



TESTE ANAERÓBIO DE WINGATE: CONCEITOS E APLICAÇÃO

Emerson Franchini

Universidade Presbiteriana Mackenzie

Resumo: A potência e a capacidade anaeróbias são variáveis importantes para o desempenho esportivo e para atividades do cotidiano, mas a avaliação dessas variáveis apresenta problemas de validação teórica. No entanto, o teste de Wingate tem sido utilizado como alternativa para avaliar a potência e a capacidade anaeróbias. Esta revisão objetivou analisar os conceitos teóricos associados ao teste de Wingate e apresentar algumas considerações para sua aplicação. Com base nessa revisão, o teste de Wingate pode ser utilizado para avaliar a potência e a capacidade anaeróbia, embora alguns aspectos devam ser considerados.

Palavras-chave: Potência; Capacidade; Anaeróbio; Wingate.

ANAEROBIC WINGATE TEST: CONCEPTS AND APPLICATION

Abstract: Anaerobic power and capacity are important variables to sport performance and daily activities, but the evaluation of these variables presents theoretical validity problems. However, the Wingate test has been used as an option to evaluate anaerobic power and capacity. This review aimed at analyse the theoretical concepts associated to the Wingate test and to present some considerations to its application. According to this review, the Wingate test can be used to evaluate the anaerobic power and capacity, although some aspects should be considered.

Keywords: Power; Capacity; Anaerobic; Wingate.

INTRODUÇÃO

Na evolução humana, a capacidade anaeróbia foi um componente essencial para a sobrevivência, especialmente para os primeiros seres humanos, os quais dependiam mais do metabolismo anaeróbio do que do aeróbio para caçar e fugir do perigo (Saltin, 1990). Atualmente, o metabolismo anaeróbio tem também sua significância prática, tanto em algumas modalidades esportivas, como em algumas atividades do cotidiano. Assim, existe a necessidade de avaliação da potência e da capacidade anaeróbias. A potência anaeróbia pode ser definida como o máximo de energia liberada por unidade de tempo por esse sistema, enquanto a capacidade anaeróbia pode ser definida como a quantidade total de energia disponível nesse sistema. Existem vários testes com o objetivo de avaliar a potência e a capacidade anaeróbias, dentre os quais o teste de Wingate é o mais utilizado.

O teste anaeróbio de Wingate foi desenvolvido durante a década de 1970 no Instituto Wingate, em

Israel. Desde sua criação, o teste anaeróbio de Wingate tem sido utilizado em diversos trabalhos com os mais diferentes tipos de sujeitos. A elaboração desse teste surgiu da necessidade de obter-se mais informações sobre o desempenho anaeróbio, uma vez que em algumas atividades diárias e, principalmente, nas modalidades esportivas há a necessidade da realização de movimentos com grande potência, instantaneamente ou em poucos segundos (Bar-Or, 1987; Inbar et al., 1996).

Assim, o objetivo desta revisão é apresentar as principais características do teste de Wingate, considerando sua reprodutibilidade, validade e sensibilidade, além de tratar de algumas variáveis que poderiam afetar o desempenho durante o teste.

CARACTERÍSTICAS DO TESTE ANAERÓBIO DE WINGATE

Os testes de capacidade anaeróbia envolvem esforços de grande intensidade, com durações de frações de segundo até alguns minutos. O teste anaeróbio de Wingate tem duração de 30 segundos, durante a qual o indivíduo que está sendo avaliado tenta pedalar o maior número possível de vezes contra uma resistência fixa, objetivando gerar a maior potência possível nesse período de tempo. A potência gerada durante os 30 segundos é denominada potência média, e provavelmente reflete a resistência localizada do grupo muscular em exercício, utilizando energia principalmente das vias anaeróbias. A maior potência gerada em qualquer período de 3 ou 5 segundos é denominada de potência de pico e fornece informação sobre o pico de potência mecânica que pode ser desenvolvido pelo grupo muscular que realiza o teste. Como a potência de pico ocorre normalmente nos primeiros 5 segundos do teste, acredita-se que a energia para tal atividade provenha essencialmente do sistema ATP-CP, com alguma contribuição da glicólise. O teste proporciona também o índice de fadiga, o qual é calculado conforme a Equação 1:

$$\text{Índice de Fadiga (\%)} = \frac{(\text{Potência de pico} - \text{Menor potência durante o teste}) \times 100}{\text{Potência de pico}}$$

(Equação 1)

O índice de fadiga informa a queda de desempenho durante o teste. A potência média e a potência de pico podem ser expressas em relação à massa corporal ($W \cdot kg^{-1}$), permitindo a comparação entre sujeitos de diferentes massas corporais (Bar-Or, 1987; Inbar et al., 1996). Existem programas específicos para o teste de Wingate, disponíveis no mercado, que fornecem automaticamente essas medidas. Além disso, o teste anaeróbio de Wingate pode ser realizado tanto na sua versão original para membros inferiores, quanto em uma forma adaptada para membros superiores (Koutedakis & Sharp, 1986; Horswill et al., 1992). Em geral, a potência média desenvolvida por indivíduos saudáveis não atletas utilizando os membros superiores é cerca de 65% da gerada com os membros inferiores. Relação similar é observada com a potência de pico (Inbar et al., 1996).

Como existe grande dificuldade em diferenciar a potência e a capacidade dos sistemas ATP-CP e glicolítico, tem sido sugeridas as denominações potência anaeróbia e capacidade anaeróbia, sem suas subdivisões alática e láctica. Alguns autores sugerem que a potência de pico no teste de Wingate seria um indicativo da potência anaeróbia, enquanto a potência média seria um indicativo da capacidade anaeróbia (Gastin, 1994; Vandewalle et al., 1987).

REPRODUTIBILIDADE

Segundo Thomas & Nelson (1990), uma parte importante da validade é a reprodutibilidade de um teste, a qual está relacionada à possibilidade de reprodução de uma medida. Um teste não pode ser considerado válido se não for reprodutível.

Embora existam elevadas correlações entre os testes anaeróbios, e muitos deles apresentem elevada reprodutibilidade, há pouca concordância sobre o que eles realmente avaliam (Green, 1995; Green & Dawson, 1993; Vandewalle et al., 1987). Um dos problemas de validação dos testes que avaliam a potência e a capacidade anaeróbias diz respeito ao referencial a ser utilizado, ou seja, não existe um teste que possa ser considerado um *gold standard* (Inbar et al., 1996).

Segundo Bar-Or (1987) e Inbar et al. (1996), o teste de Wingate apresenta elevada reprodutibilidade quando realizado sob condições ambientais padronizadas, apresentando coeficiente de correlação entre 0,88 e 0,99, com valores freqüentemente acima de 0,94. Um dos problemas referentes aos estudos que tratam da reprodutibilidade de testes consiste na análise estatística empregada, uma vez que grande parte dos estudos adotou a estatística bivariada (coeficiente de correlação de Pearson) para analisar dados univariados. Alguns autores tratam da problemática utilização da correlação de Pearson com essa finalidade e sugerem testes estatísticos mais sofisticados (Atkinson & Nevill, 1998; Thomas & Nelson, 1990). Os resultados de Weinstein et al. (1998) referentes a duas avaliações em 15 homens e 14 mulheres demonstraram que, além da elevada reprodutibilidade (verificada através do coeficiente de correlação intraclasse) da potência média ($R = 0,982$; $p < 0,025$), algumas variáveis fisiológicas também apresentavam reprodutibilidade elevada: (a) freqüência cardíaca ($R = 0,941$; $p < 0,025$); (b) pico da concentração de lactato sanguíneo ($R = 0,926$; $p < 0,025$); (c) volume plasmático ($R = 0,878$; $p < 0,025$). Assim, tanto a variável relacionada ao desempenho (potência média), quanto as variáveis fisiológicas (freqüência cardíaca, concentração de lactato sanguíneo e volume plasmático) apresentaram elevada reprodutibilidade após o teste de Wingate, indicando que a utilização desse teste é adequada para realizar mensurações repetidas com o objetivo de comparar sujeitos no decorrer do tempo ou submetidos a tratamentos experimentais.

