 2**

Figura 1 - Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas no teste de nx 10s e respectivos valores de potência máxima, à esquerda e de potência média à direita no escalão pós-pubertário. ....	56
Figura 2 Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas nos três teste <i>Wingate</i> e respectivos valores de potência máxima, á esquerda e de potência média á direita no escalão pós-pubertário. ....	57

---

## Índice de Tabelas

### Capítulo 3

- Tabela 1 - Valores médios e respectivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) da carga de resistência (% do peso corporal) ótima (Rot) determinada no teste de nx 10s e respectivos valores médios de potência máxima (Pmax) e de potência média (Pmed), para o sexo masculino, para o sexo feminino e para a amostra total, no escalão pré-púbere. .... 18
- Tabela 2 - Valores médios e respectivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) da carga de resistência (% do peso corporal) ótima (Rot) determinada no teste de nx 10s e respectivos valores médios de potência máxima (Pmax) e de potência média (Pmed), para o sexo masculino, para o feminino e para a amostra total, no escalão púbere. .... 18
- Tabela 3 - Valores médios e respectivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) da carga de resistência (% do peso corporal) ótima (Rot) determinada no teste de nx 10s e respectivos valores médios de potência máxima (Pmax) e de potência média (Pmed), para o sexo masculino, para o sexo feminino e para a amostra total, no escalão pós-púbere. .... 18
- Tabela 4 - Valores médios e respectivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) das potências máxima e média (W), para o sexo masculino e feminino, obtidas nos três teste *Wingate* com a carga de resistência ótima (Rot) e com a Rot diminuída e aumentada em 0.5% do peso corporal, no escalão púbere. .... 19
- Tabela 5 - Valores médios e respectivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) das potências máxima e média (W), para o sexo masculino e feminino, obtidas nos três teste *Wingate* com a carga de resistência ótima (Rot) e com a Rot diminuída e aumentada em 0.5% do peso corporal, no escalão pós-púbere. .... 20

### Capítulo 4

- Tabela 1: Valores médios e respectivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) da carga de resistência (% do peso corporal) ótima (Rot) determinada no teste de nx 10s e respectivos valores médios de potência máxima e de potência média, para o sexo masculino, para o sexo feminino e para a amostra total, no escalão pré-púbere. .... 28

Tabela 2: Valores médios e respectivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) da carga de resistência (% do peso corporal) ótima (Rot) determinada no teste de nx 10s e respectivos valores médios de potência máxima e de potência média, para o sexo masculino, para o sexo feminino e e para a amostra total, no escalão púbere. ....	29
Tabela 3: Valores médios e respectivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) da carga de resistência (% do peso corporal) ótima (Rot) determinada no teste de nx 10s e respectivos valores médios de potência máxima e de potência média, para o sexo masculino, para o sexo feminino e para a amostra total no escalão pós-púberes. ....	29
Tabela 4: Valores médios e respectivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) das potências máximas e média (W), para o sexo masculino e feminino, obtidas nos três testes <i>Wingate</i> com a carga de resistência ótima (Rot) e com a Rot diminuída e aumentada em 0.5% do peso corporal, no escalão pós-pubere. ....	30

### **Apêndice 1**

Tabela 1: Valores médios e respectivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) da carga de resistência (% do peso corporal) ótima (Ropt) determinada no teste de nx 10s e respectivos valores médios de potência máxima (Pmax) e de potência média (Pmed), para o sexo masculino, para o s sexo feminino e para a amostra total. ....	46
Tabela 2: Valores médios e respectivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) das potências máxima e média (W), para o sexo masculino e feminino, obtidas nos três teste <i>Wingate</i> com a carga de resistência ótima (Ropt) e com a Ropt diminuída e aumentada em 0.5% do peso corporal.....	47

### **Apêndice 2**

Tabela 1: Valores médios e respectivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) da carga de resistência (% do peso corporal) ótima (Rot) determinada no teste de nx 10s e respectivos valores médios de potência máxima e de potência média, para o sexo masculino, para o sexo feminino e para a amostra total. ....	56
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabela 2 - Valores médios e respectivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) da potência máxima e média (W), para o sexo masculino, feminino e para a amostra total, obtidas nos três testes *Wingate* com a carga de resistência ótima (Rot) e com a Rot diminuída e aumentada em 0.5% do peso corporal. .... 57



## Resumo

A avaliação da performance de um atleta é de grande importância para o treinador, sendo os testes que a constituem parte integrante dos sistemas de treino a que este é submetido (Bampouras & Marrin, 2009). Dentro da avaliação da performance a avaliação do potencial anaeróbio é determinante para desportos cujo modelo competitivo implica a realização de esforços muito curtos e intensos, como e o caso da natação.

O *Wingate* parece ser, presentemente, o teste padrão para avaliar o potencial anaeróbio, implicando a aplicação de uma carga de resistência que constitui uma percentagem do peso corporal do sujeito a avaliar. Cargas de resistência mal aferidas implicam a subavaliação do potencial anaeróbio, não se conhecendo nenhuma forma de determinar, com rigor, a carga que induz a expressão mecânica máxima do referido potencial. 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 e em ergómetro de braços adaptado, indutora dos valores máximos de potência máxima e média. A amostra foi constituída por quarenta e nove nadadores, 15 pré-púberes ( $7 \pm 0,76$  anos;  $137 \pm 0,1$  cm;  $34,5 \pm 5$  Kg) 20 púberes ( $12 \pm 0,65$  anos;  $152 \pm 0,1$  cm;  $42,9 \pm 9$  Kg) de nível regional, e 14 pós-púberes ( $16 \pm 0,53$  anos;  $167 \pm 5$  cm;  $57 \pm 9$  Kg) de nível nacional. Para aferir a carga ótima de resistência a aplicar, em ambos os ergómetros, a cada sujeito, foi realizado um pré-teste de  $n \times 10$ s, com um intervalo de 15 min entre cada repetição. No cicloergómetro, a resistência aplicada em cada repetição foi de 7.5% do peso corporal, aumentada e diminuída em frações de 0.5% até se encontrar a resistência indutora do valor mais elevado de potência máxima. No ergómetro de braços, a resistência aplicada na primeira repetição foi de 4% do peso corporal, a qual foi posteriormente aumentada, e diminuída, em frações de 0.5%, até se encontrar a resistência indutora do valor mais elevado de potência máxima. Os resultados sugeriram ser necessário aplicar um pré-teste para determinar a carga ótima de cada sujeito a aplicar no teste *Wingate*, mas apenas quando se pretende obter a expressão máxima da potência máxima. É possível

que o pré-teste tenha que ser modificado se a pretensão for determinar o valor máximo da potência média. Pequenas imprecisões na determinação da resistência ótima a aplicar ( $\pm 0.5\%$  do peso corporal) parecem não ter grande influência nos valores médios da potência máxima e da potência média. A carga de resistência ótima a aplicar em cicloergómetro a ambos os sexos, parece situar-se entre os 9.5 e os 10% do peso corporal. Em ergómetro de braços adaptado, para rapazes e raparigas respetivamente, os valores de carga ótima a aplicar situam-se entre o 5 e os 5.5% do peso corporal. O pré-teste de nx 10s, em ergómetros de braços, parece não ser o mais indicado para os grupos de maturação, pré-púberes e púberes, mas parece ser indicado para os pós-púberes.

**Palavras-chave:** Natação, capacidade anaeróbia, teste *Wingate*, maturação.

## Abstract

The evaluation of the athlete's performance is of great importance to the trainer, the tests being part of the training system to which he is subjected (Bampouras & Marrin, 2009). In the performance evaluation, the assessment of anaerobic potential is crucial to competitive sports, whose model implies the realization of very short and intensive efforts, such as swimming.

At present, Wingate seems to be the standard test for evaluating the anaerobic potential involving the application of a load of endurance which is a percentage of the body weight of the subject to be assessed. Loads of endurance which are badly measured, underestimate the anaerobic potential involved. And, so far, no one knows any way to accurately determine the load that induces the maximum mechanical expression of that potential.

The aim of this study was to determine the load of endurance, expressed as a percentage of body weight, by applying the Wingate test to swimmers, carried out on a cycle ergometer and on an adapted arm ergometer, by inducing the maximum values of maximum and average strength. The sample consisted of forty-nine swimmers, 15 pre-pubescent (age:  $7 \pm 0.76$  years, height:  $137 \pm 0.1$  cm, weight:  $34.5 \pm 5$  kg) at a regional level, 20 pubescent ( $12 \pm 0$ , 65 years,  $152 \pm 0.1$  cm,  $42.9 \pm 9$  kg) at a regional level and 14 post-pubescent ( $16 \pm 0.53$  years,  $167 \pm 5$  cm,  $57 \pm 9$  kg) at a national level. To measure the optimum load of endurance to be implemented on both ergometers, to each subject, a nx 10s pre-test was made, with a break of 15 minutes between each repetition. In the cycle ergometer, the resistance applied in each repetition was 7.5% of body weight, which was increased and reduced in fractions of 0.5%, until the endurance, inducing the highest value of maximum strength was found. In the arm adapted ergometer, the endurance applied in the first repetition was 4% of body weight, which was then increased and reduced in fractions of 0.5%, until the endurance inducing the highest value of maximum strength was found. The average results, suggested that it would be necessary to apply a pre-test to determine the optimum load of each subject, to be applied in the Wingate test, but only when looking for the maximum expression of maximum strength. It is possible that the pre-

test might have to be modified if the intention is to determine the maximum expression of average strength. Small imperfections in the determination of the optimum to be applied ( $\pm 0.5\%$  of body weight) seem to have great influence on the values of maximum and average strength. The great resistance load to be applied in the cycle ergometer, to both sexes, appears to lie between 9.5 and 10% of body weight. In the arms adapted ergometer, respectively for boys and girls, the optimum load values to be applied seem to be between 5 and 5.5% of body weight. The nx 10s pre-test, applied in arm adapted ergometers, does not seem to be the most appropriate for the maturity groups, prepubescent's and pubescent, but seems to be indicated for the post-pubescent group.

**Keywords:** Swimming, anaerobic ability, Wingate test, maturation.

## Résumé

L'évaluation de la performance de l'athlète est d'une grande importance pour l'entraîneur, ainsi que les tests qui font partie du système de formation à laquelle il est soumis (Bampouras & Marrin, 2009). Dans l'évaluation de la performance, l'évaluation des potentiels sportifs anaérobies est crucial pour le modèle concurrentiel, qui implique la réalisation d'efforts très courts et intensifs, comme la natation.

*Wingate* semble, actuellement, être le test standard pour évaluer le potentiel anaérobie impliquant l'application d'une charge de résistance, qui est un pourcentage du poids corporel du sujet à être évalué. Charges de résistance pas bien mesurées impliquent la sous-évaluation du potentiel anaérobie, ne pas ayant un moyen de déterminer, avec précision, la charge qui induit l'expression de ce potentiel mécanique maximale.

Le but de cette étude était de déterminer la charge de résistance, exprimée en pourcentage du poids corporel, à appliquer aux nageurs à l'épreuve de *Wingate*, réalisée sur un cyclo ergomètre et un ergomètre de bras adapté, pour induire les valeurs maximales de puissance maximale et moyenne. L'échantillon se composait de quarante-neuf nageurs, 15 pré-pubères ( $7 \pm 0,76$  ans,  $137 \pm 0,1$  cm,  $34,5 \pm 5$  kg) 20 pubères s ( $12 \pm 0,65$  ans,  $152 \pm 0,1$  cm,  $42,9 \pm 9$  kg) au niveau régional, et 14 post-pubères ( $16 \pm 0,53$  ans,  $167 \pm 5$  cm,  $57 \pm 9$  kg) au niveau national. Pour mesurer la charge de résistance parfaite à appliquer dans les deux ergomètres, à chaque sujet, on a fait un pré-test nx 10s, avec un intervalle de 15 minutes entre chaque répétition. En concernant le cycloergomètre, la résistance appliquée à chaque répétition était de 7,5% du poids corporel, augmentée et diminuée en des fractions de 0,5% jusqu'à atteindre la résistance induisant la valeur la plus élevée de la puissance maximale. Dans l'ergomètre de bras, la résistance appliquée à la première répétition était de 4% du poids corporel, qui a été augmentée, et diminuée en des fractions de 0,5%, jusqu'à atteindre la résistance induisant la valeur la plus élevée de la puissance maximale.

Les résultats suggèrent d'être nécessaire appliquer un pré-test afin de déterminer la charge parfaite de chaque sujet, à appliquer dans le test de *Wingate*, mais seulement pour obtenir l'expression maximale de la puissance maximale. Peut-être le pré-test

doit être modifié si l'intention est de déterminer la valeur la plus élevée de la puissance moyenne. Petites inexactitudes dans la détermination de la résistance parfaite à appliquer ( $\pm 0,5\%$  du poids corporel) semblent ne pas avoir une grande influence sur les valeurs moyennes de la puissance maximale ni de la puissance moyenne. La charge d'une grande résistance, à être appliquée sur un ergomètre, pour les deux sexes, semble se situer entre 9,5 et 10% du poids corporel. En ergomètre de bras adapté, respectivement pour les garçons et les filles, les valeurs de charge parfaite à appliquer sont comprises entre 5 et 5,5% du poids corporel. Le pré-test nx 10s dans les ergomètres de bras, semble ne pas être le plus approprié aux groupes de maturation, des pré-pubères et des pubères, mais il semble être indiqué pour les post-pubères.

**Mots-clés:** Natation, capacité anaérobie, test de *Wingate*, maturation

## Abreviaturas e Símbolos

Abreviação/Símbolo - Termos (unidade)

F – Feminino

$\text{g.kg}^{-1}$  – gramas por quilogramas

h - horas

IF – Índice de fadiga

M – Masculino

m - metros

min - minutos

n – nº de repetições

Pmax – Potência máxima

Pmed – Potência média

Rot – Resistência ótima

SD – Desvio padrão

W - Watts

x – Média



---

## Capítulo 1 - Introdução Geral

A avaliação do rendimento desportivo de um atleta é de grande importância para o treinador, sendo os testes que a constituem parte complementar do plano de treino a que este é submetido. Os testes auxiliam o treinador na compreensão do atual estado de performance do seu atleta e na elaboração ou reorganização do treino (Bampouras & Marrin, 2009). A capacidade anaeróbia é uma das componentes da performance a avaliar e refere-se à energia despendida no esforço que provem maioritariamente do sistema anaeróbio. Segundo Wilmore e Costil (2004), quando o esforço é exaustivo o sistema anaeróbio dispõe de uma capacidade limite de fornecimento de energia de 90s (Wilmore e Costill 2004).

Para a avaliação da capacidade anaeróbia a literatura sugere vários testes, os quais têm como objetivo principal avaliar a capacidade do músculo ou músculos suportarem um esforço elevado num período de tempo que medeia entre 15 e os 90s. De entre os testes mais aplicados salientam-se o teste de salto vertical (Sands et al., 2004), o teste de escadas de Margaria (Salonia, Chu, Cheifetz, & Freidhoff, 2004), testes de corrida, como o teste yo-yo de recuperação intermitente (Atkins, 2006) e o teste *Wingate* (Bar-Or, 1987; Cumming, 1973). O teste *Wingate* é, provavelmente, o método mais utilizado na avaliação do desempenho anaeróbio (Bampouras & Marrin, 2009; Bar-Or, 1996a; Okano et al., 2001). Este teste laboratorial, habitualmente realizado em cicloergómetro, mas também já várias vezes aplicado em ergómetro de braços (Hawley & Williams, 1991; Nindl, Mahar, Harman, & Patton, 1995; Patton & Duggan, 1987), parece poder ser tomado como teste de referência na avaliação da capacidade anaeróbia (Armstrong, 2001; Van Praagh, 1998), tendo como principal concorrente o teste de força-velocidade (Crielaard et al 1979).

