

Fatores fisiológicos e antropométricos associados com a performance em subida no ciclismo *off road*

Physiological and anthropometrical factors associated with uphill off-road cycling performance

Carlos Eduardo Polazzo Machado,
Fabrizio Caputo,
Ricardo Dantas de Lucas,
Benedito Sérgio Denadai

Resumo

Os objetivos deste estudo foram: analisar a reprodutibilidade da performance em um teste de campo no ciclismo *off road*; correlacionar variáveis fisiológicas e antropométricas com a performance em subida nesta modalidade. Dez ciclistas treinados (19,5 + 2,5 anos, 62,8 + 8,7 kg, 173,5 + 6,8 cm, 24,5 + 19,0 meses de treino) executaram em dias diferentes os seguintes testes: três performances máximas em subida no campo; teste contínuo progressivo para a determinação do limiar anaeróbio (LAn) e da potência aeróbia máxima (Pmax) e teste de Wingate. Os valores médios de performance nos 3 testes de campo (622 + 51,3; 614 + 50,1; 620,6 + 66,5 seg.) não foram diferentes e altamente correlacionados ($r = 0,84$). As variáveis aeróbias (Pmax e LAn) somente apresentaram correlação significativa com a melhor performance (MP) quando expressas de forma relativa à massa corporal ($r = -0,73$; $r = -0,87$, respectivamente). Foi encontrada também correlação significativa da MP com o % gordura corporal e o índice de fadiga obtido no teste de Wingate ($r = 0,72$; $r = 0,81$, respectivamente). Com base nestes resultados, pode-se concluir que o teste de campo utilizado para avaliar a performance em subida no ciclismo *off road* é reprodutível e que o principal fator determinante desta performance é o LAn relativo à massa corporal, mostrando a importância da capacidade aeróbia e da composição corporal na seleção e treinamento dos atletas deste esporte.

PALAVRAS-CHAVE: ciclismo *off road*, reprodutibilidade, limiar anaeróbio, massa corporal, performance.

Abstract

The objectives of this study were: to analyze the reproducibility of the performance during a field test in uphill off-road cycling and to correlate physiological and anthropometrical factors with the performance in this modality. Ten trained cyclists (19.5 + 2.5 years, 62.8 + 8.7 kg, 173.5 + 6.8 cm, 24.5 + 19.0 months of training) performed, in different days, the following tests: three maximum uphill performances in the field; gradual continuous test for determination of the anaerobic threshold (AnT) and maximum aerobic power (Pmax); and Wingate test. The average values of performance of the 3 field tests (622 + 51.3; 614 + 50.1; 620.6 + 66.5 s) were not different and highly correlated ($r = 0.84$). The aerobic variables (Pmax and AnT) presented significant correlation with the best performance (P) only when expressed *per* unit of body mass ($r = -0.73$; $r = -0.87$, respectively). There was a significant correlation of P with 0% body fat and fatigue index obtained through the Wingate test ($r = 0.72$; $r = 0.81$, respectively). It can be concluded that the field test used to evaluate the performance in uphill off-road cycling is reliable, and that the main determinant factor of this performance is the AnT expressed *per* unit of body mass, indicating the importance of aerobic capacity and body composition on the selection and training of athletes of this sport.

KEYWORDS: off-road cycling, reproducibility, anaerobic threshold, body mass, performance.

Apoio: CNPq e CAPES

Correspondência: Benedito Sérgio Denadai,
Laboratório de Avaliação da Performance Humana, Instituto de
Biotecnologia. Av. 24 A, 1515 - Bela Vista - Rio Claro - SP - Brasil -
CEP - 13506-900. e-mail: bdenadai@rc.unesp.br

Introdução

O ciclismo *off-road* (MTB) é uma modalidade bastante recente e que tem apresentado um grande potencial de crescimento. Basicamente o MTB difere-se do ciclismo tradicional pelo fato de ser desenvolvido em terrenos acidentados, o que faz com que o atleta tenha um gasto energético extra para se deslocar, já que a roda perde, constantemente, contato com o solo.