VALIDADE

A validade pode ser definida como a capacidade que um teste tem de mensurar aquilo a que se propõe. Para validar qualquer teste anaeróbio, seria necessário compará-lo com outro aceito como referencial, ou demonstrar fisiologicamente que o desempenho no teste está associado ao metabolismo anaeróbio (Thomas & Nelson, 1990). No entanto, conforme supracitado, não há nenhum teste anaeróbio tido como referencial. Assim, os pesquisadores envolvidos com a elaboração do teste de Wingate resolveram comparar o desempenho nesse teste com vários índices de desempenho anaeróbio. A maior parte das observações de testes de corrida e natação de curta duração (testes de campo com característica anaeróbia) gerou um coeficiente de correlação superior a 0,75, o que equivale a uma variância comum de 56%.

O estudo de Hawley et al. (1992) encontrou correlações moderadas ($r = 0,63$; $p < 0,01$) entre a potência média no teste de Wingate para membros superiores e a velocidade em 50 metros de natação, e entre a potência média no teste de Wingate para membros inferiores e a velocidade em 50 metros de natação ($r = 0,76$; $p < 0,01$). No entanto, o teste de Wingate não parece ser um bom preditor de desempenho em tarefas complexas (Bar-Or, 1987; Inbar et al., 1996).

Outro tipo de análise comumente feito com o teste de Wingate é avaliar grupos submetidos a diferentes tipos de treinamento, ou atletas de diferentes níveis, e verificar se apresentam desempenhos distintos durante sua execução. Koutedakis & Sharp (1986) submetem 8 remadores de alto nível e 16 remadores de nível recreacional ao teste de Wingate para membros superiores e constataram que uma função discriminante composta por duas variáveis explicava 74% da variância entre os dois grupos. Essas duas variáveis foram: (1) potência média absoluta; (2) diferença na potência absoluta entre os grupos. Desse modo, 91,8% dos atletas puderam ser classificados adequadamente com base nessa equação.

Horswill et al. (1989) adotaram uma estratégia diferente para comparar atletas juniores de luta olímpica de elite ($n = 18$) e não elite ($n = 18$). Após a realização de alguns testes e medidas antropométricas, entre os

quais o teste de Wingate para membros superiores e para membros inferiores, foi realizado um teste “t” de *student* para amostras independentes a fim de verificar quais variáveis eram diferentes entre os grupos. Além de quatro dobras cutâneas, a potência de pico absoluta para membros superiores e inferiores, a potência média absoluta para membros inferiores e a potência média relativa para membros superiores e inferiores foram as variáveis diferentes entre os grupos: o grupo de elite apresentava menores dobras cutâneas e maiores valores de potência.

O estudo de Skinner & O'Connor (1987) comparou transversalmente a potência média relativa (PMr), a potência de pico relativa (PPr) e o índice de fadiga (IF) de atletas de modalidades consideradas anaeróbias (levantadores de peso e ginastas), aeróbias (corredores de 10 km e ultramaratonistas) e intermediárias (atletas de luta olímpica). Os resultados do teste de Wingate para membros inferiores demonstraram superioridade ($p < 0,05$) na potência de pico relativa o dos levantadores de peso ($12,6 \pm 1,0 \text{ W.kg}^{-1}$) em relação aos ultramaratonistas ($11,9 \pm 0,9 \text{ W.kg}^{-1}$) e corredores de 10 km ($11,2 \pm 1,1 \text{ W.kg}^{-1}$). Os demais atletas foram classificados em ordem decrescente conforme a característica anaeróbia da modalidade, como pode ser observado na Tabela I.

TABELA I:

Comparação do desempenho no teste de Wingate para membros inferiores em atletas de diferentes modalidades (média \pm desvio padrão).

(Adaptado de Skinner & O'Connor, 1987)

GRUPO	PPr (W.kg^{-1})	PMr (W.kg^{-1})	IF (%)
Levantadores de Peso	$12,6 \pm 1,0$	$9,3 \pm 1,3$	$45,0 \pm 8,5$
Ginastas	$12,3 \pm 0,7$	$9,1 \pm 0,7$	$47,0 \pm 3,5$
Luta olímpica	$12,0 \pm 0,9$	$9,3 \pm 0,9$	$43,0 \pm 5,2$
Corredores de 10 km	$11,9 \pm 0,6^1$	$9,3 \pm 0,8$	$33,0 \pm 7,2^{1,2}$
Ultramaratonistas	$11,2 \pm 1,1^1$	$8,8 \pm 0,6$	$26,0 \pm 8,7^{1,2}$

¹ Diferente dos levantadores de peso ($p < 0,05$).

² Diferente dos ginastas e atletas de luta olímpica ($p < 0,05$).

Nakamura et al. (1986) também realizaram um estudo transversal com atletas de diversas modalidades ($n = 422$) e um grupo controle ($n = 26$), e observaram resultados semelhantes, ou seja, os atletas de modalidades em que o fator velocidade e/ou capacidade anaeróbia era importante apresentavam maior potência de pico absoluta em relação ao grupo controle, enquanto os atletas de modalidades com provas de longa duração apresentavam menor potência de pico absoluta, até mesmo em relação ao grupo controle. No entanto, nesses dois estudos, deve-se considerar que, em algumas modalidades, há a predominância dos membros superiores (levantamento de peso e ginástica) enquanto em outras, há a predominância dos membros inferiores (corrida de 10 km e ultramaratona), e todos foram testados com o Wingate para membros inferiores. Portanto, outras diferenças podem existir em relação à potência gerada com os membros superiores em decorrência da especificidade do membro treinado.

Outro estudo de caráter transversal, realizado por Taunton et al. (1981), com corredores de meio-fundo e fundo, demonstrou existir uma diferença significativa ($p < 0,05$) na potência de pico: $61,4 \pm 2,8 \text{ kpm.min}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ (média \pm erro padrão) para os meio-fundistas e $56,9 \pm 4,1 \text{ kpm.min}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ para os fundistas. Esses resultados indicam que o teste é capaz de discriminar adequadamente atletas de modalidades com diferentes solicitações.

Como atletas de diferentes modalidades apresentam diferentes percentuais de fibras de contração rápida e de contração lenta, dependendo da especificidade da modalidade, parece razoável assumir que, se

o teste de Wingate avalia a capacidade e a potência anaeróbias, indivíduos com maior percentual de fibras de contração rápida deveriam apresentar melhor desempenho do que indivíduos com maior percentual de fibras de contração lenta (Inbar et al., 1996).

Froese & Houston (1987) encontraram correlações significativas ($n = 12$) entre o percentual de fibras de contração rápida do músculo vasto lateral e a potência de pico ($r = 0,81$; $p = 0,002$), o trabalho total ($r = 0,63$; $p = 0,03$), o decréscimo absoluto da potência ($r = 0,75$; $p = 0,005$) e o decréscimo relativo da potência ($r = 0,62$; $p = 0,03$) no teste de Wingate para membros inferiores. Essas correlações eram maiores quando as fibras de contração rápida do músculo vasto lateral eram expressas em área percentual. A área percentual das fibras de contração rápida estava correlacionada com: potência de pico ($r = 0,89$; $p = 0,001$); trabalho total ($r = 0,76$; $p = 0,004$); decréscimo absoluto da potência ($r = 0,76$; $p = 0,004$); decréscimo relativo da potência ($r = 0,68$; $p = 0,02$).

Esbjörnsson et al. (1993) observaram que o desempenho no teste de Wingate de homens ($n = 18$) e mulheres ($n = 16$) estava diretamente relacionado à proporção de fibras de contração rápida e às propriedades metabólicas do músculo quadríceps femoral, como a atividade da enzima fosfofrutoquinase (PFK). Esses dados suportam a proposição de que indivíduos com maior percentual de fibras de contração rápida apresentam maior desempenho em atividades anaeróbias.

As mudanças nos substratos energéticos (ATP, CP, glicogênio) e na concentração de lactato também têm sido utilizadas para demonstrar que o teste de Wingate é realizado com base em fontes anaeróbias (Inbar et al., 1996).

Jacobs et al. (1982) submeteram 9 mulheres estudantes de Educação Física ao teste de Wingate para membros inferiores, quantificando as mudanças nas concentrações de ATP, CP, lactato e glicogênio por meio de biópsia muscular. As concentrações (em mmol.kg^{-1} de peso seco) diminuíram de 20,9 para 13,8 no caso da ATP, de 62,7 para 25,1 no caso da CP e de 360 para 278 no caso do glicogênio. A concentração de lactato aumentou de 9,0 para 60,5.