O teste *Wingate* prevê uma duração de 30s de uma ação de pedalagem, à velocidade máxima e contra uma resistência constante, calculada previamente e função do peso corporal do sujeito (Dotan & Bar-Or, 1983; Okano, et al., 2001). Visa avaliar a potência e/ou capacidade anaeróbia em praticantes de modalidades cujo esforço incide, preferencialmente, nos membros inferiores (cicloergómetro) ou nos membros

superiores (ergómetro de braços). O *output* do teste comporta valores de potência mecânica máxima, média e mínima, absolutas e relativas, e o índice de fadiga do sujeito testado (Inbar, Bar-Or et al. 1996). Segundo Rowland (1996) a potência máxima é tida como indicador da potência anaeróbia do sujeito e a potência média como indicador da capacidade anaeróbia.

Em natação pura desportiva todas as provas que se situam entre os 50 e os 200m, que constituem a maioria dos eventos dos calendários mundial e olímpico, traduzem esforços de aparente domínio anaeróbio (Bar-Or, 1987; Bar-Or, V. Unnithan, & C. Illescas, 1994; Trappe, 1996; 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 da performance competitiva.

Desde a introdução do teste *Wingate* de 30s que foram propostas várias modificações ao protocolo original (P. Gatin, Lawson, Hargreaves, Carey, & Fairweather, 1991). Uma área que não tem recebido muita atenção mas que se reveste de particular importância refere-se à seleção da resistência ótima que irá suscitar os valores máximos de potência mecânica durante o esforço desenvolvido em cicloergómetro (Dotan & Bar-Or, 1983; O. Inbar & Bar-Or, 1986; O.; Inbar, Bar-Or, & Skinner, 1996; O.; Inbar & Meckel, 1999; Taoutaou, Mimouni, Kherbache, & Mansri, 2003). Segundo Gatin, et al.(1991) há vários fatores que precisam ser considerados na seleção de uma carga de resistência ótima para um ergómetro de resistência, nomeadamente a duração do teste, a idade, o sexo, o tamanho corporal e o peso corporal. Contudo, parece não existir uma carga de resistência que seja consensualmente utilizada entre os investigadores, diferenciada por grupos de maturação, sexo ou outros fatores, tanto para cicloergómetro, como para ergómetro de braços. Parece não existir, também, um procedimento padrão para a calcular, quer quando os testados são jovens adultos, quer quando são crianças ou sujeitos de géneros diferentes (Vandewalle, Peres, & Monod, 1987).

O objetivo do presente estudo foi o de determinar a carga de resistência, expressa em percentagem da massa corporal, a aplicar no teste *Wingate* a nadadores de sexo e maturação distintos, quer em cicloergómetro, quer em ergómetro de braços.

Para tal, no **Apêndice I** apresentamos um estudo piloto que foi realizado em cicloergómetro, onde aplicamos um pré-teste de nx 10s para calcular a carga de resistência ótima no teste *Wingate* 3x30s, a realizar por nadadores. Os resultados deste estudo levaram-nos a alargá-lo a diferentes escalões maturacionais (**Capítulo 2**): pré-púberes, púberes e pós-púberes, do sexo masculino. Posteriormente, quisemos comparar os resultados obtidos pelo sexo masculino com os do sexo feminino (**Capítulo 3**). Seguidamente, tentamos determinar a resistência a utilizar no teste *Wingate* realizado em ergómetro de braços. Para tal, aplicamos o pré-teste de nx 10s a nadadores pós-púberes (**Apêndice II**). Como os resultados foram de encontro ao esperado, alargamos o estudo a três grupos de maturação: pré-púbere, púbere e pós-púberes e aos dois géneros (**Capítulo IV**).

Por último, é apresentada uma discussão geral tendo como base os resultados obtidos nos cinco estudos independentes e a literatura especializada bem como uma sumula das principais conclusões das quais decorreram sugestões para futuros trabalhos.



---

**Capítulo 2 - Artigo 1 – Weight resistance for a cycle ergometer wingate test performed by different maturational groups of male swimmers**

P. Duarte, R.J. Fernandes, and S. Soares

CIFI2D, Faculty of Sport, University of Porto, Portugal

Publicado em Proceedings of the 27<sup>th</sup> Pediatric Work Physiology Meeting, pp. 275-280



## Introduction

The athletes' performance evaluation and the training control are important tasks for coaches, allowing the accurate definition of the training loads and the reorganization of the training process (Bampouras and Marrin, 2009). Several performance components are evaluated on a training control programme, one of which refers to the expended energy that comes predominantly from the anaerobic system. Accordingly to Wilmore and Costill (1999), when the effort leads to exhaustion, the anaerobic system has a total time capacity of 90s. Nevertheless, other authors suggest that this same total time capacity varies from 60 to 120 s (Gastin, 2001; Guyton and Hall, 2002).

In competitive swimming, the 50–200 m events are efforts that have an apparent anaerobic predominance (Bar-Or, 1987; Bar-Or et al., 1994; Trappe, 1996; Troup, 1999). As those competitive distances are the majority of the World and Olympic events, the evaluation of anaerobic potential is crucial in swimming evaluation and training control. To assess this physical capacity the literature suggests several tests whose main purpose is to evaluate the capacity of a muscle or muscles to support a supramaximal effort. The time effort of these tests varies from 15 to 120 s: short durations are used to evaluate the power of the anaerobic system, and long durations intend to evaluate the system capacity. Within those tests, the most popular are the vertical jump (Sands et al., 2004), the Margaria step test (Salonia et al., 2004), the running tests (i.e. the yoyo Intermittent Recovery Test, Atkins, 2006), and the Wingate Test (Bar-Or, 1987).

The Wingate Test is probably the most used in the diagnosis of anaerobic potential (Inbar and Bar-Or, 1986), gaining acceptance for its use comparatively with other tests, but is not a specific test for swimmers. When conducting a Wingate Test with a mechanically-braked ergometer, it is important to precisely define the resistance applied to the ergometer (Dotan and Bar-Or, 1983; Dore et al., 2001). Specifically, too high or too low a resistance will result in the underestimation of an athlete's anaerobic potential. The resistance that is usually applied in the literature is  $0.075 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  of body

mass, and but this may not be optimal for trained subjects. Reference values for swimmers are currently unknown.

The present study aimed to verify the accuracy of an nx 10s maximal Wingate cycle ergometer pedal test to determine the optimal load resistance (expressed as a percentage of body mass), to apply to different maturational groups of male swimmers.

## **Methods**

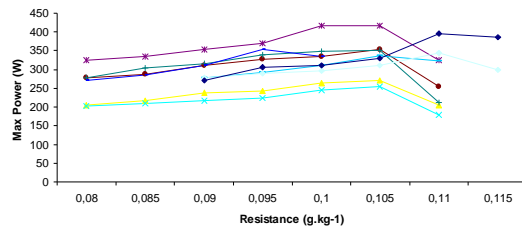
The study protocol consisted of a pre-test of nx 10s maximal cycle ergometer test (Monark™, Sports Medicine Industries, Minnesota, USA), applied to 8 pre-pubertal, 10 pubertal and 7 post-pubertal male swimmers. The first 10s bout was performed against a resistance load of  $0.075 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  of body mass. The following bouts were randomly added and subtracted in  $0.005 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  of body mass. A minimum rest interval of 15 min was completed between bouts. The tests stopped when the resistance able to produce the maximal value of power output was reached. This procedure allowed for the determination of the individual weight resistance theoretically able to induce the highest maximal power value in the 30s Wingate Test (optimal load). After a minimum 24h rest, a 30s Wingate Test was performed using the optimal load determined in the pre-test. Two other 30s Wingate Tests were then performed, adding and subtracting  $0.005 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  of body mass to the optimal load. A rest interval of 30 min was accomplished between bouts. The procedures relative to the Wingate Test followed the protocol usually described in literature (Bar-Or, 1987). Statistical procedures consisted in ANOVA test ( $P=0.05$ ).

## **Results**

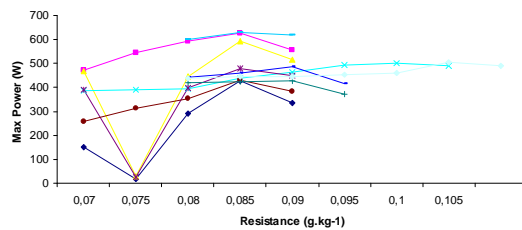
In Figure 1 it is possible to observe that the pre-pubertal swimmers individual optimal load values determined in the nx 10s maximal pedal rate to attain maximal power values varied between  $0.095$  and  $0.105 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  of body mass. Mean optimal load values were  $10.39 \pm 0.33 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Pubertal swimmers optimal values varied between  $0.085$  and  $0.105 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  of body mass, with a mean optimal load value of  $8.79 \pm 0.57 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Post-

pubertal swimmers minimum and maximum optimal load values were 0.085 and 0.10 g.kg<sup>-1</sup> of body mass. Mean optimal load value was 9.67 ± 0.52 g.kg<sup>-1</sup>. Mean load values were higher for pre-pubertal swimmers. No differences were found between mean load values of pubertal and post-pubertal swimmers.

a)



b)



c)

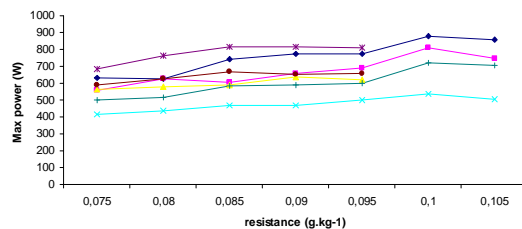
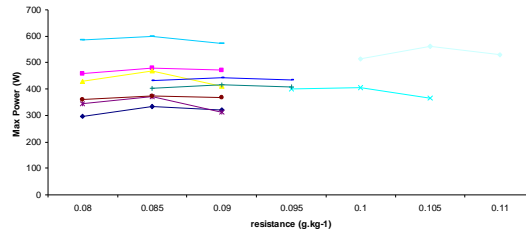


Figura 1 - Maximal power values attained in nx 10s maximal pedal pre-test by a) pre-pubertal, b) pubertal, and c) postpubertal male swimmers.

Figure 2 is representative of maximal power (Pmax) values attained by pubertal and post-pubertal swimmers in the Wingate Test, when the optimal load was applied as it was determined in the nx 10s test and added and subtracted 0.005 g.kg<sup>-1</sup>. As it can be observed, Pmax values showed a bell shape variation with the resistance load. When optimal load was added and subtracted 0.005 g.kg<sup>-1</sup>, Pmax values were lower than those obtained with the pre-determined optimal load. Pre-pubertal swimmers values were not plotted once a large number (5 in 8) of swimmers did not reach the end of

the Wingate Test when predetermined optimal load was used as it was calculated, and/or added an subtracted  $0.005 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

a)



b)

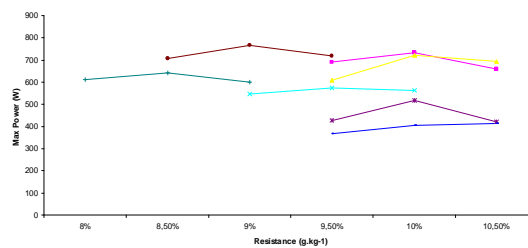


Figura 2 - Pmax values attained by a) pubertal and b) postpubertal male swimmers in *Wingate* Test, when the optimal load was applied as it was determined in nx 10s test and added and subtracted  $0.005 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

Results of the nx 10s pre-test found that the ideal resistance that should be applied in 30s *Wingate* Tests performed by different maturational groups of swimmers is higher than the usual  $0.075 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , proposed by Bar-Or (1996). The test seems to be accurate to determine optimal resistance load for pubertal and post-pubertal male swimmers. When the optimal load was used in the *Wingate* Test as determined in the nx 10s test and added and subtracted  $0.005 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , an expected bell shape curve was found for Pmax plotted against the three tested loads. The same conclusion could not be applied to pre-pubertal swimmers, once, when optimal load was applied, a large number of swimmers (5 in 8) did not finish the 30s *Wingate* Test. This could probably be due to poor cycle ergometer ergonomic characteristics for children.

## **Conclusion**

In conclusion, the proposed pre-test of nx 10s maximal cycle ergometer test seems not to be accurate to determine the optimal resistance load to apply in the 30s Wingate Test performed by pre-pubertal male swimmers, even though the same pre-test was shown to be accurate for pubertal and adult swimmers.



---

**Capítulo 3 - Artigo 2 – Aferição da carga de resistência a aplicar em cicloergómetro a nadadores de diferente sexo e maturação**

Pedro Duarte<sup>1</sup>, Ricardo J. Fernandes<sup>1,2</sup>, Susana Soares<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, Portugal

<sup>2</sup>CIFI<sup>2</sup>D, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, Portugal

Em preparação para publicação



## Introdução

Determinar a performance anaeróbia de atletas de diferentes modalidades, entendida, ou não, como o somatório dos processos fisiológicos alácticos e lácticos, não é uma tarefa fácil. A forma mais comum de determinar esta componente envolve a determinação por via ergométrica, não invasiva, do trabalho mecânico e proporciona um método indireto de avaliação daquela qualidade (P. B. Gastin, 1994). Na natação pura desportiva todas as provas que se situem entre os 50 e os 200m, que constituem a maioria dos eventos dos calendários mundial e olímpico, traduzem esforços de aparente domínio anaeróbio (Bar-Or, et al., 1994), 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 da performance competitiva (Bampouras & Marrin, 2009). De entre os testes, não invasivos, mais aplicados salientam-se o teste de salto vertical (Sands, et al., 2004), o teste de escadas de Margaria (Salonia, et al., 2004), testes de corrida, como o teste yo-yo de recuperação intermitente (Atkins, 2006), e o teste *Wingate* (Bar-Or, 1987). O teste *Wingate* é provavelmente o método mais utilizado na avaliação do desempenho anaeróbio (Bar-Or, 1996a), e, apesar de pouco específico, reúne maior consenso quanto à sua utilização comparativamente com outros estudos. Um dos grandes problemas deste teste é a utilização de cargas de resistência que constituem uma % do peso corporal (O.; Inbar, et al., 1996) o teste *Wingate* tem como referência o valor padrão de 7.5% do peso corporal, mas em vários estudos os autores já tiveram necessidade de a modificar, em função de fatores como o sexo, a idade, o nível de performance, etc (Hawley & Williams, 1991; Sands, et al., 2004; Williams, 1997; Zupan et al., 2009). Parece não existir, também, um procedimento padrão para a calcular, quer quando os testados são jovens adultos, quer quando são crianças ou sujeitos de géneros diferentes (Vandewalle, et al., 1987). O objetivo do presente estudo foi o de determinar a carga de indutora dos valores máximos de potência máxima e potencia média, expressa em percentagem do peso corporal, a aplicar no teste *Wingate* realizado em cicloergómetro a nadadores de sexo género e maturação distintos.