Dentre as principais provas disputadas no MTB, temos o *cross country*, que normalmente é realizado em circuitos contendo bastante variação na inclinação do terreno, a prova que requer basicamente técnica para as descidas (*dowhill*) e outra com grande requerimento energético para as subidas (*uphill*). Embora no ciclismo tradicional, alguns estudos tenham analisado os fatores determinantes da performance de subida (4, 15, 20), pouco se conhece sobre este aspecto específico no MTB.

Padilla *et al.* (15) realizaram um amplo estudo com ciclistas profissionais com o objetivo de caracterizar as demandas fisiológicas dos diferentes tipos de eventos existentes nas tradicionais provas de estágios (i.e., *Tour de France*). Eles concluíram que as provas de contra relógio individual (15 – 60 min) foram realizadas em intensidades próximas ao *onset blood lactate accumulation* (OBLA) (velocidade de 4 mM de lactato), e as provas com trechos de subidas (de três a sete dependendo da prova), com durações entre 30 - 90 min, foram realizadas em intensidades que variaram entre o limiar de lactato (LL) (ponto de inflexão da curva lactato- velocidade) e o OBLA.

Um outro fator bastante relatado na literatura que afeta a performance em subidas, é a massa corporal (MC) (21,23), pois quando o ciclismo é realizado em subidas, a resistência do ar diminui, consideravelmente, em função da baixa velocidade associada a este tipo de terreno. Desta forma, uma grande porção da energia despendida é utilizada para vencer a força da gravidade, sendo esta influenciada pela MC do ciclista e da bicicleta. Swain (21) relatou que em torno de 10 a 20% da variação da performance em subida em ciclistas de elite, é explicada por diferenças na MC. Além disso, foi relatado que ciclistas de elite especializados em etapas de subida, possuíam menor MC do que os especializados em etapas de plano (15). Um outro dado interessante, recentemente mostrado por Jeukendrup e Martin (10), foi a possível influência do equipamento sobre a performance. Eles utilizaram um modelo matemático válido para estimar a melhora na performance de 20Km (12 % de inclinação), diminuindo em 3 quilos a massa da bicicleta (de 10Kg para 7Kg), observando uma melhora em torno de 7 min em atletas novatos, 4 min para os treinados e 3 min para os atletas de elite.

A potência aeróbia máxima é um índice que vem sendo utilizado para prever a performance de subidas, devido à correlação encontrada entre este índice e as performances de subidas realizadas em laboratório (4, 7). Outro dado interessante, embora em relação à capacidade anaeróbia, foi a correlação da performance em duas subidas diferentes, com duração de 4min e 16min, com a potência média no teste de Wingate (4). No entanto, todos os resultados explicitados anteriormente somente foram

expressivos quando divididos pela MC. De certa forma, estes dados enfatizam ainda mais a importância da MC e da capacidade aeróbia e anaeróbia no rendimento em subidas no ciclismo.

Dentre os poucos estudos encontrados na literatura que pesquisaram o MTB, nenhum aborda especificamente a questão dos fatores que determinam a performance em subidas nesta modalidade. A maior parte dos estudos abordam os efeitos dos tipos de suspensão utilizadas nas bicicletas de MTB (11, 17). Seifert *et al.* (17) não encontraram diferenças, nas performances de subida e descida, entre os três tipos de suspensão utilizados normalmente (rígida, dianteira, dianteira e traseira). Mais recentemente, MacRae *et al.* (11) não encontraram diferenças também em algumas variáveis fisiológicas (VO_2 , frequência cardíaca, lactato) em uma subida de 1,4 km com 11% de inclinação, quando comparados os dois tipos de suspensão (dianteira x dianteira e traseira).

Desta forma, os objetivos deste estudo foram: verificar a reprodutibilidade da performance em um teste de campo em subida no MTB e verificar a capacidade dos índices antropométricos e metabólicos (aeróbio e anaeróbio) em prever a performance de subida no MTB.