Outro estudo do mesmo grupo de pesquisadores (Jacobs et al., 1983) objetivou investigar as mudanças nas concentrações musculares de ATP, CP, glicogênio e lactato com a realização do teste de Wingate, no intuito de obter evidências mais diretas da característica anaeróbia do teste, uma vez que esses substratos estão relacionados ao metabolismo anaeróbio. Para isso, foram realizadas biópsias musculares no vasto lateral de 14 mulheres estudantes de Educação Física antes e após a realização do teste de Wingate para membros inferiores. Além disso, 22 indivíduos (15 homens e 7 mulheres) foram submetidos a procedimentos semelhantes, exceto pelo fato de terem realizado o teste de Wingate para membros inferiores em uma versão mais curta (10 segundos). As concentrações de todas as variáveis analisadas foram modificadas com a realização do teste ($p < 0,001$). Houve uma diminuição de 7,1; 37,7 e 102 mmol.kg^{-1} de peso seco na concentração de ATP, CP e glicogênio, respectivamente. A concentração de lactato muscular aumentou 50,5 mmol.kg^{-1} de peso seco com a realização do teste. Para os indivíduos que realizaram o teste com as duas durações (10 segundos e 30 segundos), a concentração de lactato após o teste de 10 segundos atingiu aproximadamente 60% da sua concentração após o teste de 30 segundos (36 e 61 mmol.kg^{-1} de peso seco, respectivamente). As médias da concentração de CP após os dois testes foram 42,2 e 18,3 mmol.kg^{-1} de peso seco, para 10 e 30 segundos respectivamente, demonstrando maior depleção de CP após o teste de 30 segundos.

Lutoslawska et al. (1996), em um estudo com atletas de caratê, demonstraram que a realização de uma forma abreviada de Wingate (10 segundos) aumentava as concentrações de fosfato plasmático (proveniente da degradação de ATP e CP) e de lactato sanguíneo, indicando a utilização das vias anaeróbias aláticas (ATP-CP) e lática (glicólise) para a produção de ATP em exercício supramáximo de apenas 10 segundos. Contudo, apenas a mudança na concentração de fosfato plasmático estava correlacionada com a potência média relativa ($r = 0,885$; $p < 0,001$), provavelmente em decorrência da maior utilização do sistema ATP-CP para a produção de energia durante o período de exercício.

Com tais mudanças nas concentrações desses substratos energéticos, justifica-se a utilização do teste de Wingate como indicador da razão com a qual a potência muscular pode ser gerada, principalmente por meio do sistema ATP-CP e da glicólise. No entanto, a capacidade máxima do sistema ATP-CP e da glicólise não está diretamente refletida no desempenho no teste de Wingate. Exercícios exaustivos de aproximadamente três minutos são necessários para que as concentrações de CP sejam bem reduzidas e para que valores mais elevados da concentração de lactato (indicador da ativação da via glicolítica) sejam obtidos (Jacobs et al., 1982; Jacobs et al., 1983). Críticas semelhantes são feitas por Taunton et al. (1981), os quais afirmam que o teste de Wingate é de duração insuficiente para gerar elevadas concentrações de lactato sanguíneo.

Nessa mesma linha, alguns estudos foram realizados na tentativa de estimar a contribuição dos sistemas ATP-CP, glicolítico e aeróbio durante o teste de Wingate (Calbet et al., 1997; Granier et al., 1995; Kavanagh & Jacobs, 1988; Serresse et al., 1988; Smith & Hill, 1991; Stevens & Wilson, 1986). A estimativa da contribuição dos sistemas aeróbio e anaeróbio (ATP-CP e glicolítico) durante exercício de elevada intensidade é realizada utilizando mensurações do consumo de oxigênio, potência gerada durante a atividade, que assume os valores fixos da oxidação dos substratos, eficiência mecânica do exercício, o tempo e a capacidade da energia derivada da degradação da CP. Merece destaque o aspecto relacionado à eficiência mecânica, pois ela é desconhecida para intensidades próximas do máximo ou extremamente elevadas, dificultando os cálculos para verificação da contribuição de cada sistema (Saltin, 1990; Inbar et al., 1996). Além disso, o parcelamento do componente anaeróbio nas contribuições oriundas da CP e da via glicolítica depende de pressupostos relacionados à utilização de CP: (1) toda a produção de ATP foi derivada do sistema ATP-CP nos segundos iniciais até que a potência máxima tenha sido atingida (2-3 segundos); (2) a contribuição da CP dura apenas 10 segundos em potências elevadas; (3) o decréscimo na energia derivada da degradação da CP é linear a partir do ponto da potência máxima até os 10 segundos. Portanto, a contribuição restante é atribuída ao sistema glicolítico, isto é, a contribuição é primeiramente dividida em aeróbia e anaeróbia e, posteriormente, subdividida em alática e láctica (Spriet, 1995).

O estudo de Stevens & Wilson (1986) estimou uma contribuição de 44,3% do metabolismo aeróbio. No entanto, Inbar et al. (1996) constataram, em comunicação pessoal com Wilson, que havia um erro de cálculo, cuja correção resultou em uma contribuição de 27% do metabolismo aeróbio para uma eficiência mecânica de 25%. Kavanagh & Jacobs (1988) apontam para uma contribuição de 18,5% do metabolismo aeróbio, assumindo eficiência mecânica de 25%. Os cálculos de Smith & Hill (1991) apontam para contribuições de 16% do metabolismo aeróbio, 56% do metabolismo glicolítico e 28% do sistema ATP-CP. Os resultados de Serresse et al. (1988) são semelhantes aos supracitados: 23% do metabolismo aeróbio, 49% do metabolismo glicolítico e 28% do sistema ATP-CP.

Calbet et al. (1997), ao avaliarem o déficit máximo de O_2 , concluem que o teste de Wingate pode ser apropriado para estimar a capacidade anaeróbia. No entanto, a contribuição de cada um dos sistemas energéticos parece ser diferente conforme o tipo de treinamento ao qual o indivíduo é submetido (Granier et al., 1995; Kavanagh & Jacobs, 1988).

O estudo de Granier et al. (1995) demonstrou que a contribuição de cada sistema energético (divididos apenas em aeróbio e anaeróbio) para a realização do teste de Wingate difere ($p < 0,05$) em atletas de velocidade ($n = 7$) e de meio-fundo ($n = 7$). Ao considerar uma eficiência mecânica de 16%, a contribuição de cada sistema para os atletas de velocidade era de $19 \pm 2\%$ (aeróbio) e $81 \pm 2\%$ (anaeróbio), enquanto para os atletas de meio-fundo a contribuição era de $30 \pm 3\%$ (aeróbio) e $70 \pm 3\%$ (anaeróbio). Para uma eficiência mecânica de 25%, as diferenças continuavam a existir ($p < 0,05$): velocistas - aeróbio = $29 \pm 2\%$, anaeróbio = $71 \pm 2\%$; meio-fundistas - aeróbio = $46 \pm 3\%$, anaeróbio = $55 \pm 3\%$. Lutoslawska et al. (1998) sugerem que a contribuição dos diferentes sistemas energéticos durante o teste de Wingate varia em função do período do treinamento, uma vez que conforme a fase de treinamento existe a ênfase na melhora da condição aeróbia ou anaeróbia, principalmente em modalidades nas quais existe solicitação constante

dos dois sistemas, como a luta olímpica, por exemplo. Essa conclusão baseia-se nos resultados de testes de Wingate e da concentração de lactato após testes realizados em diferentes períodos de treinamento em dois grupos de atletas poloneses de luta olímpica. Com a aproximação do período competitivo (predominância do treinamento anaeróbico), a concentração de lactato e a potência média apresentaram correlação significativa ($r = 0,799$ e $r = 0,810$; $p < 0,001$), o que não ocorria na fase inicial de treinamento e na fase preparatória (nas quais existe a predominância do treinamento aeróbico). Os autores sugerem que durante o período competitivo a potência gerada está mais relacionada à via glicolítica e, conseqüentemente, há mais acúmulo de lactato, enquanto nos outros períodos a contribuição aeróbia durante o teste é maior e faz com que haja perda de relacionamento entre a concentração de lactato sanguíneo e a potência gerada.