## **Métodos**

Quarenta e nove nadadores, 15 pré-púberes ( $7.00 \pm 0.8$  anos;  $137.00 \pm 0.2$  cm; e  $34.5 \pm 5$  Kg) de nível regional, 20 púberes ( $12.00 \pm 0.7$  anos;  $152.00 \pm 0.2$  cm e  $42.9 \pm 9$  Kg) de nível regional e 14 pós-púberes ( $16.00 \pm 0.53$  anos;  $167.00 \pm 5$  cm; e  $57 \pm 9$  Kg) de nível nacional, participaram voluntariamente no estudo. 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 à máxima velocidade. A primeira repetição foi realizada com uma carga de resistência de 7.5% do peso corporal, sendo 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 ótima (Rot), a carga de resistência correspondente ao valor mais elevado de potência máxima a aplicar a cada nadador no teste *Wingate*. Na segunda parte do protocolo os nadadores realizaram três repetições do teste *Wingate*, com um intervalo mínimo de 30 min. Uma das repetições foi realizada com a Rpot individual determinada no pré-teste. As duas outras repetições foram realizadas com a Rpot incrementada e subtraída em 0.5% do peso corporal. Os procedimentos relativos ao teste *Wingate* obedeceram ao protocolo usualmente descrito na literatura (Bar-Or, 1996b).

O tratamento estatístico dos dados foi realizado no programa SPSS 18. A normalidade das amostras foi garantida previamente à realização de todas as comparações. As diferenças entre sexos foram testadas usando um t-test de medidas independentes. A comparação dos valores médios de potência máxima e potência média obtidos nos três testes *Wingate* foi realizada utilizando um teste One-Way ANOVA para medidas repetidas. A homogeneidade das amostras foi previamente garantida. Em todos os testes comparativos efectuados, 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 Pmax e Pmed podem ser observados na figura 1, 2 e 3.

O valor ótimo de carga de resistência ótima (Rot) individual determinado foi aquele que correspondeu ao valor mais elevado, quer de (Pmax), quer de (Pmed).

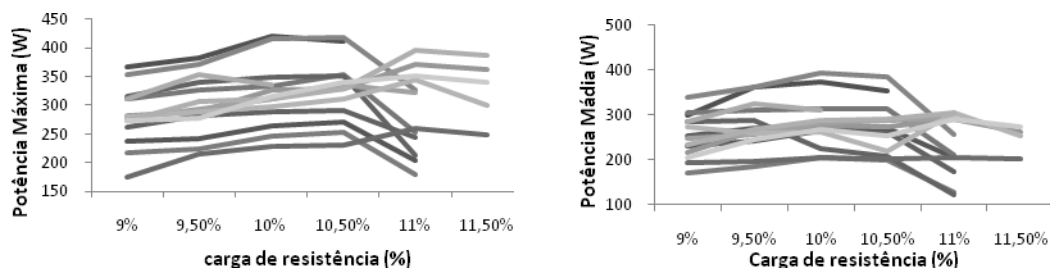


Figura 1 - Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas no teste de nx 10s e respectivos valores de potência máxima, à esquerda e de potência média à direita no escalão pré-pubertário.

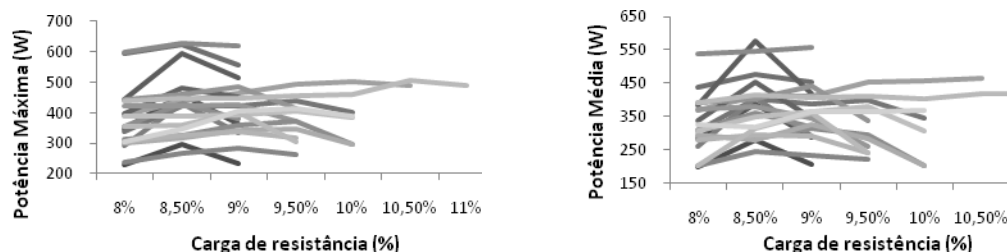


Figura 2 - Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas no teste de nx 10s e respectivos valores de potência máxima, à esquerda e de potência média à direita no escalão pubertário.

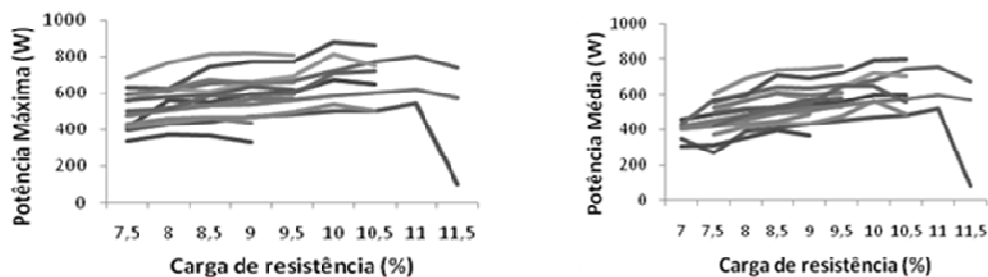


Figura 3 - Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas no teste de nx 10s e respectivos valores de potência máxima, à esquerda e de potência média à direita no escalão pós-pubertário.

Os valores médios de Rot e respectivas Pmax e Pmed podem ser observados nas tabelas 1, 2 e 3. Não se verificaram diferenças entre os valores médios de Rot que originaram os valores mais elevados de Pmax e de Pmed. As diferenças também não foram significativas entre sexos.

Tabela 1 - Valores médios e respectivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) da carga de resistência (% do peso corporal) ótima (Rot) determinada no teste de nx 10s e respectivos valores médios de potência máxima (Pmax) e de potência média (Pmed), para o sexo masculino, para o sexo feminino e para a amostra total, no escalão pré-púbere.

	RotPmax (%)	Pmax (W)	RotPmed (%)	Pmed (W)
Masculino	10.50±0.98	346.22±53.48	10.17±0.63	300.00±50.26
Feminino	10.33±0.43	340.22±57.71	10.50±0.66	291.00±54.97
Total	10.43±0.68	343.73±53.24	10.30±0.65	296.40±50.43

Tabela 2 - Valores médios e respectivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) da carga de resistência (% do peso corporal) ótima (Rot) determinada no teste de nx 10s e respectivos valores médios de potência máxima (Pmax) e de potência média (Pmed), para o sexo masculino, para o feminino e para a amostra total, no escalão púbere.

	RotPmax (%)	Pmax (W)	RotPmed (%)	Pmed (W)
Masculino	9.10±0.39	10.90±78.61	8.75±0.49	452.60±71.25
Feminino	9.10±0.39	375.80±59.08	8.80±0.35	325.90±50.84
Total	9.03±0.57	443.35±96.873	8.77±0.41	389.25±88.62

Tabela 3 - Valores médios e respectivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) da carga de resistência (% do peso corporal) ótima (Rot) determinada no teste de nx 10s e respectivos valores médios de potência máxima (Pmax) e de potência média (Pmed), para o sexo masculino, para o sexo feminino e para a amostra total, no escalão pós-púbere.

	RotPmax (%)	Pmax (W)	RotPmed (%)	Pmed (W)
Masculino	9.50±0.65	725.00±118.89	9.43±0.61	667.86±93.31
Feminino	9.86±1.18	576.71±141.11	9.86±1.18	554.43±113.45
Total	9.68±0.93	649.86±146.63	9.82±0.84	611.57±115.53

Na figura 4 e 5, respeitante aos escalões, púbere e pós-púbere, respetivamente, é possível observar os valores individuais de Pmax (painel da esquerda) e Pmed (painel da direita) obtidos nos três testes *Wingate* quando foi aplicada a Rot e a Rot aumentada e diminuída em 0.5% do peso corporal. O valor de carga de resistência ótima correspondeu ao valor central de potência máxima obtido.

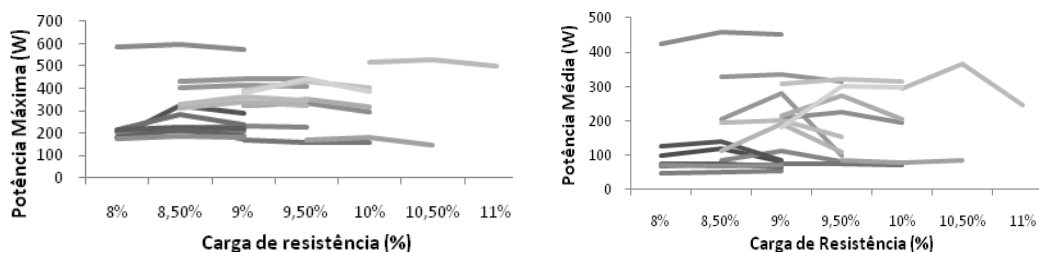


Figura 4 - Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas três teste *Wingate* e respectivos valores de potência máxima, á esquerda e de potência média á direita no escalão pubertário.

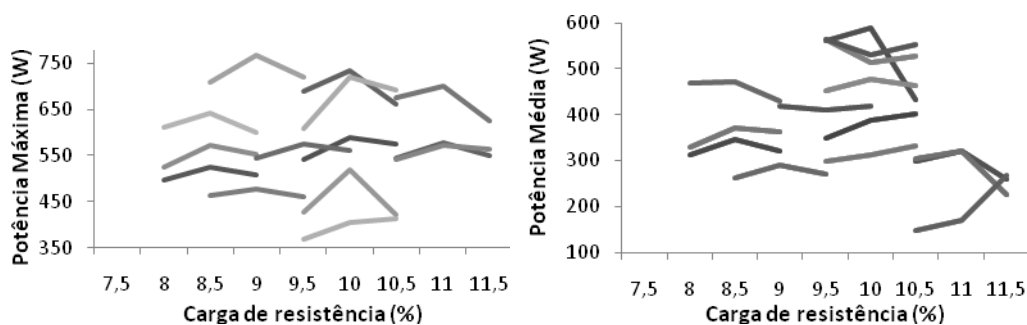


Figura 5 - Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas três teste *Wingate* e respectivos valores de potência máxima, á esquerda e de potência média á direita no escalão pós-pubertário.

Os valores médios de Pmax e Pmed, obtidos nos três testes *Wingate* quando foi aplicada a carga de resistência ótima pré-determinada no teste de nx 10s e a carga ótima aumentada e diminuída em 0.5% do peso corporal, podem ser observados nas tabelas 4, 5.

Tabela 4 - Valores médios e respetivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) das potências máxima e média (W), para o sexo masculino e feminino, obtidas nos três teste *Wingate* com a carga de resistência ótima (Rot) e com a Rot diminuída e aumentada em 0.5% do peso corporal, no escalão púbere.

Sexo	Potência	Rot - 0.5%	Rot (W)	Rot + 0.5%
Masculino	Pmax	310.20±121.9	444.40±80.5	310.30±154.5
	Pmed	166.80±136.4	268.70±95.7	152.40±137.6
Feminino	Pmax	278.50±76.2	338.50±71.9	288.30±77.7
	Pmed	157.50±76.6	210.20±77.4	160.70±88.9
Total	Pmax	294.35±121.9	391.45±92.01	299.30±119.6
	Pmed	162.15±107.8	239.45±89.8	156.55±112.9

Tabela 5 - Valores médios e respectivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) das potências máxima e média (W), para o sexo masculino e feminino, obtidas nos três teste *Wingate* com a carga de resistência ótima (Rot) e com a Rot diminuída e aumentada em 0.5% do peso corporal, no escalão pós-púbere.

Sexo	Potência	Rot – 0.5%	Rot (W)	Rot + 0.5%
Masculino	Pmax	565.43±127.9	623.14±131.8	581.28±123.7
	Pmed	475.42±98.02	472.28±89.58	451.14±73.07
Feminino	Pmax	541.14±62.4	573.57±67.8	547.28±52.3
	Pmed	285.57±66.2	315.57±71.6	301.57±62.6
Total	Pmax	553.28±98.74	598.36±103.89	564.28±92.96
	Pmed	380.5±127.14	398.92±112.60	376.36±101.46

Não se verificaram diferenças nos valores médios da Pmax obtidos com as três cargas de resistência, quer para o sexo masculino, quer para o sexo feminino, quer para a amostra total, isto para os púberes e para os pós-púberes. O mesmo se observou em relação aos valores médios da Pmed.

Os valores dos nadadores pré-púberes não foram apresentados porque um grande número (9 em 15) de nadadores não chegou a concluir o Teste de *Wingate*, quando a carga de resistência ótima foi aplicada e/ou adicionada e subtraída em 0.5% do peso corporal.

## Discussão

O teste *Wingate* é, provavelmente, o teste mais utilizado na avaliação do desempenho anaeróbio (Bar-Or, 1996a). A carga de resistência utilizada originalmente e ainda usualmente utilizada é de 7.5% do peso corporal (O.; Inbar, et al., 1996). Contudo, alguns estudos descritos na literatura já deixaram antever que este valor pode não ser o mais indicado para populações distintas de desportistas (Hawley & Williams, 1991; Zupan, et al., 2009). Também 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. Hawley & Williams (1991), face a esta mesma dificuldade utilizaram, em nadadores jovens no ergómetro de braços, valores de

resistência referentes a adultos não treinados, apesar de, Dotan & Bar-Or (1983), terem estudado uma forma de otimizar a resistência para o teste *Wingate*, realizado em cicloergómetro, quer em ergómetro de braços. Estes autores usaram contudo, valores em Jules e não valores em percentagem do peso corporal ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ).

Ao analisar os valores obtidos no nosso estudo pode-se constatar, através dos valores de Pmax e contrariamente ao mencionado tanto por (Bar-Or, 1996a)) e por (Dotan & Bar-Or, 1983), que os valores de resistência óptima mais elevados obtiveram-se, no escalão dos pré-pubertários  $10.4\pm 0.79$  ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), sendo precedidos pelos pós-pubertários com um valor de  $9.7\pm 0.93$  ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) de potência máxima e só depois pelos pubertários com um valor de  $9.0\pm 0.60$  ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ).

Relativamente aos resultados obtidos no teste de 3x30s, a variação de valores de Pmax e Pmed com a carga de resistência foi, no caso dos grupos dos nadadores pubertários e pós-pubertários, de encontro ao esperado, tendo-se observado uma curva de variação da potência com a resistência em forma de U invertido. Todos os sujeitos avaliados atingiram os valores mais elevados de Pmax com o valor de carga de resistência anteriormente determinado no teste de nx 10s (Rot), isto verificou-se nos e grupos de maturação estudados. No que se refere aos valores de Pmed, observados nos 3x30s do teste *Wingate*, a variação da potência com a resistência em forma de U invertido não foi observada em 2 raparigas e 4 rapazes pós-púberes, o que constitui quase 50% da amostra. No que respeita aos púberes tal variação não se verificou em 3 rapazes e 1 rapariga. Tal ocorrência pode ter tido origem no facto de, em pré-teste, ter sido usada a Pmax como referência para determinar a Rot. Este resultado sugere que o pré-teste para determinação da Rot pode ter que ser redefinido se aquilo que se pretender encontrar for a expressão máxima da Pmed. No que respeita aos valores de Pmax a variação da potência com a resistência em forma de U invertido foi observada na globalidade dos sujeitos púberes e pós-púberes estudados. Neste sentido, o pré-teste de nx 10s parece ser indicado para a determinação da carga ideal a aplicar no teste *Wingate* quando se pretender determinar a Pmax do sujeito testado, mas o mesmo pode não ser verdadeiro se a pretensão for determinar o valor máximo da Pmed. Relativamente aos pré-púberes tal alternância da potência com a resistência em

forma de U não se verificou em 5 rapazes e 4 raparigas, o que nos indica que o pré-teste realizado para este grupo de maturação parece não ser indicado para o mesmo. A análise comparativa dos valores médios de Pmax e de Pmed obtidos com a carga de resistência ótima pré determinada no teste nx 10s e a carga ótima aumentada e diminuída em 0.5% do peso corporal evidenciou a ausência de diferenças significativas entre os valores de potência máxima e potência média, nos púberes e pós-púberes. Este resultado parece evidenciar que, em termos médios, pequenos desvios no cálculo da resistência ótima 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.