Material e métodos

Sujeitos

Participaram deste estudo 10 voluntários (19,5 + 2,5 anos, 62,8 + 8,7 kg, 173,5 + 6,8 cm, 24,5 + 19,0 meses de treino), praticantes de MTB competitivo há pelo menos 18 meses. Após serem informados, textual e verbalmente, sobre os objetivos e a metodologia desse estudo, assinaram um termo de consentimento.

Procedimentos experimentais

Para realização deste estudo, os sujeitos foram submetidos a cinco testes experimentais em dias diferentes, num período de 2-3 semanas, sendo três de campo e dois em laboratório. Os indivíduos foram instruídos a não treinarem exaustivamente no dia anterior à avaliação e comparecerem alimentados e hidratados no dia do teste. Inicialmente, os sujeitos foram solicitados a realizar três performances máximas em um mesmo percurso de subida (campo) e duas visitas ao laboratório para a determinação dos índices fisiológicos e antropométricos (descritos a seguir).

Performance de campo

Para a realização dos testes de subida, foi selecionado um percurso de 1500 metros (D), com um desnível de 210 metros de altitude (H), do início (711m - 732mm Hg) até o final da subida (921m - 712mm Hg). As altitudes foram medidas através de um altímetro devidamente aferido (Surveing micro altimeter USA). O coeficiente médio de inclinação do percurso foi de 14% ($D/H \times 100$). Antes do início de cada teste foram registradas a umidade relativa do ar e a temperatura em

graus Celsius na sombra e no Sol, medidas por um termômetro digital (Hygrometer, in/out thermo clock, USA). A subida possuía pequenas variações de inclinação com curvas de 180 graus, dotada de rochas ao longo do percurso e trechos com sombra na sua maioria.

Cada sujeito realizou o teste com sua própria bicicleta, equipada com pedais de encaixe e sapatilhas próprias, sendo utilizado o mesmo tipo de pneu traseiro (26 x 2.1; Mythos XC, IRC) calibrado com 50 libras para todos sujeitos, a fim de minimizar os efeitos da resistência de rolamento e tração da roda. A relação de marchas utilizadas variou de 34 x 28-34 a 22 x 24-32 e cada sujeito escolheu sua relação preferida para cada velocidade. Antes dos testes, foi realizado um aquecimento padronizado de 10 minutos em um rolo estacionário, com a frequência cardíaca (FC) variando entre 120 -135 bpm de acordo com cada indivíduo. As performances foram realizadas em dias separados, em um período máximo de duas semanas, a fim de testar a reprodutibilidade do teste de subida.

Os sujeitos foram instruídos a executar a subida no menor tempo possível. O tempo gasto, além da FC média e final (Polar Coach, Finlândia) foram registrados durante a performance. Ao final de cada teste, foram coletados do lóbulo da orelha, 25µl de sangue e imediatamente armazenados em tubos tipo Eppendorf contendo 50µl de fluoreto de sódio a 1%. As coletas foram realizadas nos minutos 1, 3 e 5 para posterior análise da concentração de lactato, através de um método eletroenzimático (Yellow Spring- YSI – 1500 STAT). Foi utilizada a melhor performance das três tentativas, para posterior análise das correlações (18).

Medidas antropométricas

As medidas antropométricas obtidas foram: massa corporal (kg), estatura (m), índice de massa corporal (IMC) e porcentagem de gordura (%GC) medida por meio da técnica de dobras cutâneas (tricipital, suprailíaca e abdominal) de acordo com o protocolo de Guedes (5).