Hill & Smith (1992) realizaram cálculos da contribuição aeróbia durante o teste de Wingate, assumindo pressupostos diferentes no que diz respeito à eficiência (22% ou 25% de eficiência muscular), com e sem a consideração do tempo de atraso entre o consumo de oxigênio nos tecidos e o mensurado na boca e a utilização dos estoques de oxigênio (desconsiderando os estoques de oxigênio, considerando reserva de 2,3 mL de $O_2 \cdot kg^{-1}$ de massa corporal ou de 6,0 mL de $O_2 \cdot kg^{-1}$ de massa corporal). A combinação desses pressupostos, todos eles justificáveis de acordo com a literatura, levou a 12 estimativas diferentes da contribuição aeróbia: a menor com 14,4% (assumindo eficiência muscular de 25%, correção em relação ao atraso da mensuração de O_2 e desconsideração dos estoques de O_2) e a maior com 28,6% (assumindo eficiência muscular de 25%, sem correção em relação ao atraso da mensuração de O_2 e correção pelos estoques de O_2 com valor de 6,0 mL. kg^{-1} de massa corporal). Portanto, a comparação de diferentes estudos sobre a contribuição aeróbia deve ser feita com precaução.

A solicitação do sistema aeróbico de produção de energia parece não ser alterada pela carga utilizada durante o teste, embora a potência gerada o seja (Bediz et al., 1998 – Tabela II).

TABELA II:

Resultados da potência de pico relativa, trabalho gerado e contribuição aeróbia no teste de Wingate com cargas de $75g \cdot kg^{-1}$ de massa corporal (W75) e $95g \cdot kg^{-1}$ de massa corporal (W95) assumindo diferentes eficiências mecânicas (média \pm desvio padrão; $n = 30$)

(Adaptado de Bediz et al., 1998)

PARÂMETROS	W75	W95	p
Potência de pico ($W \cdot kg^{-1}$)	8,7 \pm 0,9	10,1 \pm 1,4	< 0,001
Trabalho total (kJ)	13,9 \pm 1,5	14,5 \pm 1,8	< 0,05
Contribuição aeróbia 13% EM (%)	12,7 \pm 2,4	12,3 \pm 2,4	> 0,05
Contribuição aeróbia 20% EM (%)	19,5 \pm 3,7	18,9 \pm 3,7	> 0,05
Contribuição aeróbia 25% EM (%)	24,3 \pm 4,7	23,6 \pm 4,7	> 0,05

EM = eficiência mecânica assumida

Outro aspecto que parece influenciar a contribuição aeróbia durante o teste de Wingate é o gênero do executante. Hill & Smith (1993) submeteram 22 mulheres e 16 homens ao teste de Wingate com o intuito de verificar a participação dos sistemas de transferência de energia no desempenho durante o teste. Observou-se que a potência de pico das mulheres era cerca de 77% da potência de pico dos homens, enquanto que a potência média era cerca de 71%. Essa diferença parece ser parcialmente explicada pela maior contribuição aeróbia ($p < 0,01$) durante o teste nas mulheres ($25 \pm 1\%$) em relação aos homens ($20 \pm 1\%$). O mais interessante é que a contribuição aeróbia nas mulheres aumenta ($p < 0,01$) nos últimos 5 segundos do teste ($47 \pm 1\%$) em relação ao observado nos homens ($36 \pm 3\%$), sugerindo que em testes mais longos a

diferença pode ser ainda maior, uma vez que os homens parecem ser capazes de sustentar a atividade por mecanismos anaeróbios durante mais tempo do que as mulheres. O estudo de Gratas-Delamarche et al. (1994) também sugere que os homens apresentam maior capacidade anaeróbia, uma vez que se observou maiores concentrações de lactato sanguíneo ($p < 0,05$) e adrenalina ($p < 0,01$) após o teste de Wingate em sujeitos do sexo masculino (lactato = $14,9 \pm 2,4$ mmol.L⁻¹; adrenalina = $4,7 \pm 1,9$ ng.mL⁻¹) em relação a sujeitos do sexo feminino (lactato = $11,4 \pm 3,0$ mmol.L⁻¹; adrenalina = $2,0 \pm 1,3$ ng.mL⁻¹) treinados em provas de velocidade. Como a razão entre lactato sanguíneo e potência relativa à massa muscular foi bastante semelhante entre os grupos (masculino = 1,19; feminino = 1,08; $p > 0,05$), a capacidade de produzir lactato parece estar relacionada ao desempenho.

Portanto, com base nesses estudos, constatou-se, durante a realização do teste de Wingate, que a energia é obtida do metabolismo anaeróbio, porém com magnitudes variáveis conforme o nível (treinado e destreinado), tipo de treinamento (aeróbio ou anaeróbio) indivíduo e gênero (masculino ou feminino).

SENSIBILIDADE

Um aspecto também considerado importante em um teste é sua sensibilidade, ou seja, o quanto ele é capaz de detectar mudanças no componente que objetiva avaliar. No caso do teste de Wingate, o aspecto em questão é o desempenho anaeróbio. Assim, alguns estudos foram conduzidos para verificar se o teste de Wingate era capaz de detectar mudanças no desempenho anaeróbio com o treinamento (Inbar et al., 1996). Os estudos sobre a sensibilidade do teste de Wingate ao treinamento têm demonstrado resultados conflitantes (Gaiga & Docherty, 1995; Grodjinovsky et al., 1980; Jacobs et al., 1987; Jansson et al., 1990; Roemmich & Sinning, 1996).

O estudo de Grodjinovsky et al. (1980) analisou o efeito do treinamento anaeróbio de oito semanas em 45 indivíduos de 11 a 12 anos de idade, divididos em três grupos de 15: (1) treinamento em cicloergômetro com grande intensidade e curta duração; (2) treinamento de corrida- tiros de 40 metros e 150 metros; (3) grupo controle. Houve aumento de 3-5% na potência média e na potência de pico nos dois primeiros grupos, enquanto o terceiro grupo manteve o desempenho.

Jacobs et al. (1987) não observaram melhora no desempenho no teste de Wingate em 11 sujeitos submetidos a seis semanas de treinamento anaeróbio em cicloergômetro. No entanto, os próprios autores afirmam que a média de sessões por semana (2,5) pode ter sido insuficiente para modificar o desempenho.

Jansson et al. (1990) estudaram dois grupos submetidos aos seguintes regimes de treinamento: grupo 1 ($n = 8$) – duas a três sessões por semana durante seis semanas, iniciando com duas séries de 15 segundos e duas séries de 30 segundos e terminando com seis séries de 15 segundos e seis séries de 30 segundos (intervalo de 45 segundos e 20 minutos, respectivamente); grupo 2 ($n = 7$) – três séries de 30 segundos, duas a três sessões por semana durante seis semanas (intervalo de 20 minutos entre as séries). Também não foi constatada nenhuma diferença após o treinamento. Jansson et al. (1990) citam que o teste de Wingate pode não ser sensível às mudanças ocorridas nesse período, ou o tempo de treinamento pode ter sido insuficiente para alterar o desempenho.

Roemmich & Sinning (1996) analisaram as mudanças, em uma temporada de competição (três meses e meio), em oito atletas adolescentes de luta olímpica conjuntamente com a avaliação de um grupo controle composto por seis adolescentes ativos. O grupo controle aumentou a potência média e a potência de pico durante as quatro avaliações, enquanto o grupo de atletas aumentou a potência média e a potência de pico apenas após o final da temporada. O fato de os atletas de luta olímpica terem realizado reduções de massa corporal (aproximadamente 6% da massa corporal total) 14 vezes durante esse período parece ser a explicação para que, apenas após o final da temporada, quando os atletas deixavam de perder peso, a potência média e a potência de pico tenham aumentado.