Futuramente seria importante repetir o teste *Wingate* 3x30s tendo como referencial a Pmed e também realizar a análise comparativa dos valores máximos de Pmax e de Pmed obtidos no teste *Wingate*, resultantes de cargas de resistência substancialmente inferiores e superiores à resistência ótima. Seria, de igual modo, interessante testar novamente o grupo dos pré-púberes, tendo como finalidade o de encontrar um pré-teste de aferição de carga de resistência a aplicar no teste *Wingate*.

---

**Capítulo 4 - Artigo 3 - Aferição da carga de resistência a aplicar em ergómetro de braços adaptado a nadadores de diferente sexo e maturação**

Pedro Duarte<sup>1</sup>, Ricardo J. Fernandes<sup>1,2</sup>, Susana Soares<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, Portugal

<sup>2</sup>CIFI<sup>2</sup>D, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, Portugal

Em preparação para publicação



## Introdução

O teste *Wingate* é considerado o teste padrão no âmbito da avaliação do potencial anaeróbio, o que pode ser facilmente comprovado realizando uma pesquisa simples em qualquer base de dados que inclua as Ciências do Desporto. O teste foi desenvolvido originalmente para cicloergómetro (Bar-Or, 1996a; Cumming, 1973), surgindo mais tarde a variante de braços, pela necessidade de avaliar a potência anaeróbia de sujeitos envolvidos em modalidades em que o esforço maior ou uma parte significativa do esforço incide nos membros superiores, como é o caso da natação e do remo.

O uso de ergómetros de braços específicos, na investigação nem sempre é possível, pelo que é comum utilizar ergómetros adaptados (Colantonio, Barros, & Kiss, 2003; Little, 1991; Nindl, et al., 1995; Rohrs, Mayhew, Arabas, & Shelton, 1990). Independentemente da utilização de ergómetros de braços específicos ou adaptados, na generalidade todas são de frenagem mecânica e impõem a aplicação de uma carga de resistência que o sujeito tem que vencer e que algumas vezes expressa uma dada percentagem do peso corporal. A carga de resistência de referência utilizada para o teste *Wingate* realizado em cicloergómetro foi, originalmente, de 7.5% do peso corporal, Dotan & Bar-Or (1983), valor este considerado desajustado principalmente para desportistas (Bar-Or, 1996a). A necessidade de ajustar a carga de resistência a aplicar no teste *Wingate* impõe-se pelo facto de cargas inferiores ou superiores à carga de resistência óptima resultarem em outputs de potência máxima inferiores ao máximo efetivo do sujeito, originando uma subestimação do potencial anaeróbio e uma informação inadequada para a tomada de decisões no âmbito do planeamento do treino (Sargeant, 1989). Na literatura não existe um valor padrão a utilizar no teste *Wingate* realizado em ergómetro de braços adaptado.

No que se refere a testes realizados em ergómetros de braços, já foram utilizadas cargas de resistência de 6.2% e de 4.8% do peso corporal em nadadores e nadadoras púberes, respectivamente (Rohrs, et al., 1990). Little (1991) aplicou a nadadoras púberes a carga de resistência de 5.5% do peso corporal e de 5.9% a nadadoras pós-púberes. Nindl et al. (1995) aplicaram uma carga de resistência 5% do peso corporal a

jovens atletas adolescentes e Colantonio et al. (2003) aplicaram essa mesma carga a atletas adultos de nível nacional, não especificando o desporto por estes praticado. Hawley e Williams (1991) utilizaram 4.8 % de peso corporal como carga de resistência para raparigas e 6.2 % para rapazes, nadadores de competição, valor que os autores referiram serem de referência para populações não atletas. Assim, quando se pretende realizar o teste *Wingate* em ergómetro de braços há que aplicar uma carga de resistência cujo valor não está padronizado. Dadas as implicações da utilização de uma carga de resistência que não a óptima, torna-se necessário encontrar um procedimento que a permita calcular. O objetivo do presente estudo foi o de determinar a carga de resistência óptima (Rot), indutora dos valores máximos de potência máxima e média expressa em percentagem do peso corporal, a aplicar no teste *Wingate* realizado em ergómetro de braços adaptado a nadadores.

## **Métodos**

Quarente e nove nadadores, 15 pré-púberes ( $7\pm 0,76$  anos,  $137\pm 0,1$  cm e  $34,5\pm 5$  Kg) de nível regional, 20 púberes ( $12\pm 0,65$  anos,  $152\pm 0,1$  cm e  $42,9\pm 9$  Kg) de nível regional e 14 pós-púberes ( $16\pm 0,53$  anos,  $167\pm 5$  cm e  $57\pm 9$  Kg) de nível nacional, realizaram um pré-teste de nx 10s de pedalagem com os membros superiores num ergómetro de braços adaptado (*Monark<sup>TM</sup>, Sports Medicine Industries, Minnesota, USA*), com vista à determinação da carga de resistência (carga indutora do valor mais elevado de potência máxima no ergómetro de braços) a aplicar no teste *Wingate*. A adaptação consistiu na colocação de um cicloergómetro sobre uma mesa. Os sujeitos avaliados sentaram-se numa plataforma giratória e fez-se coincidir o fecho dos pedais com a altura do ombro dos sujeitos. Os pedais foram protegidos com uma esponja de forma a proteger as mãos. O intervalo mínimo de recuperação entre repetição de 10s foi de 15 min. A primeira repetição começou com a aplicação da carga de resistência de 4% do peso corporal, tendo sido posteriormente incrementada 0.5%, até o valor máximo de potência máxima ser encontrado. Após 48h, os sujeitos realizaram, no mesmo ergómetro de braços adaptado, três repetições do teste *Wingate*, cumprindo um intervalo de recuperação mínimo de 30min. Uma das repetições foi realizada com

a Rot determinada no pré-teste e as restantes com a Rot  $\pm 0.5\%$  de peso corporal. Previamente à realização, quer do pré-teste, quer do teste, os sujeitos realizaram um aquecimento de 5min, pedalando com os membros superiores, sem carga de resistência.

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 Rot que induziram os valores máximos de Potência máxima e de Potência media foi realizada através de um t-test de medidas repetidas. As diferenças entre sexos foram testadas usando um t-test de medidas independentes. A comparação dos valores de Pmax e Pmed obtidos nos três testes *Wingate* foi realizada utilizando um teste One-Way ANOVA para medidas repetidas. A homogeneidade das amostras foi previamente garantida. Em todos os testes comparativos efectuados, o nível de significância foi estabelecido em 5%.

## Resultados

Os valores individuais da carga de resistência aplicados no teste de nx 10s e os valores correspondentes de Pmax e Pmed podem ser observados na figura 1, 2 e 3.

O valor ótimo de carga de resistência ótima (Rot) individual determinado foi aquele que correspondeu ao valor mais elevado, quer de (Pmax), quer de (Pmed).

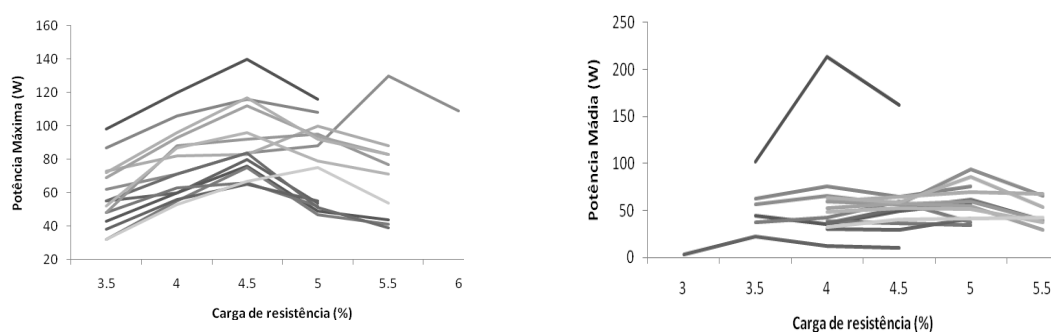


Figura 1 - Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas no teste de nx 10s e respetivos valores de potência máxima, á esquerda e de potência média á direita no escalão pré-pubertário.

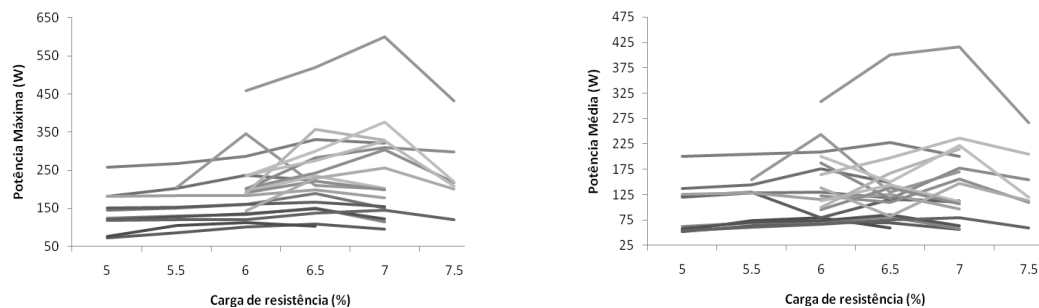


Figura 2 - Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas no teste de nx 10s e respectivos valores de potência máxima, à esquerda e de potência média à direita no escalão pubertário.

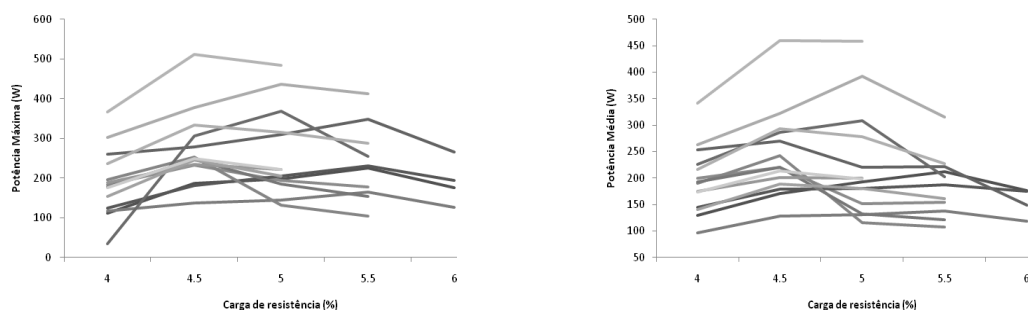


Figura 3 - Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas no teste de nx 10s e respectivos valores de potência máxima, à esquerda e de potência média à direita no escalão pós-pubertário.

Os valores ótimos de carga de resistência individual foram determinados e corresponderam aos valores mais elevados, de potência máxima e de potência média (Tabela 1, 2 e 3 para pré-púberes, púberes e pós-púberes respetivamente).

Tabela 1: Valores médios e respetivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) da carga de resistência (% do peso corporal) ótima (Rot) determinada no teste de nx 10s e respetivos valores médios de potência máxima e de potência média, para o sexo masculino, para o sexo feminino e para a amostra total, no escalão pré-púbere.

	Rot (%)	Pmax (W)	Rot (%)	Pmed (W)
Masculino	4.57±0.17	91.44±21.27	4.61±0.42	59.89±15.61
Feminino	4.83±0.41	100.67±27.58	4.59±0.67	82±68.51
Total	4.66±0.31	95.13±23.51	4.60±0.51	68.73±44.06

Tabela 2: Valores médios e respectivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) da carga de resistência (% do peso corporal) ótima (Rot) determinada no teste de nx 10s e respectivos valores médios de potência máxima e de potência média, para o sexo masculino, para o sexo feminino e para a amostra total, no escalão púbere.

	Rot (%)	Pmax (W)	Rot (%)	Pmed (W)
Masculino	6.60±0.39	282.40±133.19	6.25±0.59	187.50±94.34
Feminino	6.60±0.32	229.10±99.94	6.60±0.39	141.90±63.83
Total	6.60±0.35	255.75±177.82	6.43±0.52	164.70±81.81

Tabela 3: Valores médios e respectivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) da carga de resistência (% do peso corporal) ótima (Rot) determinada no teste de nx 10s e respectivos valores médios de potência máxima e de potência média, para o sexo masculino, para o sexo feminino e para a amostra total no escalão pós-púberes.

	Rot (%)	Pmax (W)	Rot (%)	Pmed (W)
Masculino	4.85±0.55	340.14±95.44	5.0±0.40	299.96±106.07
Feminino	5.07±0.18	243.14±54.43	4.92±0.18	212.86±41.71
Total	4.96±0.41	291.64±95.44	4.96±0.30	256.36±89.63

Na figura 2 é possível observar os valores individuais de potência máxima e médios obtidos no teste *Wingate* realizado em ergómetro de braços quando foi aplicada a carga de resistência ótima pré-determinada no teste de nx 10s e a carga ótima aumentada e diminuída em 0.5% do peso corporal. O valor de carga de resistência ótima correspondeu ao valor central de potência máxima obtido. Na Pmed a mesma expressão grafica não foi encontrada num nadador.

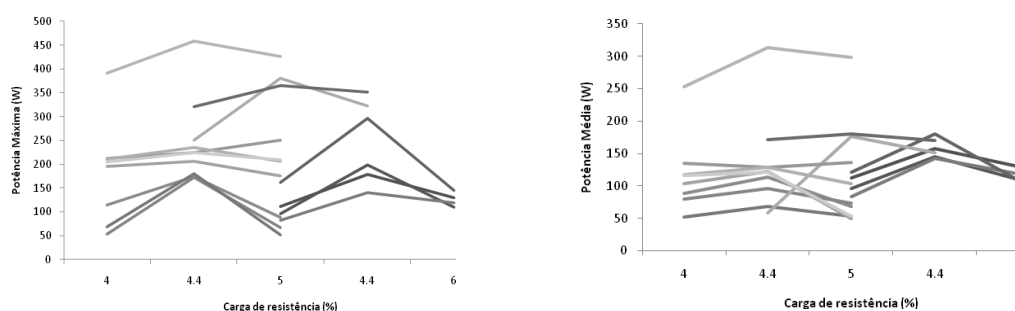


Figura 4 - Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas nos três teste *Wingate* e respectivos valores de potência máxima, á esquerda e de potência média á direita no escalão pós-pubertário.

Os valores médios das potências máximas e média, obtidos nos três testes *Wingate*, quando foi aplicada a carga de resistência ótima pré-determinada no teste nx 10s, e a carga ótima aumentada e diminuída em 0.5% do peso corporal, podem ser observados na tabela 2.

Tabela 4: Valores médios e respectivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) das potências máximas e média (W), para o sexo masculino e feminino, obtidas nos três testes *Wingate* com a carga de resistência ótima (Rot) e com a Rot diminuída e aumentada em 0.5% do peso corporal, no escalão pós-pubere.