Testes de laboratório

Para estas avaliações foi utilizada uma bicicleta ergométrica com frenagem mecânica (MONARK) equipada com pedais com firma-pés, selim e guidom de ciclismo. Foram realizados os seguintes testes em dias separados e em ordem randômica:

1) **Teste de Wingate:** foi realizado um aquecimento de 10 min com carga de 1 Kp e cadência do pedal de 70 rpm (70 W). Por duas vezes durante o aquecimento, os sujeitos foram instruídos a pedalar o mais rápido possível, enquanto a resistência era aumentada para 3 -5 kp por aproximadamente 3 - 5 seg. Após 2 minutos de recuperação, o teste de Wingate foi realizado com a resistência ajustada pela massa corporal do sujeito ($0,075 \text{ g.Kg}^{-1}$) (1). Os sujeitos foram instruídos a permanecerem sentados e a pedalar o mais rápido possível durante todo os 30 seg. do teste. Foi dado de 2-3 seg. ao sujeito para que vencesse a inércia da roda antes que toda a resistência fosse aplicada, sendo o

cronômetro acionado a partir deste momento. Assim que a resistência total tenha sido aplicada, a potência foi determinada pela média de rotações a cada 5 seg., por meio da análise de filmagem (VHS Panasonic OminMotion e VHS Semp-Toshiba). A potência pico (PP) foi considerada como o maior valor de potência medida em 5 seg. A potência média (PM) foi determinada pela média dos valores apresentados a cada 5 seg durante todo o teste (30 seg.) e o índice de fadiga (IF), como a porcentagem de decaimento entre o maior e o menor valor apresentado (1). Foram retiradas amostras sanguíneas de 25µl após o término do teste nos minutos 5, 7, 9 e 11 para posterior análise da concentração de lactato.

2) **Teste incremental máximo:** após um aquecimento de 5 min com uma carga de 70 W, os indivíduos realizaram um teste incremental, com carga inicial de 105 W e incremento de 35W a cada 3 min, com a rotação mantida constante em 70 rpm. O final do teste ocorreu com a exaustão voluntária do sujeito, ou quando o mesmo não fosse capaz de manter a rotação estipulada. Foram coletadas amostras sanguíneas (25µl) e a FC ao final de cada carga de trabalho. Quando os sujeitos não conseguiam completar a última carga, a potência aeróbia máxima (Pmax) atingida foi calculada pela seguinte fórmula:

$$P_{\text{max}} = P_{\text{final}} + (t/180) \times 35$$

em que: Pfinal é a última carga pedalada; t é o tempo em que se permaneceu na referida carga; 180 é o tempo em segundos proposto para cada carga e 35 é o valor do incremento das cargas.

O limiar anaeróbio (LAn) foi determinado como sendo a carga correspondente à concentração fixa de 3,5mM de lactato (6).

Análise estatística

Para análise da reprodutibilidade dos testes foi utilizada a correlação intraclass. Para as correlações entre os índices fisiológicos e antropométricos com a performance na subida, foi utilizado o teste de correlação de *Pearson*. Para encontrar os índices que melhor explicaram a performance de subida foi utilizada uma regressão múltipla *Stepwise*. O nível de significância estatística foi pré-determinado em $p < 0,05$.

Resultados

Reprodutibilidade da performance

Os tempos das três performances de campo, a respectiva FC final e a média da concentração de lactato ([LAC]pico) obtida nas três performances, estão demonstrados na Tabela 1. Os resultados obtidos indicam que a performance de subida em teste de campo no MTB apresenta uma boa reprodutibilidade, demonstrando uma correlação intraclass entre as performances de $r = 0,84$. Por outro lado, a [LAC]pico apresentou baixa correlação com a melhor performance obtida nas três tentativas. ($r = -0,42$; $p > 0,05$).

Tabela 1 - Valores individuais e médios + DP das três performances (P) de subida no campo, frequência cardíaca (FC) final e valor do pico de lactato LACPico).