Skinner & O'Connor (1987) avaliaram cinco grupos de 11 atletas de modalidades predominantemente anaeróbias (levantamento de peso e ginástica), aeróbias (corrida 10 km e ultramaratona) e intermediária (luta olímpica), antes e após oito semanas de treinamento específico de cada modalidade, e observaram que a potência de pico aumentou apenas para os atletas das modalidades anaeróbias e para a modalidade intermediária, enquanto a potência média aumentou para os atletas de todas as modalidades, indicando que a potência de pico parece ser influenciada apenas por um treinamento específico, e que tanto o treinamento aeróbio quanto o anaeróbio podem modificar a potência média. Corroborando o estudo de Skinner & O'Connor (1987), Lutoslawska et al. (1998) observaram mudanças significativas ($p < 0,05$) na potência de pico relativa em atletas poloneses de luta olímpica e tendência ao aumento da potência média relativa.

A utilização de uma seqüência de quatro testes de Wingate com intervalos de três minutos demonstrou sensibilidade para detectar a diferença do seguinte programa de nove semanas de treinamento aeróbio intervalado: 5 a 10 séries de 3 minutos de atividade por 3 minutos de intervalo em uma intensidade próxima a 90% do $VO_{2máx}$, empregadas três vezes por semana (Gaiga & Docherty, 1995). Portanto, parece que mudanças decorrentes de períodos de treinamento superiores a oito semanas podem ser detectadas por meio do teste de Wingate, ou que somente ocorrem mudanças realmente importantes no desempenho anaeróbio a partir de oito semanas.

Saltin (1990) cita que a utilização do teste de Wingate para avaliar a capacidade anaeróbia é limitada, uma vez que outros aspectos como fatores contráteis do músculo e força muscular podem ser mais limitantes do que os sistemas de transferência de energia, além do que a especificidade do movimento não é garantida. No entanto, o teste de Wingate tem sido capaz de discriminar adequadamente atletas de modalidades predominantemente anaeróbias de atletas de modalidades predominantemente aeróbias (Skinner & O'Connor, 1987), sendo que pedalar é uma atividade bastante simples para a maioria das pessoas, com vantagem adicional quando o teste é realizado com os membros superiores, pois a preensão manual dispensa a utilização de presilha (Bar-Or, 1987; Inbar et al., 1996).

FATORES QUE AFETAM O DESEMPENHO NO TESTE ANAERÓBIO DE WINGATE

A administração de qualquer teste requer padronização, a qual pode ser facilitada ao conhecer os principais fatores que podem afetá-lo. A seguir serão abordados alguns fatores que normalmente afetam o desempenho em vários testes: carga, aquecimento e recuperação ativa, duração do teste, clima, ritmo circadiano, estado hídrico do indivíduo, uso de presilhas, redução de massa corporal, motivação, estado maturacional e ciclo menstrual.

CARGA

Segundo Inbar et al. (1996), a escolha da resistência (carga) ótima para o teste de Wingate parece ser uma questão ainda não resolvida. A melhor carga seria aquela que resultasse em maior potência média e/ou de pico. A carga sugerida inicialmente no teste de Wingate para membros inferiores em indivíduos do sexo masculino era de $0,075 \text{ kp.kg}^{-1}$ de massa corporal (no cicloergômetro Monark), isto é, carga suficiente para gerar 4,41 J por revolução do pedal por quilograma de massa corporal (Bar-Or, 1987; Inbar et al., 1996).

Dotan & Bar-Or (1983) propuseram a verificação de uma carga que gerasse a maior potência média em grupos específicos, uma vez que, com base em um estudo com 17 homens e 18 mulheres estudantes de Educação Física, foi observado que a relação entre a carga e a potência gerada seguia a forma de um “U” invertido. A Tabela III apresenta as melhores cargas (em kp.kg^{-1} de massa corporal no cicloergômetro Monark) para o teste de Wingate nas versões para membros inferiores e para membros superiores em homens e mulheres.

Tabela III:

Carga ótima no teste de Wingate para membros inferiores e para membros superiores em homens e mulheres

(Adaptado de Dotan & Bar-Or, 1983)

	Homens (n = 17)	Mulheres (n = 18)
Carga Wmmii (kp.kg ⁻¹ MC)	0,087	0,086
Carga Wmmss (kp.kg ⁻¹ MC)	0,060	0,048

Wmmii = Wingate para membros inferiores
Wmmss = Wingate para membros superiores
MC = massa corporal

O estudo realizado por Carlson & Naughton (1994) com crianças de 6, 8, 10 e 12 anos também demonstrou o relacionamento de “U” invertido entre a carga e a potência gerada, porém, observou-se que cargas entre 0,065 e 0,080 kp.kg⁻¹ de massa corporal não resultavam em diferenças significativas na potência média. Contudo, Bediz et al. (1998) encontraram diferenças significativas ($p < 0,001$) na potência de pico e no trabalho total realizado durante o teste de Wingate para membros inferiores em indivíduos adultos que realizavam o teste com 0,075 ou com 0,095 g.kg⁻¹ de massa corporal (Tabela II).

Assim, conforme sugerido por Dotan & Bar-Or (1983), em estudos nos quais a potência de pico está sendo analisada, talvez seja mais adequado adotar cargas mais elevadas do que em estudos nos quais o foco de análise é a potência média. Para atletas de algumas modalidades (futebol, por exemplo), cargas de 90 e 100 g.kg⁻¹ geraram valores mais elevados de potência em relação a cargas inferiores (Sposa et al., 1987), indicando que a carga a ser adotada deve ser específica para o grupo a ser avaliado. Em avaliações nas quais seja necessária a obtenção da maior potência, tanto média quanto de pico, Vandewalle et al. (1987) sugerem a determinação da carga ótima para cada atleta. Contudo, esse procedimento exige a realização de vários testes e pode ser impraticável quando um grande grupo está sendo avaliado.

AQUECIMENTO E RECUPERAÇÃO ATIVA

Em geral, é preconizado um aquecimento de 3 a 5 minutos, em intensidades inferiores ao limiar anaeróbio, com 2 a 3 tiros de aproximadamente 6 segundos a cada minuto, seguido por 2 minutos de pausa antes do início do teste (Inbar et al., 1996). Esse procedimento está relacionado principalmente à prevenção de lesões, uma vez que a influência do aquecimento no desempenho tem sido controversa (Hawley et al., 1989; Inbar et al., 1996).

Inbar & Bar-Or (apud Inbar et al., 1996), submetem garotos de 7 a 9 anos ao teste de Wingate com e sem aquecimento. O aquecimento consistia de 15 minutos de atividade intervalada (30 segundos de atividade por 30 segundos de descanso) em esteira rolante. Os resultados demonstraram que o desempenho era melhor após o aquecimento em relação à situação sem aquecimento.

O estudo de Hawley et al. (1989) foi realizado com 24 sujeitos adultos destreinados, os quais foram submetidos ao teste de Wingate após aquecimento (8 minutos de pedalagem com cargas progressivas, porém submáximas, com 5 minutos de repouso antes do teste) ou sem aquecimento prévio. Não foram constatadas diferenças significativas ($p > 0,05$) quanto à potência média e à potência de pico, mas foi observada diferença significativa no índice de fadiga (Tabela IV), indicando que esse tipo de aquecimento pode aumentar o índice de fadiga em adultos destreinados.

Como os dois estudos apresentam resultados conflitantes, é importante que o aquecimento seja padronizado e não muito intenso, principalmente quando os indivíduos não forem treinados. Contudo, ape-

nas o índice de fadiga foi diferente entre a situação com aquecimento e sem aquecimento. Além disso, o índice de fadiga é a variável do teste de Wingate com menor reprodutibilidade (Inbar et al., 1996) e a diferença observada no estudo de Hawley et al. (1989) foi bastante pequena (2,2%).

TABELA IV:

Desempenho no teste de Wingate em indivíduos submetidos a aquecimento ou sem aquecimento (média \pm desvio padrão)

(Adaptado de Hawley et al., 1989)

	Após aquecimento	Sem aquecimento
Potência média absoluta (W)	654,5 \pm 90,8	655,5 \pm 66,4
Potência média relativa (W.kg ⁻¹)	8,7 \pm 1,2	8,8 \pm 0,9
Potência de pico absoluta (W)	867,1 \pm 112,2	855,4 \pm 81,2
Potência de pico relativa (W.kg ⁻¹)	11,6 \pm 1,4	11,5 \pm 1,2
Índice de fadiga (%)	44,1 \pm 7,8	41,9 \pm 6,8 *

* = diferença significativa entre as situações ($p < 0,05$)

Para evitar que os avaliados apresentem sintomas desagradáveis como náuseas, vômito, tontura e dores de cabeça após o teste, sugere-se a utilização de recuperação ativa (pedalar sem carga) durante 3 a 5 minutos (Inbar et al., 1996).