Sexo	Potência (W)	Rot – 0.5%	Rot (W)	Rot + 0.5%
Masculino	Pmax	255±73.91	303.14±96.86	295.57±111.84
	Pmed	136.29±61.62	167.43±68.95	141.71±86.13
Feminino	Pmax	98.57±35.48	191.43±49.11 <sup>a,b</sup>	101.71±33.86
	Pmed	90.29±22.65	112.29±39.11	94.43±29.35
Total	Pmax	176.79±98.44	247.29±93.82	198.64±128.14
	Pmed	113.29±50.59	139.86±60.69	118.07±66.51

Significativamente diferente de: <sup>a</sup>Pmax correspondente a Rot – 0.5%; <sup>b</sup>Pmax correspondente a Rot + 0.5%;

Não se verificaram diferenças nos valores obtidos, no sexo masculino, quer entre os valores das potências quando a resistência ótima predeterminada foi acrescida e diminuída em 0.5% do peso corporal. Existe uma diferença significativa no sexo feminino nos valores de Pmax quando a resistência ótima pré-determinada foi acrescida e diminuída em 0.5% do peso corporal. Relativamente a Pmed não existiu diferenças significativas, o mesmo se passou com a amostra total. Os valores dos pré-púberes e púberes não foram apresentados uma vez que em grande número (15 em 15, nos pré-púberes e 15 em 20, nos púberes) de nadadores não chegaram a concluir o teste de *Wingate*, quando a carga de resistência ótima foi aplicada, e/ou adicionada e subtraída em 0.5% do peso corporal.

## Discussão

Existe um número reduzido de estudos em que os autores realizaram uma tentativa de ajustar a carga de resistência a aplicar no teste *Wingate* realizado em ergómetro de braços. A carga, em termos médios, aplicada por estes autores foi de

aproximadamente 5% de peso corporal (Colantonio, et al., 2003; Hawley & Williams, 1991; Nindl, et al., 1995), tal como determinado no presente estudo.

No nosso estudo, depois do pré-teste aplicado, as cargas médias verificadas no escalão pré-púbere foram de  $4.57 \pm 0.17\%$ , nos púberes  $6.60 \pm 0.39\%$  e no pós-púbere foram  $4.85 \pm 0.55\%$  no sexo masculino. No sexo feminino as cargas médias encontradas foram no escalão pré-púbere de  $4.83 \pm 0.41\%$ , nos púberes  $6.60 \pm 0.32\%$  e no pós-púbere foram  $5.07 \pm 0.18\%$ , não havendo diferenças significativas entre a carga de resistência a aplicar para o sexo masculino e para o sexo feminino.

Relativamente aos resultados encontrados no teste de 3x30s para o grupo de maturação pós-púberes, a variação de valores de Pmax e Pmed com a carga de resistência foram, individualmente, de encontro ao esperado, observando-se uma curva em forma de U invertido de variação da potência com a resistência, exceto para 1 sujeito do sexo masculino. Tal acontecimento pode ter tido origem no facto de, em pré-teste, ter sido usada a Pmax como referência para determinar a Rot. Neste sentido, o pré-teste de nx 10s parece ser indicado para a determinação da carga ideal a aplicar no teste *Wingate* quando se pretende determinar o Pmax do sujeito testado. A análise comparativa dos valores médios de Pmax e Pmed obtidos com a carga de resistência ótima pré determinada no teste nx 10s e a carga ótima aumentada e diminuída em 0.5% do peso corporal esclareceu a ausência de diferenças significativas para o sexo masculino e para a potência média no sexo feminino. Relativamente ao sexo feminino existem diferenças significativas entre os valores de Pmax quando aplicamos a carga de resistência ótima pré determinada aumentada e diminuída em 0.5% do peso corporal. No que respeita aos grupos de maturação pré-púberes e os púberes, parece que o pré-teste de nx 10s não é indicado para a determinação da carga ótima de resistência a aplicar no teste *Wingate* 3x30s, pois estes, ao realizarem o teste de 30s, não conseguiram concluir o mesmo.



---

## Capítulo 5 - Discussão Geral

O principal objetivo dos presentes estudos foi o de determinar a carga de resistência, indutora dos valores máximos de potência máxima e média (Rot), expressa em percentagem do peso corporal, a aplicar no teste *Wingate* realizado em cicloergómetro e em ergómetro de braços adaptado, a nadadores de diferente sexo e nível de maturação.

O teste *Wingate* é provavelmente o teste mais utilizado na avaliação do desempenho anaeróbio (Bar-Or, 1996a) e implica a aplicação de uma carga de resistência que o sujeito testado tem que vencer. Essa carga é, para ergómetros com frenagem mecânica, uma determinada percentagem do peso corporal. Cargas de resistência mal aferidas implicam a subavaliação do potencial anaeróbio, não se conhecendo nenhuma forma de determinar a carga que induz a expressão mecânica máxima ou média do referido potencial. A sugestão de carga a aplicar no teste *Wingate* quando se utiliza uma bicicleta Monark<sup>TM</sup>, por exemplo, é de  $0.075 \text{ g.kg}^{-1}$  de peso corporal, ou seja, uma carga de resistência correspondente a cerca de 7.5 % da massa corporal (O.; Inbar, et al., 1996), mas outros autores já utilizaram cargas de resistência diferentes. Dotan e Bar-Or (1983) recomendaram, para sujeitos de um curso superior de Educação Física com idades compreendidas entre os 20 e os 24 anos, para cicloergómetro a resistência de  $0.067 \text{ g.kg}^{-1}$  e  $0.070 \text{ g.kg}^{-1}$  de massa corporal, para o sexo feminino e masculino respetivamente. Sbriccoli et al. (2007), aplicou uma carga de 7.7% e de 8%, para mulheres e para homens, respetivamente, da equipa olímpica Italiana. Inbar and Bar-Or (1986) consideraram que a carga inicial de  $0.075 \text{ g.kg}^{-1}$  parece ser a mais aplicável a populações de crianças, mas Vandewalle, Peres et al. sugeriram, em 1987, ser necessária mais investigação para apurar a melhor carga de resistência a aplicar no teste. Em 2003, Taoutaou, Mimouni et. al., continuavam a referir a escassez de informação referente à aplicação de cargas de resistência no teste *Wingate* para sujeitos com idades distintas. Para o ergómetro de braços (**Capítulo 4, Apêndice 2**), Hawley and Williams (1991) utilizaram  $0.048 \text{ g.kg}^{-1}$  de peso corporal como carga de resistência para nadadoras e  $0.062 \text{ g.kg}^{-1}$  para nadadores de competição. Little (1991)

aplicou uma carga de resistência de 5.5% a nadadoras pubertárias e de 5.9% a nadadoras pós-pubertárias, Rohrs, Mayhew et al. (1990), aplicaram uma carga de 6.2% de peso corporal para os nadadores e de 4.8% para as nadadoras, isto em nadadores pubertários. Nindl, Mahar et al. (1995) aplicaram uma carga de resistência 5% do peso corporal a jovens atletas adolescentes, e Colantonio, Barros et al. (2003) aplicaram a mesma carga que o autor anterior a cerca de 7 atletas adultos de nível nacional, não especificando o desporto por estes praticado. A análise da literatura relativa às cargas de resistência a aplicar no teste *Wingate*, quando é utilizado o ergómetro de braços, também mostra não existir consenso entre os investigadores quanto à carga a aplicar. Na atualidade ainda não existe uma carga consensualmente usada pelos investigadores para aplicar no teste *Wingate*, nem mesmo um protocolo também consensualmente aceite para a sua determinação, quer em relação ao teste *Wingate* realizado em cicloergómetro, quer ao mesmo teste realizado em ergómetro de braços. Analisando os resultados obtidos no presente conjunto de trabalhos, para o cicloergómetro, verificou-se ser possível aplicar um pré-teste de nx 10s para determinar a carga de resistência a utilizar no teste *Wingate*. As cargas médias calculadas no pré-teste para o escalão pré-púbere foram de  $10.5 \pm 0.98 \text{ g.kg}^{-1}$ , para o sexo masculino, e de  $10.3 \pm 0.43 \text{ g.kg}^{-1}$ , para o sexo feminino. Estes valores foram posteriormente aplicados no teste *Wingate* de 3x30s, mas observou-se que 9 em 15 dos nadadores estudados não conseguiram concluir o teste de 3x30s (**Capítulo 3**). Este resultado evidencia a necessidade de continuar a busca por um valor padrão ou um método mais adequado para a sua determinação para este escalão pubertário. Relativamente ao escalão dos nadadores púberes os valores encontrados no pré-teste de nx 10s foram de  $9.10 \pm 0.39 \text{ g.kg}^{-1}$ , tanto para o sexo masculino como para o sexo feminino. Ao aplicar estes valores no teste 3x30s, os resultados obtidos vieram confirmar que os valores máximos de Pmax são alcançados com a carga de resistência ótima pré-determinada. Os resultados foram, assim, de encontro ao esperado, tendo-se observando uma curva de variação da potência com a resistência em forma de U invertido, exceto para um sujeito do sexo masculino (**Capítulo 3**). No escalão pós-pubertário obtivemos valores, no pré-teste de nx 10s de  $9.50 \pm 0.65 \text{ g.kg}^{-1}$  para o sexo

masculino e de  $9.86 \pm 1.18 \text{ g.kg}^{-1}$  para o sexo feminino. Estes valores foram posteriormente confirmados no teste *Wingate* 3x30s, tendo-se observado o mesmo resultado já descrito para os nadadores púberes (**Capítulo 3: Apêndice1**).

No que se refere aos valores de Pmed, resultantes do teste 3x30s, realizado em cicloergómetro, no teste *Wingate*, a variação da potência com a resistência em forma de U invertido não foi observada em 2 nadadoras e 4 nadadores pós-púberes (**Capítulo 3**), o que constitui quase 50% da amostra estudada. No que respeita aos nadadores púberes, tal variação não se verificou em 3 nadadores e 1 nadadora (**Capítulo 2, Capítulo 3**). Tal ocorrência pode ter tido origem no facto de, no pré-teste, ter sido usada a Pmax como referência para determinar a Rot. Este resultado sugere que o pré-teste para determinação da Rot pode ter que ser redefinido se aquilo que se pretender encontrar for a expressão máxima da Pmed. Neste sentido, o pré-teste de nx 10s, em cicloergómetro, parece ser indicado para a determinação da carga ideal a aplicar no teste *Wingate* quando se pretender determinar o Pmax do sujeito testado, isto para os púberes e pós-púberes mas o mesmo pode não ser verdadeiro se a pretensão for determinar o valor máximo da Pmed.

No nosso estudo (**Capítulo 4**), depois de o pré-teste de nx 10s realizado em ergómetro de braços, as cargas médias verificadas no escalão pré-púbere foram de  $4.57 \pm 0.17 \text{ g.kg}^{-1}$ , para o sexo masculino e de  $4.83 \pm 0.41 \text{ g.kg}^{-1}$  para o sexo feminino, valores que foram testados posteriormente no teste *Wingate* 3x30s, mas observou-se que nenhum dos sujeitos estudados concluíram o teste (**Capítulo 4**). Relativamente ao escalão dos nadadores púberes, os valores encontrados no pré-teste de nx 10s foram de  $6.60 \pm 0.32 \text{ g.kg}^{-1}$  para o sexo masculino e de  $6.60 \pm 0.32 \text{ g.kg}^{-1}$  para o sexo feminino, estes valores não foram confirmados no teste *Wingate* 3x30s, uma vez que 15 dos 20 sujeitos estudados não concluíram o teste (**Capítulo 4**). No escalão pós-pubertário obtivemos valores, no pré-teste de nx 10s de  $4.83 \pm 0.55 \text{ g.kg}^{-1}$  para o sexo masculino e de  $5.07 \pm 0.18 \text{ g.kg}^{-1}$  para o sexo feminino. Estes valores foram posteriormente confirmados no teste de 3x30s (**Capítulo 4: Apêndice 2**). Todos os sujeitos avaliados atingiram os valores mais elevados de Pmax e Pmed com a exceção de um nadador.

No que se refere aos valores de Pmed, resultantes do teste 3x30s, realizado em ergómetro de braços, no teste *Wingate*, a variação da potência com a resistência em forma de U invertido não foi observada em nenhum nadador e nadadora dos escalões pré-púberes e púberes. Tal ocorrência pode ter tido proveniência no facto da Pmax ter sido utilizada como referência para determinar a Rot. Este efeito sugere que o pré-teste para encontrar a Rot pode ter que ser redefinido se aquilo que se pretender encontrar for a expressão máxima da Pmed. Neste sentido, o pré-teste de nx 10s, em ergómetro de braços, parece não ser o mais indicado para a determinação da carga ideal a aplicar no teste *Wingate* quando se pretender determinar a Pmed do sujeito testado, isto para os pré-púberes e púberes. Tal acontecimento pode ter tido origem no facto de em pré-teste, ter sido usado Pmax como referência para determinar a Rot. Neste sentido, e para os pós-púberes o pré-teste de nx 10s, realizado em ergómetro de braços, parece ser indicado para a determinação da carga ideal a aplicar no teste *Wingate* quando se pretender determinar o Pmax do sujeito testado. A análise comparativa dos valores médios de Pmax e Pmed obtidos com a carga de resistência ótima pré determinada no teste nx 10s e a carga ótima aumentada e diminuída em 0.5 g.kg<sup>-1</sup> do peso corporal esclareceu a ausência de diferenças significativas para o sexo masculino e para a potência média no sexo feminino. Relativamente ao sexo feminino existem diferenças significativas entre os valores de Pmax quando aplicamos a carga de resistência ótima pré determinada aumentada e diminuída em 0.05 g.kg<sup>-1</sup> do peso corporal.

Em resumo, o pré-teste de nx 10s parece ser o mais indicado a aplicar em cicloergómetro para o escalão pubertário e pós-pubertário não se verificando o mesmo para os pré-pubertários. No que respeita ao ergómetros de braços o mesmo pré-teste apenas se mostrou assertivo no escalão pós-pubertário.

---

## Capítulo 6 - Conclusão Geral

O conjunto dos estudos apresentados, que constituem o presente trabalho, mostrou a importância de encontrar um valor de carga de resistência ótima a aplicar no teste *Wingate*. Assim, depois de analisar os vários estudos, concluímos que:

- (i) O pré-teste de nx 10s, realizado em cicloergómetro, parece ser indicado para aferir a carga de resistência ótima a aplicar no teste *Wingate*, a realizar no mesmo ergómetro, em nadadores púberes e pós-púberes de ambos os sexos;
- (ii) Os valores de Rot encontrados no pré-teste de nx 10s, em cicloergómetro, foram para os nadadores púberes,  $9.10 \pm 0.39 \text{ g.kg}^{-1}$ , tanto para o sexo masculino, como para o sexo feminino. Para os nadadores pós-púberes, o valor encontrado foi  $9.50 \pm 0.65 \text{ g.kg}^{-1}$ , para o sexo masculino, e  $9.86 \pm 1.18 \text{ g.kg}^{-1}$  para o sexo feminino.
- (iii) O pré-teste de nx 10s, realizado em cicloergómetro, parece não ser indicado para aferir a Rot a aplicar no teste *Wingate* a realizar por nadadores pré-púberes;
- (iv) O pré-teste de nx 10s, realizado em ergómetro de braços adaptado, parece ser indicado para determinar a carga de resistência a aplicar no teste *Wingate* a realizar, no mesmo ergómetro, por nadadores pós-púberes de ambos os sexos;
- (v) Os valores de Rot encontrados no pré-teste de nx 10s, em ergómetro de braços adaptado, para os nadadores pós-púberes, foram  $4.85 \pm 0.55 \text{ g.kg}^{-1}$  para o sexo masculino e  $5.07 \pm 0.18 \text{ g.kg}^{-1}$  para o sexo feminino.
- (vi) O pré-teste de nx 10s, realizado em ergómetro de braços adaptado, parece não ser o mais apropriado para encontrar a Rot a aplicar no teste *Wingate*, a realizar no mesmo ergómetro, por nadadores pré-púberes e púberes.