Sujeitos	P 1 (seg.)	FC1 (bpm)	P 2 (seg.)	FC2 (bpm)	P 3 (seg.)	FC3 (bpm)	LACPico (mM)
1	618	185	594	182	616	185	14,2
2	688	178	642	182	775	175	13,1
3	621	202	609	207	609	205	16,2
4	629	201	626	202	608	205	13,1
5	615	197	572	198	582	198	14,6
6	517	199	512	199	526	194	14,6
7	689	176	678	178	666	178	13,4
8	646	190	654	191	622	179	12,1
9	631	212	670	219	621	204	9,0
10	567	189	582	193	563	187	14,0
Média	622*	192,9	614*	195,1	620,6*	191,0	13,5
DP	51,3	11,36	50,1	12,65	66,5	11,74	1,91

* correlação intraclasse obtida entre as três performances – $r = 0,84$

Índices fisiológicos

Os índices aeróbios avaliados estão demonstrados na Tabela 2. Os resultados indicam baixa correlação da MP com o LAn e a Pmáx ($r = -0,42$; $r = 0,10$; $p > 0,05$), respectivamente. Porém, quando expressos em valores relativos à massa corporal, os resultados indicaram, respectivamente, correlação significativa de moderada a alta ($r = -0,87$; $r = -0,73$; $p < 0,05$) (Tabela 2). Os resultados dos índices anaeróbios estão demonstrados na Tabela 3. Os valores indicaram uma correlação alta e significativa entre o IF e a MP ($r = 0,81$; $p < 0,05$). Já os valores absolutos da PP ($r = 0,42$; $p > 0,05$) e PM ($r = 0,26$; $p > 0,05$) atingiram baixa correlação, aumentando um pouco seus valores quando expressos de forma relativa à massa corporal ($r = 0,43$; $r = -0,49$; $p > 0,05$, respectivamente) (Tabela 3).

Pela análise de regressão múltipla *Stepwise* as variáveis que mais contribuíram para a explicação da performance foram o LAn relativo à massa corporal ($r = -0,52$) associado ao IF ($r = 0,43$).

Tabela 2 - Valores médios + DP da potência referente ao limiar anaeróbio (LAn), potência aeróbia máxima (Pmax), expressos de forma absoluta (W) e relativa à massa corporal ($W.Kg^{-1}$) e correlações (r) com a melhor performance.

	LAn (W)	LAn ($W.Kg^{-1}$)	Pmax (W)	Pmax ($W.Kg^{-1}$)
Média	241,8	3,8	308,8	4,9
DP	31,7	0,5	34,2	0,4
r	-0,42	-0,87*	0,10	-0,73*

* $p < 0,05$

Tabela 3 - Valores médios + DP da potência pico (PP) e potência média (PM), expressos de forma absoluta (W) e relativa à massa corporal ($W.Kg^{-1}$), índice de fadiga (IF) e correlações (r) com a melhor performance.

	PP (W)	PP ($W.Kg^{-1}$)	PM (W)	PM ($W.Kg^{-1}$)	IF (%)
Média	815,6	12,9	697,9	10,9	29,6
DP	144,1	0,7	102,3	0,4	6,8
r	0,42	0,43	0,26	-0,49	0,81*

* $p < 0,05$

Variáveis antropométricas

A MP apresentou correlação moderada com o %GC e IMC ($r = 0,72$; $r = 0,68$; $p < 0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores médios + DP do índice de massa corporal (IMC) e porcentagem de gordura corporal (GC) e correlações (r) com a melhor performance.