DURAÇÃO DO TESTE

O protocolo original do teste de Wingate preconiza a duração de 30 segundos (Bar-Or, 1987). O principal motivo para a escolha do período de 30 segundos diz respeito à observação de que ao propor períodos de 45 e 60 segundos, muitos indivíduos não realizavam esforços de máxima intensidade. Essa observação foi feita com base no fato de que os valores de potência gerada nos testes de 30 segundos eram superiores àqueles registrados durante os primeiros 30 segundos dos testes mais longos. Além disso, as sensações de mal-estar são maximizadas ao se prolongar o tempo do teste (Inbar et al., 1996).

CLIMA

Como o teste de Wingate pode ser realizado tanto no laboratório quanto em uma situação de campo, o controle da temperatura parece ser um importante elemento de padronização (Bar-Or, 1987).

Dotan & Bar-Or (1980) submeteram 28 crianças com idades entre 10 e 12 anos, divididas de acordo com o gênero, ao teste de Wingate nas seguintes situações: (1) neutralidade térmica (22 a 23° C, 55 a 60% de umidade relativa do ar); (2) quente e seco (38 a 39° C, 25 a 30% de umidade relativa do ar); (3) quente e úmido (30° C, 85 a 90% de umidade relativa do ar). Todas as crianças permaneciam nas condições determinadas por 45 minutos antes de cada teste. A única diferença observada foi o menor valor ($p < 0,05$) da potência média relativa na situação quente e úmida (6,78 \pm 0,69 W.kg⁻¹) em relação à situação quente e seca (7,06 \pm 0,74 W.kg⁻¹) para o grupo masculino. Portanto, apenas uma diferença significativa foi detectada em 12 combinações possíveis (clima x grupo x potência média ou de pico). Além disso, o mesmo não foi observado nas garotas, e seria lógico observar diferença entre a situação de neutralidade térmica e as demais e não entre as duas últimas situações. Assim, segundo os autores, essa diferença pode ser desprezada e o desempenho no teste de Wingate parece não ser afetado por ambientes quentes.

Não foi possível encontrar um estudo que verificasse a influência de climas frios sobre o desempenho no teste de Wingate.

RITMO CIRCADIANO

O ritmo circadiano refere-se às variações de quê? que ocorrem a cada 24 horas onde?? e parece influenciar algumas variáveis do desempenho (Atkinson & Reilly, 1996). Hill & Smith (1991) submeteram 6 indivíduos ao teste de Wingate modificado em vários períodos do dia (3, 9, 15 e 21 horas) e encontraram diferenças significativas na potência de pico e potência média entre os testes realizados às 3 horas e às 21 horas, com valores menores às 3 horas. Contudo, Reilly & Down (1986) não encontraram diferenças significativas quando o teste de Wingate foi realizado em diferentes horários (2, 6, 10, 14, 18 e 22 horas). Portanto, com base nos estudos supracitados, parece que apenas a realização do teste de Wingate durante a madrugada (3 horas) pode apresentar diminuição do desempenho em relação às 21 horas.

USO DE PRESILHAS

A utilização de presilha no teste de Wingate para membros inferiores é recomendável, uma vez que possibilita a aplicação de força por parte do sujeito durante todo o ciclo de pedalagem. No teste para membros superiores, a utilização de uma manivela cilíndrica permite a preensão e torna desnecessário que se prenda a mão a ela (Inbar et al., 1996).

DESIDRATAÇÃO E REDUÇÃO DA MASSA CORPORAL

Os estudos sobre redução da massa corporal por meio de desidratação ou redução da ingestão calórica têm apontado para uma diminuição do desempenho anaeróbio (Horswill, 1992). No entanto, os resultados com o teste de Wingate são controversos, sobretudo pelo fato de os estudos realizados terem permitido que os atletas ingerissem alimentos e líquidos (água e bebidas isotônicas) entre a pesagem e o teste (Fogelholm, 1994; Fogelholm et al., 1993).

Quando a redução de massa corporal é gradual, e com elevado percentual de carboidratos ou com ingestão de aminoácidos, o desempenho no teste de Wingate parece não ser afetado (Mourier et al., 1997).

MOTIVAÇÃO

Geron & Inbar (apud Inbar et al. 1996), analisaram o efeito da motivação sobre o desempenho no teste de Wingate de indivíduos adultos não atletas, nas seguintes situações: (1) presença de audiência; (2) competição individual; (3) competição em grupo; (4) punição; (5) recompensa; (6) associação em grupo; (7) responsabilidade social. Observou-se que estímulos motivacionais baseados em informações cognitivas tiveram pouco ou nenhum efeito sobre o desempenho, ao contrário da motivação baseada em fatores emocionais (punição e recompensa), que influenciou sobretudo a potência de pico. Inbar et al. (1996) sugerem que o encorajamento durante o teste parece não afetar o desempenho e que a padronização dos procedimentos que precedem o teste e a sua realização é a melhor forma de garantir que a diferença no desempenho seja em função do tratamento experimental, e não de variáveis intervenientes.

MATURAÇÃO SEXUAL

Como a capacidade anaeróbia é desenvolvida principalmente durante a adolescência, algumas investigações foram feitas para verificar o desempenho no teste de Wingate de acordo com o estágio maturacional (Armstrong et al., 1997; Blimkie et al., 1988; Falk & Bar-Or, 1993; Inbar & Bar-Or, 1986; Nindl et al., 1995).

Inbar & Bar-Or (1986) citam que as crianças apresentam menor potência de pico e potência média mesmo quando essas duas variáveis são expressas em relação à massa corporal. A potência média relativa dos membros inferiores aos 10 anos de idade é apenas 85% da potência média relativa de indivíduos adultos

jovens, enquanto os valores para membros superiores são de apenas 70%. Padrões semelhantes também são verificados em relação à potência de pico. Segundo esses autores, as mudanças quantitativas e qualitativas que ocorrem na musculatura – aumento dos estoques de substratos energéticos (CP e glicogênio) e aumento da capacidade de utilização da via glicolítica – durante a adolescência são os principais fatores apontados para essa diferença. O estudo de Blimkie et al. (1988) observou que, em indivíduos do sexo masculino de 14 a 19 anos de idade, tanto a potência de pico quanto a potência média aumentavam progressiva e significativamente ($p < 0,05$). A potência média relativa e a potência de pico relativa eram maiores nos indivíduos mais velhos em relação aos mais novos. Embora esses dois estudos forneçam boas informações sobre o desenvolvimento do desempenho no teste de Wingate com o aumento da idade, ambos não verificaram a maturação sexual e tiveram delineamento transversal.

Falk & Bar-Or (1993), por meio de um delineamento transversal-longitudinal, analisaram a influência do crescimento físico e do desenvolvimento maturacional sobre o desempenho no teste de Wingate. Foram estudados 16 indivíduos no estágio I de maturação (conforme proposto por Tanner), 15 indivíduos nos estágios 2, 3 e 4, e 5 indivíduos no estágio 5. O desempenho no teste de Wingate foi verificado a cada seis meses durante 18 meses. Os resultados demonstraram haver diferenças significativas na potência média e potência de pico (relativas) entre os indivíduos dos diferentes estágios maturacionais, mas o aumento dessas variáveis com o aumento da idade não foi significativo. Esses resultados indicam que as diferenças na potência média e de pico estão mais relacionadas ao estágio maturacional do que à idade cronológica.

O estudo de Armstrong et al. (1997) também demonstrou existir influência do estágio de maturação sexual sobre a potência média relativa e sobre a potência de pico relativa em indivíduos de aproximadamente 12 anos de idade.

Portanto, o desempenho no teste de Wingate está relacionado ao estágio de maturação sexual, o qual parece atingir estágios finais em torno dos 16,5 anos de idade em grande parte dos indivíduos (Nindl et al., 1995), indicando que a consideração desse fator é importantíssima, principalmente quando se compara grupos submetidos a diferentes tratamentos, ou seja, o estágio de maturação sexual pode agir como uma variável interveniente.