---

## Capítulo 7 - Sugestão para pesquisas futuras

Futuramente seria importante repetir o teste *Wingate* 3x30s tendo como referencial a Pmed e também realizar a análise comparativa dos valores máximos de Pmax e de Pmed obtidos no teste *Wingate*, resultantes de cargas de resistência substancialmente inferiores e superiores à resistência ótima. Seria de igual modo interessante testar novamente o grupo dos pré-púberes, tendo como finalidade o de encontrar um pré-teste de aferição de carga de resistência a aplicar no teste *Wingate*.

Posteriormente seria importante aferir um pré-teste, para ergómetro de braços adaptado, tendo como referência a determinação da Pmax nos escolões pré-púberes e púberes para determinar a carga de resistência ótima a aplicar no teste *Wingate*.



---

**Apêndice. I - Aferição de cargas de resistência a aplicar a nadadores pós-púberes no teste *Wingate* realizado em cicloergómetro**

Pedro Duarte<sup>1</sup>, Ricardo J. Fernandes<sup>1,2</sup>, Susana Soares<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, Portugal

<sup>2</sup>CIFI<sup>2</sup>D, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, Portugal

Enviado para publicação para a revista de Motricidade Humana

## Resumo

O *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 seniores no teste *Wingate* realizado em cicloergómetro. A amostra foi constituída por sete nadadores e sete nadadoras seniores de nível nacional. 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. O teste de nx10s parece estar aferido para a determinação da carga de resistência ótima a aplicar a nadadores no teste *Wingate*, mas apenas quando se pretende obter a expressão máxima da potência máxima. Neste caso, a carga de resistência ótima a aplicar a ambos os sexos foi de  $9.68 \pm 0.93\%$  do peso corporal.

**Palavras-chave:** Natação, Performance Anaeróbia, teste *Wingate*.

## Abstract

The Wingate test seems to be the gold standard test to assess the anaerobic potential, but implies applying a load resistance which is a percentage of the body weight of the subject. The purpose of the present study was to determine the resistance, expressed as a percentage of body weight, to apply to senior swimmers in the Wingate test performed in cycle ergometer. The sample consisted on seven male and seven female senior swimmers. In order to determine the optimal resistance to apply to each swimmer, a pre-test nx10s was performed. An interval of 15min between each repetition was accomplished. The resistance applied in each bout was of 7.5% of the body weight, increased in 0.5% bouts. The optimal resistance was then applied in the Wingate test as determined in the pre-test and added and subtracted in 0.5% of body

weight. The nx10s pre-test seems to be accurate to determine the optimal resistance to be applied to senior swimmers in Wingate test, namely when the purpose is to measure the maximal power output. In that case, the optimal load resistance values to apply to swimmers of both sexes were of  $9.68 \pm 0.93\%$  of body weight.

**Keywords:** Swimming, Anaerobic Performance, *Wingate* test.

## Introdução

A avaliação do desempenho no alto rendimento desportivo é de grande importância para o treinador. Os testes auxiliam o treinador na compreensão do atual estado de forma do seu desportista e na elaboração ou reorganização do treino (Bampouras & Marrin, 2009). Uma das componentes do desempenho desportivo a avaliar pelos treinadores é a resistência cardiorrespiratória, a qual se subdivide nas componentes aeróbia e anaeróbia. 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 de esforço. Segundo Malina et al. (2004), aos 90s, apenas 50% das necessidades energéticas são supridas pelo sistema anaeróbio. Dos 75 aos 90s de esforço exaustivo, a contribuição energética anaeróbia decai para aumentar a participação aeróbia (P. B. Gastin, 2001).

Em natação pura desportiva 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 (O. Bar-Or, V. Unnithan, & C. 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. Para a avaliação desta componente a literatura sugere vários testes, os quais têm como objetivo principal avaliar 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. O. Bar-Or, 1987). O teste *Wingate* foi e ainda é (Armstrong, 2001; O. Bar-Or, 1996a), provavelmente, o método mais utilizado na avaliação do desempenho anaeróbio. Apesar de pouco específico para nadadores, reúne maior consenso quanto à sua utilização do que os restantes. A agravar a falta de especificidade, o teste 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 (O.; Inbar, et al., 1996).

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, uma vez que a potência varia em U invertido com a resistência, tal como acontece com a força e a velocidade (Sargeant, 1989). 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 seniores no teste *Wingate* realizado em cicloergómetro.

## **Métodos**

Catorze nadadores seniores, sete do sexo masculino e sete do sexo feminino (Idade:  $16\pm 0.53$  anos; altura:  $167\pm 5.0$ cm; peso:  $57\pm 9.0$  kg), de nível nacional, participaram voluntariamente no estudo. 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 à máxima velocidade. A primeira repetição foi realizada com uma carga de resistência de 7.5% do peso corporal, sendo as restantes aumentadas e diminuídas aleatoriamente em frações de 0.5% do peso corporal. O intervalo entre cada repetição foi de 15min 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*, cujo protocolo obedeceu ao usualmente descrito na literatura (O. Bar-Or, 1996b). O intervalo entre cada teste foi de 30min: (i) com a Ropt; (ii) Com a Ropt+0.5% do peso corporal; (iii) Ropt-0.5% do peso corporal. Uma das repetições foi realizada com a Ropt individual determinada no pré-teste. As duas outras repetições foram realizadas com a Ropt incrementada e subtraída em 0.5% do peso corporal.

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 Ropt que induziram os valores máximos de Pmax e de potência média (Pmed) foi realizada através de um t-test de medidas repetidas. As diferenças entre sexos foram testadas usando um t-test de medidas independentes. A comparação dos valores médios de Pmax e de Pmed 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 nx10s e os valores correspondentes de Pmax e média Pmed podem ser observados na Figura 1. O valor de Ropt individual determinado correspondeu ao valor mais elevado, quer de Pmax, quer de Pmed.

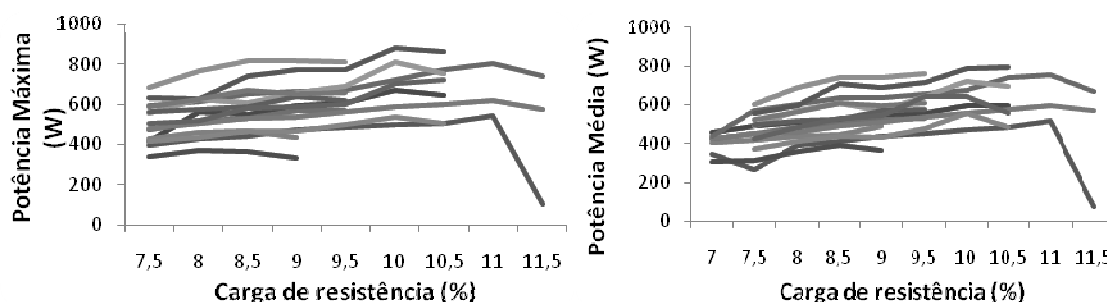


Figura 1: Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas aos nadadores (preto) e nadadoras (cinza) no teste de nx10s e respectivos valores de potência máxima e de potência média.

Os valores médios de Ropt e respectivas Pmax e Pmed podem ser observados na Tabela 1.

Não se verificaram diferenças entre os valores médios de Ropt que despoletaram os valores mais elevados de Pmax e de Pmed. As diferenças também não foram significativas entre sexos.

Tabela 1: Valores médios e respetivos desvios padrão (X±SD) da carga de resistência (% do peso corporal) ótima (Ropt) determinada no teste de nx 10s e respetivos valores médios de potência máxima (Pmax) e de potência média (Pmed), para o sexo masculino, para o s sexo feminino e para a amostra total.

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

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), sendo que o valor da carga de reistência ótima correspondeu 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.

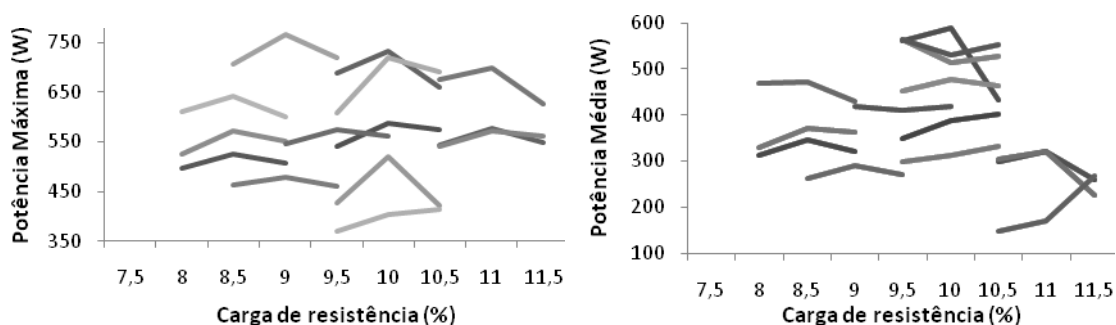


Figura 2: Relação entre as cargas de resistência ótima e ótima ± 0.5 % do peso corporal, aplicadas aos nadadores (preto) e nadadoras (cinza) nos três teste de *Wingate* e respetivos valores de Pmax e de Pmed.

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.

Tabela 2: Valores médios e respectivos desvios padrão (X±SD) das potências máxima e média (W), para o sexo masculino e feminino, obtidas nos três teste *Wingate* com a carga de resistência ótima (Ropt) e com a Ropt diminuída e aumentada em 0.5% do peso corporal.

Sexo	Potência	Ropt – 0.5%	Ropt (W)	Ropt + 0.5%
Masculino	Pmax	565.43±127.9	623.14±131.8	581.28±123.7
	Pmed	475.42±98.02	472.28±89.58	451.14±73.07
Feminino	Pmax	541.14±62.4	573.57±67.8	547.28±52.3
	Pmed	285.57±66.2	315.57±71.6	301.57±62.6
Total	Pmax	553.28±98.74	598.36±103.89	564.28±92.96
	Pmed	380.5±127.14	398.92±112.60	376.36±101.46

Não se verificaram diferenças nos valores médios da Pmax e da Pmed obtidos com as três cargas de resistência, quer para o sexo masculino, quer para o sexo feminino, quer para a amostra total. O mesmo se observou em relação aos valores médios da Pmed.

## Discussão

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; O. Bar-Or, 1996a). A carga de resistência utilizada originalmente (O.; 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 & 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. 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, nem tão pouco protocolos para a sua determinação.

Na amostra do presente estudo, depois do pré-teste aplicado, as cargas médias encontradas foram de  $9.50 \pm 0.65\%$  do peso corpora, para os nadadores, e  $9.86 \pm 1.18\%$  para as nadadoras, valores bastante superiores aos 7.5% indicados no protocolo do teste original, não se tendo observado diferenças significativas entre os sexos.

Relativamente aos resultados obtidos nos três teste *Wingate*, a variação de valores de Pmax e Pmed com a carga de resistência foi, na generalidade, de encontro ao esperado, observando-se uma curva de variação da potência com a resistência em forma de U invertido. 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). No que se refere aos valores de Pmed, a variação da potência com a resistência em forma de U invertido não foi observada em duas nadadoras e quatro nadadores, o que constitui ~50% da amostra. Tal ocorrência pode ter tido origem no facto de, no pré-teste, ter sido usada a Pmax como referência para determinar a Ropt. Este resultado sugere que se o objetivo for encontrar a expressão máxima da Pmed, então os valores de carga de resistência ótima deverão ser calculados em função desta e não da Pmax. Neste sentido, o pré-teste de nx10s parece ser indicado para a determinação da carga ideal a aplicar no teste *Wingate*.

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 a ausência de diferenças significativas. 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.

Futuramente, seria importante realizar o pré-teste de nx10s tendo como referencial a determinação 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.



---

**Apêndice. II - Aferição da carga de resistência a aplicar a nadadores seniores no teste *wingate* realizado em ergómetro de braços**

Pedro Duarte<sup>1</sup>, Ricardo J. Fernandes<sup>1,2</sup>, Susana Soares<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, Portugal

<sup>2</sup>CIFI<sup>2</sup>D, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, Portugal

Em preparação para publicação

## Resumo

O teste *Wingate* é atualmente considerado como o teste padrão para avaliar o potencial anaeróbio. A variante em ergómetro de braços do teste *Wingate* surgiu como necessidade de avaliar atletas cujo esforço se incide sobre os membros superiores. O teste implica a aplicação de uma carga de resistência que constitui uma percentagem do peso corporal do sujeito a avaliar, o que pressupõem o problema de cargas de referência mal aferidas implicarem a subavaliação do potencial anaeróbio do sujeito. Pretendeu-se, com o presente estudo, determinar a carga de resistência, expressa em percentagem do peso corporal, a aplicar a nadadores seniores (7 do sexo feminino e 7 do sexo masculino) no teste *Wingate* realizado em ergómetro de braços. Para aferir a carga ótima de resistência a aplicar a cada nadador foi realizado um pré-teste de nx 10s, com um intervalo de 15 min entre cada repetição. A resistência aplicada na primeira repetição foi de 4% do peso corporal, a qual foi posteriormente aumentada em frações de 0.5% até se encontrar a resistência indutora do valor mais elevado de potência máxima. A carga de resistência ótima situou-se, no presente estudo, entre os 4.5 e os 5.5% do peso corporal. Os resultados sugeriram ser necessário aplicar um pré-teste para determinar a carga ótima de cada sujeito a aplicar no teste *Wingate* a realizar em ergómetro de braços. Os resultados parecem evidenciar que, em termos médios, pequenas oscilações no cálculo da resistência ótima parecem não influenciar o resultado máximo da Pmax e da Pmed para o sexo masculino e da Pmed para o sexo feminino. O teste realizado de nx 10s parece estar aferido para o efeito.

**Palavras-chave:** Natação, Performance Anaeróbia, Teste *Wingate*, ergómetro de braços.

## Abstract

The Wingate test is currently considered the standard test to assessing the potential anaerobic. The variant in arm cranking Wingate test has emerged as the need to assess

whether athletes whose efforts focus on the arms. The test involves applying a load resistance which is a percentage of body weight of the subject to evaluate, as they assume the problem of poorly measured reference loads involve the anaerobic potential underestimation of the subject. The use of inaccurate resistances results in underestimation of anaerobic potential. The purpose of the present study was to determine the resistance, expressed as a percentage of body weight, to apply to senior swimmers in the Wingate test performed on armcranking. The sample consisted on 7 male and 7 female senior swimmers. In order to determine the optimal resistance to apply to each swimmer, a pre-test nx 10s was performed. An interval of 15 minutes between each repetition was accomplished. The resistance applied in each bout was of 4% of the body weight, increased and decreased in 0.5% portions until the higher value of maximal power was attained. The optimal resistance determined in the pre-test was then applied in the Wingate test as determined and added and subtracted in 0.5% of body weight. The optimal load resistance values to apply to swimmers of the both sexes in the present study seem to be between 4.5 and 5.5% of body weight. The results suggested a need to apply a pre-test to determine the optimal resistance to be applied in Wingate test. The results seem to indicate that, on average, small oscillations in great strength calculation does not seem to influence the outcome of the maximum Pmax and Pmed for males and Pmed for females. The pre-test of nx 10s seems to be accurate for optimal resistance determination.