	IMC ($Kg.m^{-2}$)	GC (%)
Média	20,8	6,9
DP	2,1	3,0
r	0,68*	0,72*

* $p < 0,05$

Discussão

Diferentes testes de campo têm sido desenvolvidos por cientistas do esporte, na tentativa de aproximar-se o máximo possível das características de competição, buscando desta forma, quantificar os possíveis fatores determinantes do rendimento. Especificamente para o ciclismo, as avaliações de campo vêm sendo bastante utilizadas (13), nos quais os fatores ambientais e o tipo de equipamento exercem grande influência na performance. Tais testes devem ser altamente reprodutíveis para que possam detectar mínimas mudanças que determinam a performance e proporcionar aceitáveis limites de confiança sobre rigorosos efeitos de tratamento. Assim, um dos objetivos deste estudo foi verificar a reprodutibilidade de um teste de campo em subida, específico para o ciclismo *off-road* (MTB). O coeficiente de correlação intraclasse vem sendo utilizado em diversos estudos para examinar a reprodutibilidade em testes de laboratório, tanto no ciclismo (16) quanto na corrida (8). Embora nossa hipótese fosse de que a performance de subida, especificamente no MTB, pudesse apresentar baixa reprodutibilidade, em função do terreno ser acidentado e tortuoso, os resultados de nosso estudo demonstraram que a performance de subida no MTB é reprodutível, já que os valores médios das três performances (622 + 51,3; 614 + 50,1; 620,6 + 66,5 seg.) não foram diferentes e altamente correlacionados entre si ($r = 0,84$). O percurso selecionado foi de estrada de terra, continha rochas de diferentes tamanhos, o que proporcionava constante diminuição da aderência dos pneus com o chão, além de pequenas variações de inclinação que produziram um gradiente médio de 14%. As técnicas para a estabilização do centro de massa e estratégias de mudanças de marchas parecem ser fundamentais para a performance no ciclismo *off-road* e os sujeitos estudados parecem atender a tais necessidades.

Outro objetivo deste estudo foi de verificar a influência dos índices antropométricos e metabólicos (aeróbio e anaeróbio) como determinantes da performance em subida no ciclismo *off-road*. Dentre as variáveis antropométricas estudadas, a que obteve melhor predição da performance foi o percentual de gordura corporal (%GC) ($r = 0,72$) o que demonstra um possível efeito negativo da massa gorda sobre a performance em subida. Miller e Manfredi (12) encontraram uma correlação semelhante a de nosso estudo ($r = 0,75$)

quando estudaram a performance em 15 km contra o relógio em ciclismo de estrada e em terreno plano. Desta forma, podemos sugerir que o %GC é uma variável importante para a determinação da performance tanto em provas contra relógio com terreno plano, assim como em subida.

Em relação às variáveis metabólicas, mais uma vez pudemos observar a influência da composição corporal, já que as variáveis estudadas só obtiveram correlação quando divididas pela massa corporal, semelhante ao encontrado por Padilla *et al.* (15) e Davison *et al.* (4). Em relação às variáveis de natureza aeróbia, a potência aeróbia máxima ($r = -0,73$) e o limiar anaeróbio ($r = -0,87$) somente apresentaram correlação com a performance quando expressas, relativas à massa corporal ($W \cdot kg^{-1}$). No ciclismo tradicional, a escolha de um exponencial apropriado da massa corporal para a melhor predição da performance de subida é uma questão controversa. Swain (21) sugere que o valor possa ser de 0,79, mas aponta que este valor não está tão bem estabelecido como o exponencial de massa de 0,32 utilizado no ciclismo de plano. Outros autores têm sugerido um valor similar para a corrida (0,75) onde a ação da gravidade sobre a massa corporal, exerceria uma maior influência sobre a performance (19). Como este também é o caso do ciclismo em subida, e em função das maiores inclinações de terreno, o exponencial de massa 1 (a própria massa corporal) parece ser mais apropriado para se expressar as variáveis fisiológicas (14, 15). Como no presente estudo o valor médio da inclinação do terreno foi bastante elevado (14%), adotamos um valor para exponencial da massa igual a 1.