CICLO MENSTRUAL

O ciclo menstrual parece influenciar o desempenho no teste de Wingate. Estudo realizado com 32 mulheres demonstrou que durante a fase folicular do ciclo menstrual, a potência de pico, a potência média e o índice de fadiga eram menores ($p < 0,05$) do que durante a fase lútea (Masterson, 1999).

Tabela V:

Desempenho no teste de Wingate em mulheres durante as fases folicular e lútea
(média \pm desvio padrão)

(Adaptado de Masterson, 1999)

	Fase Folicular	Fase Lútea
Potência média (W)	355,7 \pm 52,0	393,6 \pm 56,4 *
Potência de pico (W)	532,3 \pm 88,7	566,0 \pm 86,7 *
Índice de fadiga (%)	55 \pm 12	47 \pm 12 *

* Diferença significativa entre as fases ($p < 0,05$)

Esses resultados indicam a necessidade de controle do período de aplicação do teste de Wingate em mulheres.

RESULTADOS TÍPICOS PARA O TESTE DE WINGATE

Para possibilitar a classificação de resultados obtidos com a realização do teste de Wingate, a Tabela VI apresenta alguns resultados do teste para membros inferiores e membros superiores, discriminando as características da amostra populacional a que eles se referem.

Tabela VI:

Desempenho no teste de Wingate encontrado em estudos realizados com amostras de populações distintas (média \pm desvio padrão)

Autores	Características da amostra populacional	Potência de Pico ($W.kg^{-1}$)	Potência Média ($W.kg^{-1}$)	Potência de Pico (W)	Potência Média (W)
Maud & Shultz (1989)	homens adultos (mmii)	9,18 \pm 1,43	7,28 \pm 0,88	699,5 \pm 94,7	562,7 \pm 66,5
Maud & Shultz (1989)	mulheres adultas (mmii)	7,61 \pm 1,24	6,35 \pm 0,73	454,5 \pm 81,3	380,8 \pm 56,4
Nindl et al. (1995)	adolescentes (16,5 \pm 0,9 anos) do sexo masc. (mmii)	9,1 \pm 1,4	7,2 \pm 1,0	694,0 \pm 77,3	548,4 \pm 66,8
Nindl et al. (1995)	adolescentes (16,5 \pm 0,9 anos) do sexo masc. (mmss)	6,4 \pm 0,9	4,4 \pm 0,6	494,0 \pm 82,3	337,7 \pm 55,6
Nindl et al. (1995)	adolescentes (16,1 \pm 1,0 anos) do sexo fem. (mmii)	7,5 \pm 0,8	5,3 \pm 0,7	442,0 \pm 73,3	307,7 \pm 54,9
Nindl et al. (1995)	adolescentes (16,1 \pm 1,0 anos) do sexo fem. (mmss)	5,3 \pm 0,6	3,7 \pm 0,5	309,6 \pm 41,9	214,4 \pm 34,1

mmii = membros inferiores

mmss = membros superiores

O índice de fadiga normalmente está entre 35% e 55%.

CONCLUSÃO

O teste de Wingate, embora seja um teste simples, apresenta validade e reprodutibilidade adequadas. Contudo, a sensibilidade do teste, assim como a influência das variáveis clima, aquecimento, ritmo circadiano, desidratação e redução da massa corporal necessitam ser melhor investigadas. Os aspectos carga, motivação, estágio maturacional e ciclo menstrual devem ser considerados na aplicação do teste. Enquanto estudos adequadamente delineados sobre esses aspectos não forem conduzidos, sugere-se a padronização da execução do teste para minimizar o efeito de variáveis intervenientes.

REFERÊNCIAS

ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J. R.; KIRBY, B. J. Performance on the Wingate anaerobic test and maturation. *Pediatric Exercise Science*, v. 9, p. 253-261, 1997.

- ATKINSON, G.; NEVILL, A. M. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, v. 26, n. 4, p. 217-238, 1998.
- ____ & REILLY, T. Circadian variation in sports performance. *Sports Medicine*, v. 21, n. 4, p. 292-312, 1996.
- BAR-OR, O. The Wingate anaerobic test: an update on methodology, reliability and validity. *Sports Medicine*, v. 4, p. 381-394, 1987.
- BEDIZ, C. S.; GÖKBEL, H.; KARA, M.; ÜÇOK, K.; ÇIKRIKÇI, E.; ERGENE, N. Comparison of the aerobic contributions to Wingate anaerobic tests performed with two different loads. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 38, n. 1, p. 30-34, 1998.
- BLIMKIE, C. J. R.; ROACHE, P.; HAY, J. T.; BAR-OR, O. Anaerobic power of arms in teenage boys and girls: relationship to lean tissue. *European Journal of Applied Physiology*, n. 57, p. 667-683, 1988.
- CALBET, J. A. L.; CHAVARREN, J.; DORADO, C. Fractional use of anaerobic capacity during a 30- and a 45-s Wingate test. *European Journal of Applied Physiology*, v. 76, p. 308-313, 1997.
- CARLSON, J. & NAUGHTON, G. Performance characteristics of children using various braking resistances on the Wingate anaerobic test. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 34, p. 362-369, 1994.
- DOTAN, R. & BAR-OR, O. Climatic heat stress and performance in the Wingate anaerobic test. *European Journal of Applied Physiology*, n. 44, p. 237-243, 1980.
- ____. Load optimization for the Wingate anaerobic test. *European Journal of Applied Physiology*, n. 51, p. 409-417, 1983.
- ESBJÖRNSSON, M.; SYLVÉN, C.; HOLM, I.; JANSSON, E. Fast twitch fibres may predict anaerobic performance in both females and males. *International Journal of Sports Medicine*, v. 14, n. 5, p. 257-263, 1993.
- FALK, B.; BAR-OR, O. Longitudinal changes in peak aerobic and anaerobic mechanical power of circunpubertal boys. *Pediatric Exercise Science*, v. 5, p. 318-331, 1993.
- FOGELHOLM, G. M. Effects of bodyweight reduction on sports performance. *Sports Medicine*, v. 18, p. 249-267, 1994.
- FOGELHOLM, G. M.; KOSNIKEN, R.; LAAKSO, J.; RANKINEN, T.; RUOKONEN, I. Gradual and rapid weight loss: effects on nutrition and performance in male athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 25, n. 3, p. 371-377, 1993.
- FROESE, E. A.; HOUSTON, M. E. Performance during the Wingate anaerobic test and muscle morphology in males and females. *International Journal of Sports Medicine*, v. 8, n. 1, p. 35-39, 1987.
- GAIGA, M.C.; DOCHERTY, D. The effect of an aerobic interval training program on intermittent anaerobic performance. *Canadian Journal of Applied Physiology*, v. 20, n. 4, p. 452-64, 1995.
- GASTIN, P. B. Quantification of anaerobic capacity. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, v. 4, p. 91-112, 1994.
- GRANIER, P.; MERCIER, B.; MERCIER, J.; ANSELME, F.; PRÉFAUT, C. Aerobic and anaerobic contribution of Wingate test performance in sprint and middle-distance runners. *European Journal of Applied Physiology*, v. 70, p. 58-65, 1995.
- GRATAS-DELAMARCHE, A.; LE CAM, R.; DELAMARCHE, P.; MONNIER, M.; KOUBI, H. Lactate and catecholamine responses in male and female sprinters during a Wingate test. *European Journal of Applied Physiology*, v. 68, p. 362-366, 1994.
- GREEN, S. Measurement of anaerobic work capacities in humans. *Sports Medicine*, v. 19, n. 1, p. 32-42, 1995.
- GREEN, S.; DAWSON, B. Measurement of anaerobic capacities in humans – definitions, limitations and unsolved problems. *Sports Medicine*, v. 15, n. 5, p. 312-327, 1993.
- GRODJINOVSKY, A.; INBAR, O.; DOTAN, R.; BAR-OR, O. Training effects in children on performance as measured by the Wingate anaerobic test. In: BERG, K.; ERIKSSON, B. O. (Eds.). *Children and exercise IX*. Baltimore: University Park Press, 1980. p. 139-145.