**Keywords:** Swimming, Anaerobic Performance, *Wingate* test, Armcranking.

## **Introdução**

O teste *Wingate* é considerado o teste padrão no âmbito da avaliação do potencial anaeróbio. O teste foi desenvolvido originalmente para cicloergómetro (Bar-Or, 1996a; Cumming, 1973), surgindo mais tarde a variante de membros superiores, pela necessidade de avaliar a potência anaeróbia de sujeitos envolvidos em modalidades em que uma parte significativa do esforço incide nos membros superiores, como é o caso da natação.

Na investigação, a utilização de ergómetros de braços específicos nem sempre é possível, pelo que é comum a utilização de ergómetros adaptados (Colantonio, et al., 2003; Little, 1991; Nindl, et al., 1995; Rohrs, et al., 1990). Independentemente do facto de os ergómetros utilizados serem específicos ou adaptados, muitos são de frenagem mecânica, o que implica a escolha de uma carga de resistência que o sujeito tem que vencer, frequentemente expressa por uma percentagem do peso corporal. A carga de resistência de referência utilizada para o teste *Wingate* realizado em cicloergómetro é de 7.5% do peso corporal, (Dotan & Bar-Or, 1983), não se conhecendo um valor de referência para ergómetro de braços. Neste sentido, existe a necessidade de determinar a carga de resistência a aplicar no teste *Wingate* realizado neste tipo de ergómetro. Esta imposição deve-se ao facto de cargas inferiores ou superiores à carga de resistência óptima resultarem em outputs de potência máxima inferiores ao máximo efetivo do sujeito, originando uma subestimação do potencial anaeróbio e uma informação inadequada para a tomada de decisões no âmbito do planeamento do treino (Sargeant, 1989).

No que se refere a cargas de resistência utilizadas em ergómetros de braços, Nindl, et al (1995) aplicaram 5% do peso corporal a jovens atletas adolescentes e Colantonio, et al (2003) aplicaram essa mesma carga a atletas adultos de nível nacional, não especificando, contudo, o desporto por estes praticado. Cargas de resistência de 6.2% e de 4.8% do peso corporal foram utilizadas com nadadores e nadadoras púberes, respetivamente (Rohrs, et al., 1990). Little (1991) aplicou, também a nadadoras púberes, a carga de resistência de 5.5% do peso corporal e de 5.9% a nadadoras pós-púberes. Por fim, Hawley e Williams (1991) utilizaram 4.8 % de peso corporal como carga de resistência para raparigas e 6.2 % para rapazes, nadadores de competição, valor que os autores referiram serem de referência para populações não atletas. Na ausência de um valor padrão de resistência, ou de um procedimento que o permita calcular, foi objetivo do presente estudo determinar a carga de resistência óptima (Rot), expressa em percentagem do peso corporal, a aplicar a nadadores seniores no teste *Wingate* realizado em ergómetro de braços adaptado.

## Métodos

Catorze nadadores seniores, 7 do sexo feminino e 7 do sexo masculino ( $16\pm 0.53$  anos;  $167\pm 5$ cm; peso:  $57\pm 9$  Kg) de nível nacional, realizaram um pré-teste de  $n \times 10$ s de pedalagem com os membros superiores num ergómetro de braços adaptado (*Monark<sup>TM</sup>, Sports Medicine Industries, Minnesota, USA*), com vista à determinação da carga de resistência (carga indutora do valor mais elevado de potência máxima no ergómetro de braços) a aplicar no teste *Wingate*. A adaptação consistiu na colocação de um cicloergómetro sobre uma mesa. Os sujeitos avaliados sentaram-se por trás da mesma, numa plataforma giratória e fez-se coincidir o fulcro dos pedais com a altura dos seus ombros. Os pedais foram revestidos com esponja de forma a proteger as mãos. O intervalo mínimo de recuperação entre as repetições de 10s foi de 15 min. A primeira repetição começou com a aplicação da carga de resistência de 4% do peso corporal, tendo sido posteriormente incrementada em parcelas de 0.5%, até o valor máximo de potência máxima ser encontrado. Após 48h, os sujeitos realizaram, no mesmo ergómetro de braços adaptado, três repetições do teste *Wingate*, cumprindo um intervalo de recuperação mínimo de 30min. Uma das repetições foi realizada com a Rot determinada no pré-teste e as restantes com a Rot mais e menos 0.5% de peso corporal. Previamente à realização, quer do pré-teste, quer do teste, os sujeitos realizaram um aquecimento de 5min, pedalando com os membros superiores sem carga de resistência.

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 Rot que induziram os valores máximos de Potência máxima e de Potência média foi realizada através de um t-test de medidas repetidas. As diferenças entre sexos foram testadas usando um t-test de medidas independentes. A comparação dos valores de Pmax e Pmed obtidos nos três testes *Wingate* foi realizada utilizando um teste One-Way ANOVA para medidas repetidas, tendo sido a homogeneidade das amostras previamente garantida. Em todos os testes comparativos efectuados, o nível de significância foi estabelecido em 5%.

## Resultados

Os valores individuais de carga de resistência aplicados no teste de nx 10s e os valores correspondentes de potência máxima e média podem ser observados na figura 1. O valor de carga de resistência ótima (Rot) individual determinado foi aquele que correspondeu ao valor mais elevado de Pmax.

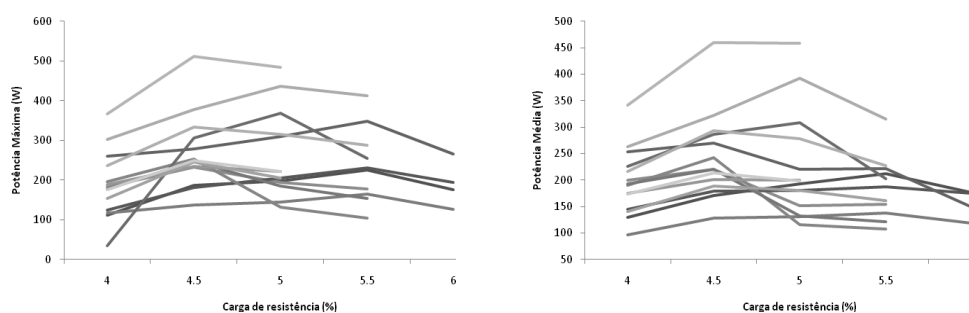


Figura 1 - Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas no teste de nx 10s e respectivos valores de potência máxima, à esquerda e de potência média à direita no escalão pós-pubertário.

Os valores médios de Rot e respectivas Pmax e Pmed podem ser observados na tabela 1. Não se observaram diferenças significativas entre os valores de Rot que produziram os valores máximos de Pmax e de Pmed.

Tabela 1: Valores médios e respetivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) da carga de resistência (% do peso corporal) ótima (Rot) determinada no teste de nx 10s e respetivos valores médios de potência máxima e de potência média, para o sexo masculino, para o sexo feminino e para a amostra total.

	Rot (%)	Pmax (W)	Rot (%)	Pmed (W)
Masculino	4.85±0.55	340.14±95.44	5.0±0.40	299.96±106.07
Feminino	5.07±0.18	243.14±54.43	4.92±0.18	212.86±41.71
Total	4.96±0.41	291.64±95.44	4.96±0.30	256.36±89.63

Na figura 2 é possível observar os valores individuais de potência máxima e média, obtidos no teste *Wingate* realizado em ergómetro de braços quando foi aplicada a Rot pré-determinada no teste de nx 10s e Rot aumentada e diminuída em 0.5% do peso corporal. O valor da Rot correspondeu ao valor central de potência máxima obtido, com a excepção de um nadador do sexo masculino.

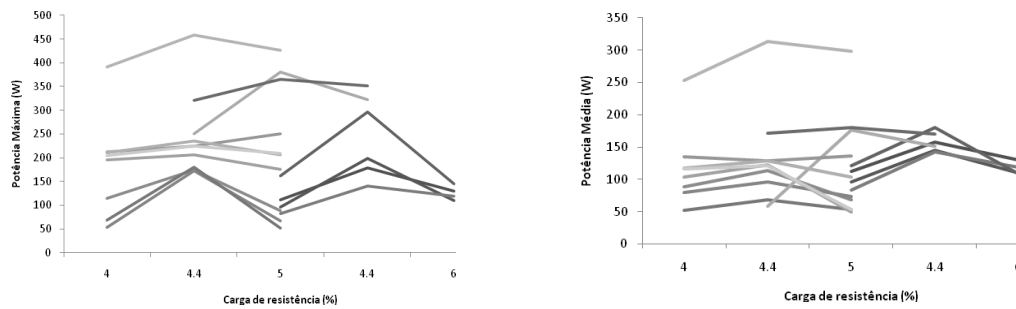


Figura 2 Relação entre as cargas de resistência (em % do peso corporal) aplicadas nos três teste *Wingate* e respectivos valores de potência máxima, á esquerda e de potência média á direita no escalão pós-pubertário.

Os valores médios das potências máximas e médias, obtidos nos três testes *Wingate*, quando foi aplicada a Rot pré-determinada no teste nx 10s, Rot aumentada e diminuída em 0.5% do peso corporal, podem ser observados na tabela 2.

Tabela 2 - Valores médios e respetivos desvios padrão ( $X \pm SD$ ) da potência máxima e média (W), para o sexo masculino, feminino e para a amostra total, obtidas nos três testes *Wingate* com a carga de resistência ótima (Rot) e com a Rot diminuída e aumentada em 0.5% do peso corporal.

Sexo	Potência (W)	Rot – 0.5%	Rot (W)	Rot + 0.5%
Masculino	Pmax	255±73.91	303.14±96.86	295.57±111.84
	Pmed	136.29±61.62	167.43±68.95	141.71±86.13
Feminino	Pmax	98.57±35.48	191.43±49.11 <sup>a,b</sup>	101.71±33.86
	Pmed	90.29±22.65	112.29±39.11	94.43±29.35
Total	Pmax	176.79±98.44	247.29±93.82	198.64±128.14
	Pmed	113.29±50.59	139.86±60.69	118.07±66.51

Significativamente diferente de: <sup>a</sup>Pmax correspondente a Rot – 0.5%; <sup>b</sup>Pmax correspondente a Rot + 0.5%;

Para o sexo masculino, não se verificaram diferenças nos valores obtidos de Pmax e de Pmed quando se utilizou a Rot e a Rot acrescida e diminuída em 0.5% do peso corporal. No sexo feminino o valor médio de Pmax obtido com a Rot pré-determinada no teste nx 10s foi superior aos obtidos com a Rot acrescida e diminuída em 0.5% do peso corporal.

## Discussão

Existe um número reduzido de estudos em que os autores realizaram uma tentativa de ajustar a carga de resistência a aplicar no teste *Wingate* realizado em ergómetro de braços. Em termos médios, a carga aplicada por aqueles autores foi de, aproximadamente, 5% do peso corporal (Colantonio, et al., 2003; Hawley & Williams, 1991; Nindl, et al., 1995).

No nosso estudo, depois do pré-teste aplicado, as cargas médias determinadas foram de 4.85% para os rapazes e de 5.07% para as raparigas, não havendo diferenças significativas entre os dois valores.

Os resultados encontrados no teste de 3x30s mostraram que a variação individual dos valores de Pmax e Pmed com a carga de resistência foram de encontro ao esperado, observando-se uma curva em forma de U invertido na variação da potência com a resistência, expeto para um sujeito do sexo masculino. No que diz respeito ao sexo feminino e para os resultados do teste *Wingate* 3x30s, diferenças no valor médio de Pmax e Pmed obtidos com a Rot pré-determinada no teste nx 10s foi superior aos obtidos com a Rot acrescida e diminuída em 0.5% do peso corporal. O pré-teste de nx 10s parece ser indicado para a determinação da carga ideal a aplicar no teste *Wingate* quando se pretende determinar a Pmax em ergómetro de braços.

Os resultados obtidos neste estudo parecem evidenciar que, em termos médios, pequenos desvios no cálculo da Rot parecem não afetar significativamente o resultado máximo da Pmax e da Pmed para o sexo os dois sexos.

---

## Capítulo 8 - Referências Bibliográficas

### Capítulo 1:

- Armstrong, N. (2001). *Sex differences in paediatric exercise physiology*. Paper presented at the Abstracts of XXI<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. *J Strength Cond Res*, 23(1), 336-340.
- Bar-Or. (1987). The *Wingate* anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity. *Sports Med*, 4(6), 381-394.
- Bar-Or. (1996). Anaerobic performance. In D. Docherty (Ed.), *Measurement in pediatric exercise science* (pp. 161-182). Windsor, Canada: Human Kinetics.
- Bar-Or, Unnithan, V., & Illescas, C. (1994). *Physiologic considerations in age-group swimming*. Paper presented at the Medicine and Science in Aquatic Sports. Proceedings of the 10th FINA World Sport Medicine Congress, Kyoto, Japan.
- Cumming, G. R. (1973). Correlation of athletic performance and aerobic power in 12-17 year-old children with bone age, calf muscle, total body potassium, heart volume and two indices of anaerobic power. In O. Bar-Or (Ed.), *Paediatric Work Physiology* (pp. 109-135). Netanya, Israel.: *Wingate* Institute.
- Dotan, R., & Bar-Or, O. (1983). Load optimization for the *Wingate* Anaerobic Test. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 51(3), 409-417.
- Gastin, P., Lawson, D., Hargreaves, M., Carey, M., & Fairweather, I. (1991). Variable resistance loadings in anaerobic power testing. *Int J Sports Med*, 12(6), 513-518.
- Hawley, J. A., & Williams, M. M. (1991). Relationship between upper body anaerobic power and freestyle swimming performance. *Int J Sports Med*, 12(1), 1-5.
- Inbar, O., & Bar-Or, O. (1986). Anaerobic characteristics in male children and adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 264.

- Inbar, O., Bar-Or, O., & Skinner, J. S. (1996). *The Wingate Anaerobic Test*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Inbar, O., & Meckel, Y. (1999). *The use of the Wingate anaerobic test for the identification of talents in sprinting events*. Paper presented at the 4<sup>th</sup> Annual Congress of The European College of Sport Science, Rome.
- Nindl, B. C., Mahar, M. T., Harman, E. A., & Patton, J. F. (1995). Lower and upper body anaerobic performance in male and female adolescent athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 27(2), 235-241.
- Okano, A. H., Doderio, S. R., Coelho, C. F., Gassi, E. R., Silva, C. C., Okano, R. O., et al. (2001). Efeito da aplicação de diferentes cargas sobre o desempenho motor no teste de *Wingate*. *Rev. Bras. Ciên e Mov.*, 9(4), 7-11.
- Pirnay, F., and J. M. Crielaard. Measure de la puissance anaerobic alactique. *Med. Sport* 5: 13-16, 1979.
- Patton, J. F., & Duggan, A. (1987). Upper and lower body anaerobic power: comparison between biathletes and control subjects. *Int J Sports Med*, 8(2), 94-98.
- Rowland, T. W. (1996). *Developmental exercise physiology*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Salonia, M. A., Chu, D. A., Cheifetz, P. M., & Freidhoff, G. C. (2004). Upper-Body Power as Measured by Medicine- Ball Throw Distance and Its Relationship to Class Level among 10- and 11-Year-Old Female Participants in Club Gymnastics. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 695-702.
- 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. *J Strength Cond Res*, 18(4), 810-815.
- Taoutaou, Z., Mimouni, N., Kherbache, C., & Mansri, A. (2003). *Performances during the lower body Wingate Anaerobic test in young swimmers*. Paper presented at the Proceedings of the IX World Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming, Saint-Étienne.
- Trappe, S. W. (1996). *Metabolic demands for swimming*. Paper presented at the Biomechanics and Medicine in Swimming - Swimming Science VII, London.