De acordo com Caputo *et al.* (2), a potência aeróbia máxima (P_{max}) é um bom preditor de performance em provas de curta duração no ciclismo (6 Km), em que a intensidade de esforço é próxima ao consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}). Em função da duração média da performance (~ 600 seg) e da característica da subida utilizada em nosso estudo, nossa hipótese inicial era que a P_{max} pudesse ter uma capacidade de predição maior do que o limiar anaeróbio, o que acabou não se confirmando. A moderada correlação da P_{max} que encontramos em nosso estudo, possivelmente ocorreu devido à intensidade não corresponder exatamente ao VO_{2max} . Hill *et al.* (9) demonstraram que o tempo de exaustão quando um indivíduo se exercita na intensidade do VO_{2max} (vVO_{2max}) é de aproximadamente 330 seg e quando a atividade é executada a 92% da vVO_{2max} , a fadiga ocorre por volta de 620 seg. É importante ressaltar que este estudo foi realizado com a corrida. De acordo com estes dados, é possível supormos que a performance realizada por nossos sujeitos foi inferior ao VO_{2max} . Este aspecto pode explicar, pelo menos em parte, a maior correlação do limiar anaeróbio com a performance, confirmando os dados de outros estudos que têm demonstrado a maior validade da resposta do lactato sanguíneo em prever a performance em eventos realizados com intensidades submáximas (i.e., abaixo do VO_{2max}) (3, 12, 15). Contraditoriamente ao nosso estudo, Davison *et al.* (4) estudando ciclistas de estrada, encontraram uma alta correlação entre a P_{max} (W/kg) e os tempos de performance em duas subidas simuladas em esteira de 1 km ($r = -0,89$) e de 6 km ($r = -0,88$) tendo os tempos de duração média de 4,3min. e 16,5 min., respectivamente. Da mesma forma, Heil *et al.* (7) também

encontraram altas correlações entre a P_{max} (W/kg) e a performance em duas subidas em ciclismo de estrada, sendo uma de 6,2 km ($r = 0,92$) e a outra mais longa (12,5 km ; $r = 0,97$).

Um fato que não pode ser negligenciado, é o importante papel do sistema anaeróbio para a produção de energia, mesmo em subidas com durações de até 16 min (4). Um dos indicadores utilizados para descrever a demanda metabólica é a concentração sanguínea de lactato. No presente estudo, as concentrações pico de lactato foram elevadas (13,5 mM) e maiores do que aquelas reportadas em laboratório para subidas de 1 km e gradiente de inclinação de 12% (11,7 mM) (4). Em relação às variáveis anaeróbias, Davison *et al.* (4) encontraram uma alta correlação entre a potência média (W/kg) no teste Wingate e as performances de subidas de 1 km ($r = -0,92$) e 6 km ($r = -0,90$), confirmando a grande influência do metabolismo anaeróbio na capacidade de pedalar em subidas com gradientes de inclinação de 6 a 12 % e duração entre 4 e 16 min. Contraditoriamente, os resultados de nosso estudo não demonstraram correlação significativa entre a potência média (W/kg) obtida no teste Wingate com a performance ($r = -0,49$; $p > 0,05$). Porém, foi encontrada uma alta correlação da performance com o índice de fadiga ($r = 0,81$). Entretanto, este é o índice anaeróbio obtido no teste de Wingate que demonstra menor reprodutibilidade, enfraquecendo, deste modo a sua validade para predição de performance (22). Estas diferenças observadas entre os estudos podem se dar em função dos procedimentos experimentais tais como, o ambiente testado (campo x laboratório), o tipo de superfície do terreno (liso x acidentado), as características dos sujeitos estudados e os equipamentos empregados nos testes, principalmente a massa e geometria das bicicletas (estrada x ciclismo *off road*).

Na tentativa de avaliar quais fatores, associados ou não, ditariam o sucesso na performance de subida no ciclismo *off road*, utilizamos uma análise de regressão múltipla *Stepwise*. As únicas variáveis associadas que contribuíram de maneira significativa para a explicação da performance foram o limiar anaeróbio relativo à massa corporal ($r = -0,52$) associado ao índice de fadiga ($r = 0,43$). Como se pode observar, a inclusão das diversas variáveis (fisiológicas e antropométricas) praticamente não aumentou a capacidade de predição do limiar anaeróbio relativo à massa corporal, mostrando que este índice é realmente o que melhor explica as variações de performance do grupo estudado.

Conclusão

Em suma, os resultados deste estudo demonstram que independente de qualquer efeito de aprendizagem (mudança de tática), a performance de subida no ciclismo *off road* demonstrou boa reprodutibilidade. As variáveis antropométricas associadas à estrutura corporal (IMC e %GC) são importantes para determinar a performance de subida no ciclismo *off road*. Dentre as variáveis fisiológicas, a que demonstrou maior capacidade de predição de performance foi o limiar anaeróbio relativo à massa corporal, reforçando a influência da composição corporal na performance de subida no ciclismo *off road*.