- HAWLEY, J. A.; WILLIAMS, M. M.; HAMLING, G. C.; WALSH, R. M. Effects of a task-specific warm-up on anaerobic power. *British Journal of Sports Medicine*, v. 23, n. 4, p. 233-236, 1989.
- HAWLEY, J. A.; VICKOVIC, M. M.; HANDCOCK, P. J. Muscle power predicts freestyle swimming performance. *British Journal of Sports Medicine*, v. 26, n. 03, p. 151-155, 1992.
- HILL, D.W.; SMITH, J.C. Calculation of aerobic contribution during high intensity exercise. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, v. 63, n. 1, p. 85-8, 1992.
- _____. Circadian rhythm in anaerobic power and capacity. *Canadian Journal of Sports Science*, v. 16, p. 30-32, 1991.
- _____. Gender difference in anaerobic capacity: role of aerobic contribution. *British Journal of Sports Medicine*, v. 27, n. 1, p. 45-48, 1993.
- HORSWILL, C. A. Applied physiology of amateur wrestling. *Sports Medicine*, v. 14, n. 2, p. 114-143, 1992.
- HORSWILL, C. A.; MILLER, J. E.; SCOTT, J. R.; SMITH, C. M.; WELK, G.; VAN HANDEL, P. Anaerobic and aerobic power in arms and legs of elite senior wrestlers. *International Journal of Sports Medicine*, v. 13, n. 8, p. 558-561, 1992.
- HORSWILL, C. A.; SCOTT, J.R.; GALEA, P. Comparison of maximum aerobic power, maximum anaerobic power, and skinfold thickness of elite and nonelite junior wrestlers. *International Journal of Sports Medicine*, v. 10, n. 3, p. 165-8, 1989.
- INBAR, O.; BAR-OR, O. Anaerobic characteristics in male children and adolescents. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, v. 18, n. 3, p. 264-269, 1986.
- INBAR, O.; BAR-OR, O.; SKINNER, J. S. *The Wingate anaerobic test*. Champaign, IL. Human Kinetics, 1996.
- JACOBS, I.; BAR-OR, O.; KARLSSON, J.; DOTAN, R.; TESCH, P.; KAISER, P.; INBAR, O. Changes in muscle metabolites in females with 30s exhaustive exercise. *Medicine Science in Sports and Exercise*, v. 14, n. 6, p. 457-460, 1982.
- JACOBS, I.; DOTAN, R.; KARLSSON, J.; TESCH, P. Changes in muscle ATP, CP, glycogen, and lactate after performance of the Wingate anaerobic test. In: KNUTTGEN, H. G.; VOGEL, J. A.; POORTMANS, J. (Eds.). *International Series on Sports Sciences – Biochemistry of exercise*. Champaign, IL.: Human Kinetics, 1983. p. 234-238.
- JACOBS, I.; ESBÖRNSSON, M.; SYLVÉN, C.; HOLM, I.; JANSSON, E. Sprint training effects on muscle myoglobin, enzymes, fiber types, and blood lactate. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 19, n. 7, p. 368-374, 1987.
- JANSSON, E.; ESBJÖRNSSON, M.; HOLM, I.; JACOBS, I. Increase in the proportion of fast-twitch muscle fibres by sprint training in males. *Acta Physiologica Scandinavica*, n. 140, p. 359-363, 1990.
- KAVANAGH, M. F.; JACOBS, I. Breath-by-breath oxygen consumption during performance of the Wingate test. *Canadian Journal of Sports Science*, v. 13, n. 1, p. 91-93, 1988.
- KOUTEDAKIS, Y.; SHARP, N. C. C. A modified Wingate test for measuring anaerobic work of the upper body in junior rowers. *British Journal of Sports Medicine*, v. 20, n. 4, p. 153-156, 1986.
- LUTOSLAWSKA, G.; BORKOWSKI, L.; KRAWCZYK, B.; LERCZAK, K. Changes in concentrations of plasma inorganic phosphate, uric acid and blood lactate in response to supramaximal arm exercise in karate athletes. *Biology of Sport*, v. 13, n. 2, p. 99-103, 1996.
- LUTOSLAWSKA, G.; HÜBNER-WOZNIAK, E.; SITKOWSKI, D.; BORKOWSKI, L. Relationship between anaerobic capacity and blood lactate following the Wingate test in elite wrestlers during an annual training cycle. *Biology of Sport*, v. 15, n. 2, p. 67-74, 1998.
- MASTERSON, G. The impact of menstrual phases on anaerobic power performance in collegiate women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 13, n. 4, p. 325-29, 1999.
- MAUD, P. J.; SHULTZ, B. B. Norms for the Wingate test. *Research Quarterly*, v. 60, n. 2, p. 144-151, 1989.

- MOURIER, A.; BIGARD, A. X.; KERVILER, E.; ROGER, B.; LEGRAND, H.; GUEZENNEC, C. Y. Combined effects of caloric restriction and branched-chain amino acid supplementation on body composition and exercise performance in elite wrestlers. *International Journal of Sports Medicine*, v. 18, n. 1, p. 47-55, 1997.
- NAKAMURA, Y.; MUTOH, Y.; MIYASHITA, M. Maximal anaerobic power of japanese elite athletes. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, v. 18, S1, p. S2, 1986.
- NINDL, B. C.; MAHAR, M. T.; HARMAN, E. A.; PATTON, J. F. Lower and upper body anaerobic performance in male and female adolescent athletes. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, v. 27, n. 1, p. 235-241, 1995.
- REILLY, T.; DOWN, A. Time of day and performance on all-out arm ergometry. In: REILLY, T.; WATKINS, J.; BORMS, J. (Eds.). *Kinanthropometry III*. London: E and FN Spon, 1986. p. 296-300.
- ROEMMICH, J. N.; SINNING, W. E. Sport-seasonal changes in body composition, growth, power and strength of adolescent wrestlers. *International Journal of Sports Medicine*, v. 17, n. 2, p. 92-99, 1996.
- SALTIN, B. Anaerobic capacity: past, present and prospective. In: TAYLOR, A. W.; GOLLNICK, P. D.; GREEN, H. J.; IANUZZO, C. D.; NOBEL, E. G.; METIVIER, G.; SUTTON, J. R. (Eds.). *Biochemistry of Exercise*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1990. p. 387-412.
- SERRESSE, O.; LORTIE, G.; BOUCHARD, C.; BOULAY, M. R. Estimation of the contribution of the various energy systems during maximal work of short duration. *International Journal of Sports Medicine*, v. 9, n. 6, p. 456-460, 1988.
- SKINNER, J. S.; O'CONNOR, J. Wingate test: cross-sectional and longitudinal analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 19, S. 1, p. S73, 1987.
- SMITH, J. C.; HILL, D. W. Contribution of energy systems during a Wingate power test. *British Journal of Sports Medicine*, v. 25, n. 4, p. 196-199, 1991.
- SPOSA, E.; PEREZ, H. R.; WYGAND, J. W.; MORUZZI, R. Optimal resistance loading of Wingate power testing in soccer players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 19, S. 1, p. S73, 1987.
- SPRIET, L. L. Anaerobic metabolism during high-intensity exercise. In: HARGREAVES, M. (Ed.). *Exercise metabolism*. Champaign, IL. Human Kinetics, 1995. p. 1-39.
- STEVENS, G. H. J.; WILSON, B. W. Aerobic contribution to the Wingate test. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, v. 18, S1, p. S2, 1986.
- TAUNTON, J. E.; MARON, H.; WILKINSON, J. G. Anaerobic performance in middle and long distance runners. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, v. 6, n. 3, p. 109-113, 1981.
- THOMAS, J. R.; NELSON, J. K. *Research methods in physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1990.
- VANDEWALLE, H.; PÉRES, G.; MONOUD, H. Standard anaerobic exercise tests. *Sports Medicine*, v. 4, p. 268-289, 1987.
- WEINSTEIN, Y.; BEDIZ, C.; DOTAN, R.; FALK, B. Reliability of peak-lactate, heart rate, and plasma volume following the Wingate test. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 30, n. 9, p. 1456-1460, 1998.

Contatos

Universidade Presbiteriana Mackenzie
 Faculdade de Educação Física
 Av. Mackenzie, 905 – Barueri – SP
 CEP 06460-130
 E-mail: emersonfranchini@bol.com.br

Tramitação

Recebido em junho/2002
 Aceito em setembro/2002