Troup, J. P. (1999). The physiology and biomechanics of competitive swimming. *Clin Sports Med*, 18(2), 267-285.

Van Praagh, E. (1998). *Pediatric anaerobic performance*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.

Vandewalle, H., Peres, G., & Monod, H. (1987). Standard anaerobic exercise tests. *Sports Med*, 4(4), 268-289.

## **Capítulo 2:**

Atkins, S.J., 2006, Performance of the Yo-Yo Intermittent Recovery Test by Elite Professional and Semiprofessional Rugby League Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, pp. 222-225.

Bampouras, T.M. and Marrin, K., 2009, Comparison of two anaerobic water polo-specific tests with the *Wingate* test. *Journal of Strength Conditioning Research*, 23, pp. 336-340.

Bar-Or, O., 1987, The *Wingate* anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity. *Sports Medicine*, 4, pp. 381-394.

Bar-Or, O., 1996, Anaerobic performance. Measurement in Pediatric Exercise Science, edited by Docherty, D. (Windsor, Canada: Human Kinetics) pp. 161-182.

Bar-Or, O., Unnithan, V. and Illescas, C., 1994, Physiologic considerations in age-group swimming. *Medicine and Science in Aquatic Sports* edited by Myashita, M., Matoh, Y., Richardson, A.B. (Basel: Karger), pp.199-205.

Dore, E., Bedu, M., Franca, N.M. and Van Praagh, E., 2001, Anaerobic cycling performance characteristics in prepubescent, adolescent and young adult females. *European Journal of Applied Physiology*, 84, pp. 476-481.

Dotan, R. and Bar-Or, O., 1983, Load optimization for the *Wingate* Anaerobic Test. *European Journal of Applied Physiology*, 51, pp. 409-417.

Gastin, P.B., 2001, Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine*, 31, pp. 725-741.

Guyton, A.C. and Hall, J.H., 2002, *Tratado de fisiologia médica*. (Rio de Janeiro: Editora Guanabara S.A.)

- Inbar, O. and O. Bar-Or 1986, Anaerobic characteristics in male children and adolescents. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18, 264-269.
- Salonia, M. A., D. A. Chu, et al. (2004). "Upper-Body Power as Measured by Medicine-Ball Throw Distance and Its Relationship to Class Level among 10- and 11-Year-Old Female Participants in Club Gymnastics." *Journal of Strength & Conditioning Research* 18(4): 695-702.
- Sands, W. A., J. R. McNeal, et al. (2004). "Comparison of the *Wingate* and Bosco anaerobic tests." *J Strength Cond Res* 18(4): 810-815.
- Trappe, S. W. (1996). Metabolic demands for swimming. Biomechanics and Medicine in Swimming - Swimming Science VII, London, E & FN Spoon.
- Troup, J. P. (1999). "The physiology and biomechanics of competitive swimming." *Clin Sports Med* 18(2): 267-285.
- Wilmore, J. H. and D. L. Costill (1999). Physiology of sport and exercise. USA, Human Kinetics.

### Capítulo 3:

- 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. *J Strength Cond Res*, 23(1), 336-340.
- Bar-Or. (1987). The *Wingate* anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity. *Sports Med*, 4(6), 381-394.
- Bar-Or. (1996a). Anaerobic performance. In D. Docherty (Ed.), *Measurement in pediatric exercise science* (pp. 161-182). Windsor, Canada: Human Kinetics.
- Bar-Or. (1996b). *Developing the prepubertal athlete: physiological principles*. Paper presented at the Biomechanics and Medicine in swimming VII, London.
- Bar-Or, Unnithan, V., & Illescas, C. (1994). *Physiologic considerations in age-group swimming*. Paper presented at the Medicine and Science in Aquatic Sports. Proceedings of the 10th FINA World Sport Medicine Congress, Kyoto, Japan.

- Dotan, R., & Bar-Or, O. (1983). Load optimization for the *Wingate* Anaerobic Test. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 51(3), 409-417.
- Gastin, P. B. (1994). Quantification of anaerobic capacity. *Scand. J. Med. sci. Sports*, 4, 91-112.
- Hawley, J. A., & Williams, M. M. (1991). Relationship between upper body anaerobic power and freestyle swimming performance. *Int J Sports Med*, 12(1), 1-5.
- Inbar, O., Bar-Or, O., & Skinner, J. S. (1996). *The Wingate Anaerobic Test*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Salonia, M. A., Chu, D. A., Cheifetz, P. M., & Freidhoff, G. C. (2004). Upper-Body Power as Measured by Medicine- Ball Throw Distance and Its Relationship to Class Level among 10- and 11-Year-Old Female Participants in Club Gymnastics. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 695-702.
- 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. *J Strength Cond Res*, 18(4), 810-815.
- Trappe, S. W. (1996). *Metabolic demands for swimming*. Paper presented at the Biomechanics and Medicine in Swimming - Swimming Science VII, London.
- Troup, J. P. (1999). The physiology and biomechanics of competitive swimming. *Clin Sports Med*, 18(2), 267-285.
- Williams, C. A. (1997). Children's and adolescents' anaerobic performance during cycle ergometry. *Sports Med*, 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. *J Strength Cond Res*, 23(9), 2598-2604.

#### **Capítulo 4:**

- Bar-Or. (1996). Anaerobic performance. In D. Docherty (Ed.), *Measurement in pediatric exercise science* (pp. 161-182). Windsor, Canada: Human Kinetics.

- Colantonio, E., Barros, R. V., & Kiss, M. A. (2003). Oxygen uptake during *Wingate* tests for arms and legs in swimmers and water polo players. *Rev. Bras. Med. esporte*, 9(3), 141-144.
- Cumming, G. R. (1973). Correlation of athletic performance and aerobic power in 12-17 year-old children with bone age, calf muscle, total body potassium, heart volume and two indices of anaerobic power. In O. Bar-Or (Ed.), *Paediatric Work Physiology* (pp. 109-135). Netanya, Israel.: *Wingate* Institute.
- Dotan, R., & Bar-Or, O. (1983). Load optimization for the *Wingate* Anaerobic Test. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 51(3), 409-417.
- Hawley, J. A., & Williams, M. M. (1991). Relationship between upper body anaerobic power and freestyle swimming performance. *Int J Sports Med*, 12(1), 1-5.
- Little, N. G. (1991). Physical performance attributes of junior and senior women, juvenile, junior, and senior men judokas. *J Sports Med Phys Fitness*, 31(4), 510-520.
- Nindl, B. C., Mahar, M. T., Harman, E. A., & Patton, J. F. (1995). Lower and upper body anaerobic performance in male and female adolescent athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 27(2), 235-241.
- Rohrs, D. M., Mayhew, J. L., Arabas, C., & Shelton, M. (1990). The relationship between seven anaerobic tests and swim performance. *Journal of Swimming Research*, 6(4), 15-19.
- Sargeant, A. (1989). Short-term muscle power in children and adolescents (chapter 2). In O. Bar-Or (Ed.), *Advances in pediatric sport sciences* (pp. 41-65). Champaign, Illinois: Human Kinetics Books.

#### **Apêndice I:**

- 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. *J Strength Cond Res*, 23(1), 336-340.

- Bar-Or. (1987). The *Wingate* anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity. *Sports Med*, 4(6), 381-394.
- Bar-Or. (1996a). Anaerobic performance. In D. Docherty (Ed.), *Measurement in pediatric exercise science* (pp. 161-182). Windsor, Canada: Human Kinetics.
- Bar-Or. (1996b). *Developing the prepubertal athlete: physiological principles*. Paper presented at the Biomechanics and Medicine in swimming VII, London.
- Bar-Or, Unnithan, V., & Illescas, C. (1994). *Physiologic considerations in age-group swimming*. Paper presented at the Medicine and Science in Aquatic Sports. Proceedings of the 10th FINA World Sport Medicine Congress, Kyoto, Japan.
- Dotan, R., & Bar-Or, O. (1983). Load optimization for the *Wingate* Anaerobic Test. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 51(3), 409-417.
- Gastin, P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med*, 31(10), 725-741.
- Guyton, A. C., & Hall, J. H. (2002). *Tratado de fisiologia médica*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara S. A.
- Hawley, J. A., & Williams, M. M. (1991). Relationship between upper body anaerobic power and freestyle swimming performance. *Int J Sports Med*, 12(1), 1-5.
- 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* (second edition ed.). Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Salonia, M. A., Chu, D. A., Cheifetz, P. M., & Freidhoff, G. C. (2004). Upper-Body Power as Measured by Medicine- Ball Throw Distance and Its Relationship to Class Level among 10- and 11-Year-Old Female Participants in Club Gymnastics. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 695-702.
- 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. *J Strength Cond Res*, 18(4), 810-815.
- Trappe, S. W. (1996). *Metabolic demands for swimming*. Paper presented at the Biomechanics and Medicine in Swimming - Swimming Science VII, London.

- Troup, J. P. (1999). The physiology and biomechanics of competitive swimming. *Clin Sports Med*, 18(2), 267-285.
- Williams, C. A. (1997). Children's and adolescents' anaerobic performance during cycle ergometry. *Sports Med*, 24(4), 227-240.
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (1999). *Physiology of sport and exercise*. USA: Human Kinetics.
- 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. *J Strength Cond Res*, 23(9), 2598-2604.

#### **Apêndice II:**

- Armstrong, N. (2001). *Sex differences in paediatric exercise physiology*. Paper presented at the Abstracts of XXI<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. *J Strength Cond Res*, 23(1), 336-340.
- Bar-Or. (1987). The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity. *Sports Med*, 4(6), 381-394.
- Bar-Or. (1996a). Anaerobic performance. In D. Docherty (Ed.), *Measurement in pediatric exercise science* (pp. 161-182). Windsor, Canada: Human Kinetics.
- Bar-Or. (1996b). *Developing the prepubertal athlete: physiological principles*. Paper presented at the Biomechanics and Medicine in swimming VII, London.
- Bar-Or. (1996c). *Principles for training prepubertal swimmers*.
- Bar-Or, Unnithan, V., & Illescas, C. (1994). *Physiologic considerations in age-group swimming*. Paper presented at the Medicine and Science in Aquatic Sports. Proceedings of the 10th FINA World Sport Medicine Congress, Kyoto, Japan.

- Bar-Or, O. (1987). The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity. *Sports Med*, 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 Biomechanics and Medicine in swimming VII, London.
- Bar-Or, O., Unnithan, V., & Illescas, C. (1994). *Physiologic considerations in age-group swimming*. Paper presented at the Medicine and Science in Aquatic Sports. Proceedings of the 10th FINA World Sport Medicine Congress, Kyoto, Japan.
- Colantonio, E., Barros, R. V., & Kiss, M. A. (2003). Oxygen uptake during Wingate tests for arms and legs in swimmers and water polo players. *Rev. Bras. Med. esporte*, 9(3), 141-144.
- Cumming, G. R. (1973). Correlation of athletic performance and aerobic power in 12-17 year-old children with bone age, calf muscle, total body potassium, heart volume and two indices of anaerobic power. In O. Bar-Or (Ed.), *Paediatric Work Physiology* (pp. 109-135). Netanya, Israel.: Wingate Institute.
- Dotan, R., & Bar-Or, O. (1983). Load optimization for the Wingate Anaerobic Test. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 51(3), 409-417.
- Gastin, P., Lawson, D., Hargreaves, M., Carey, M., & Fairweather, I. (1991). Variable resistance loadings in anaerobic power testing. *Int J Sports Med*, 12(6), 513-518.
- Gastin, P. B. (1994). Quantification of anaerobic capacity. *Scand. J. Med. sci. Sports*, 4, 91-112.
- Gastin, P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med*, 31(10), 725-741.
- Hawley, J. A., & Williams, M. M. (1991). Relationship between upper body anaerobic power and freestyle swimming performance. *Int J Sports Med*, 12(1), 1-5.
- Inbar, O., & Bar-Or, O. (1986). Anaerobic characteristics in male children and adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 264.

- Inbar, O., Bar-Or, O., & Skinner, J. S. (1996). *The Wingate Anaerobic Test*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Inbar, O., & Meckel, Y. (1999). *The use of the Wingate anaerobic test for the identification of talents in sprinting events*. Paper presented at the 4<sup>th</sup> Annual Congress of The European College of Sport Science, Rome.
- Little, N. G. (1991). Physical performance attributes of junior and senior women, juvenile, junior, and senior men judokas. *J Sports Med Phys Fitness*, 31(4), 510-520.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity* (second edition ed.). Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Margaria, R., Aghemo, P., & Rovelli, E. (1966). Measurement of muscular power (anaerobic) in man. *J Appl Physiol*, 21(5), 1662-1664.
- Nindl, B. C., Mahar, M. T., Harman, E. A., & Patton, J. F. (1995). Lower and upper body anaerobic performance in male and female adolescent athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 27(2), 235-241.
- Okano, A. H., Doderio, S. R., Coelho, C. F., Gassi, E. R., Silva, C. C., Okano, R. O., et al. (2001). Efeito da aplicação de diferentes cargas sobre o desempenho motor no teste de Wingate. *Rev. Bras. Ciên e Mov.*, 9(4), 7-11.
- Patton, J. F., & Duggan, A. (1987). Upper and lower body anaerobic power: comparison between biathletes and control subjects. *Int J Sports Med*, 8(2), 94-98.
- Rohrs, D. M., Mayhew, J. L., Arabas, C., & Shelton, M. (1990). The relationship between seven anaerobic tests and swim performance. *Journal of Swimming Research*, 6(4), 15-19.
- Rowland, T. W. (1996). *Developmental exercise physiology*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Salonia, M. A., Chu, D. A., Cheifetz, P. M., & Freidhoff, G. C. (2004). Upper-Body Power as Measured by Medicine- Ball Throw Distance and Its Relationship to Class Level among 10- and 11-Year-Old Female Participants in Club Gymnastics. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 695-702.

- 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. *J Strength Cond Res, 18*(4), 810-815.
- Sargeant, A. (1989). Short-term muscle power in children and adolescents (chapter 2). In O. Bar-Or (Ed.), *Advances in pediatric sport sciences* (pp. 41-65). Champaign, Illinois: Human Kinetics Books.
- Taoutaou, Z., Mimouni, N., Kherbache, C., & Mansri, A. (2003). *Performances during the lower body Wingate Anaerobic test in young swimmers*. Paper presented at the Proceedings of the IX World Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming, Saint-Étienne.
- Trappe, S. W. (1996). *Metabolic demands for swimming*. Paper presented at the Biomechanics and Medicine in Swimming - Swimming Science VII, London.
- Troup, J. P. (1999). The physiology and biomechanics of competitive swimming. *Clin Sports Med, 18*(2), 267-285.
- Van Praagh, E. (1998). *Pediatric anaerobic performance*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Vandewalle, H., Peres, G., & Monod, H. (1987). Standard anaerobic exercise tests. *Sports Med, 4*(4), 268-289.
- Williams, C. A. (1997). Children's and adolescents' anaerobic performance during cycle ergometry. *Sports Med, 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. *J Strength Cond Res, 23*(9), 2598-2604.