Referências Bibliográficas

1. BAR-OR, O. The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity. *Sport Med* 1987; 4: 381-394
2. CAPUTO, F. *et al.* Comparação de diferentes índices obtidos em testes de campo para predição da performance aeróbia de curta duração no ciclismo. *Rev Bras Ciên Mov* 2001; 9: 13-17
3. COYLE, E.F. *et al.* Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. *Med Sci Sports Exerc* 1991; 23: 93-107
4. DAVISON, R.C.R. *et al.* Correlates of simulated hill climb cycling performance. *J Sports Sci* 2000; 18: 105-110
5. GUEDES D.P. Controle do peso corporal: *Composição corporal, atividade física e nutrição*. Londrina – PR, Midiograf, 1998.
6. HECK, H. *et al.* Justification of the 4mmol/l lactate threshold. *International J Sports Med* 1985; 6 : 117-130
7. Heil D.P. *et al.* Prediction of uphill time-trial bicycling performance in humans with a scaling-derived protocol. *Eur J Appl Physiol* 2001;85: 374-82.
8. HILL, D.W., ROWELL, A.L. Running velocity at VO_{2max} . *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28: 114-9
9. HILL, D.W., WILLIAMS, C.S., BURT, S.E. Responses to exercise at 92% and 100% of the velocity associated with VO_{2max} . *International Journal Sports Med* 1997; 18: 325-329
10. JEUKENDRUP, A.E., MARTIN, J. Improving cycling performance: how should we spend our time and money. *Sports Med* 2001;31: 559-69
11. MacRAE, H.S-H., HISE, K.J., ALLEN, P.J. Effects of front and dual suspension mountain bike systems on uphill cycling performance. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 1276-1280
12. MILLER, F.R., MANFREDI, T.G. Physiological and antropometrical predictors of 15-kilometer time trial performance time. *Res Q Exerc Sport* 1987; 58: 250-254
13. NEIVA, C.M. *et al.* Determination of maximal lactate steady state in cycling track test. *XXVI FIMS World Congress of Sport Medicine*. Orlando - Florida. 1998
14. NEVILL, A.M., RAMSBOTTOM, R., WILLIAMS, C. Scaling physiological measurements for individuals of different body size. *Eur J Appl Physiol* 1992; 65: 110-117
15. PADILLA, S. *et al.* Level ground and uphill cycling ability in professional road cycling. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31: 878-885
16. SCHABORT, E.J. *et al.* A new reliable laboratory test of endurance performance for road cyclists. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 1744-1750
17. SEIFERT, J G. *et al.* The effects of mountain bike suspension systems on energy expenditure, physical exertion, and time trial performance during mountain bicycling. *Int J Sports Med* 1997; 18: 197-200
18. SMITH, J.C., DANGELMAIER, B.S., HILL, D.W. Critical power is related to cycling time trial performance. *Int J Sports Med* 1999; 20 : 374-378
19. SVEDENHAG, J. Maximal and submaximal oxygen uptake during running: how should body mass be accounted for? *Scand J Med Sci Sports*. 1995; 5: 175-180
20. SWAIN, D.P., WILCOX, J.P. Effects of cadence on the economy of uphill cycling. *Med Sci Sports Exerc* 1992; 24: 1123-1127
21. SWAIN, D.P. The influence of body mass in endurance bicycling. *Med Sci Sports Exerc* 1994; 26: 58-63
22. VANDEWALLE, H., PEREZ, G., MONOD, H. Standard anaerobic exercise tests. *Sports Med* 1987; 4: 268-289
23. WELBERGEN, E., CLIJSEN, L.P.V.M. The influence of position on maximal performance in cycling. *Eur J Appl Physiol* 1990; 61: 138-142