


Artigo original
Marcelo Ricardo Cabral Dias^{1,2}André Calil e Silva¹José Marques Novo Júnior³Luiz Alberto Batista^{1,4}Jorge Roberto Perrout de Lima³Jefferson da Silva Novaes^{1,4}

EFEITOS DA CADÊNCIA DE PEDALADA SOBRE A POTÊNCIA MECÂNICA E VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS

EFFECT OF PEDAL CADENCE ON MECHANICAL POWER OUTPUT AND PHYSIOLOGICAL VARIABLES

RESUMO

O objetivo deste estudo foi comparar as respostas das variáveis potência máxima (P_{max}), frequência cardíaca (FC), percepção de esforço (PE), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e duplo produto (DP) na carga máxima atingida e durante os testes de 60 e 90 rpm. A amostra deste estudo constou de 14 homens ($26,5 \pm 3,5$ anos, $78,5 \pm 7,8$ kg e $178,1 \pm 7,0$ cm) praticantes de aulas de ciclismo "indoor", que realizaram dois testes de esforço máximo, segundo o protocolo incremental de Balke. O primeiro teste (*test60*) consistiu de uma cadência de pedalada de 60 rpm até a exaustão voluntária ou o aparecimento de sinais ou sintomas limitantes. Já o segundo teste (*test90*) utilizou a cadência de pedalada de 90 rpm. Não houve diferença significativa da FC_{max} (*test60*: $189,7 \pm 12,0$ bpm; *test90*: $190,9 \pm 10,7$ bpm), PE_{max} (*test60*: $20,0 \pm 0,3$; *test90*: $20,0 \pm 1,0$) e $PAD_{média}$ (*test60*: $76,7 \pm 4,9$ mmHg; *test90*: $79,1 \pm 5,3$ mmHg) entre as cadências testadas. Por outro lado, os valores de P_{max} (*test60*: $344,6 \pm 70,1$ W; *test90*: $285,7 \pm 61,8$ W), PAS_{max} (*test60*: $186,1 \pm 14,7$ mmHg; *test90*: $202,1 \pm 21,5$ mmHg) e DP_{max} (*test60*: $35402,9 \pm 4431,7$; *test90*: $38655,0 \pm 5270,5$) foram diferentes. Em relação ao comportamento das variáveis durante os testes, houve diferença significativa da FC entre os testes até 225 W. Observou-se que tanto na PE, quanto na PAD, não houve diferença significativa em nenhuma potência absoluta. Para PAS e para o DP, houve diferença significativa entre as cadências somente na potência absoluta de 300 W. Com isso, fica claro que realizar testes máximos, mesmo em protocolos que não prescrevam a cadência de pedalada, parece ser indicado pedalar a 60 rpm.

Palavras-chave: Ciclismo; Economia; Eficiência; Potência.

ABSTRACT

The objective of this study was to compare the responses of the variables maximal power output (PO_{max}), heart rate (HR), rating of perceived exertion (RPE), systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP) and double product (DP) in the maximum reached load and during 60 and 90 rev.min⁻¹ tests. The study sample consisted of 14 men (26.5 ± 3.5 years, 78.5 ± 7.8 kg and 178.1 ± 7.0 cm) engaged in indoor cycling classes, who undertook two tests of maximum effort using Balke's incremental protocol. The first test (*test60*) consisted of a pedal cadence of 60 rev.min⁻¹ throughout the test, until voluntary exhaustion or the appearance of signs or symptom limits. The second test (*test90*) was at a pedal cadence of 90 rev.min⁻¹. There were no significant difference between the cadences tested in terms of HR_{max} (*test60*: 189.7 ± 12.0 beats.min⁻¹; *test90*: 190.9 ± 10.7 beats.min⁻¹), RPE_{max} (*test60*: 20.0 ± 0.3 ; *test90*: 20.0 ± 1.0) or DBP_{mean} (*test60*: 76.7 ± 4.9 mmHg; *test90*: 79.1 ± 5.3 mmHg). On the other hand, the values of PO_{max} (*test60*: 344.6 ± 70.1 W; *test90*: 285.7 ± 61.8 W), SBP_{max} (*test60*: 186.1 ± 14.7 mmHg; *test90*: 202.1 ± 21.5 mmHg) and DP_{max} (*test60*: 35402.9 ± 4431.7 ; *test90*: 38655.0 ± 5270.5) were different. In relation to the behavior of the variables during the tests, there were significant difference in HR between the tests up to a level of 225 W. It was observed that neither RPE or DBP indicated significant difference in absolute power. There were only differences in SBP and DP between the cadences at 300 W absolute power. With this, it is clear that to carry out maximum tests, even in protocols that do not prescribe the pedal cadence, it appears that a 60 rev.min⁻¹ pedalling speed is indicated.

Key words: Bycycling; Economics; Efficiency; Potency.

1 Programa de Pós-Graduação Stricto-Sensu em Ciência da Motricidade Humana da Universidade Castelo Branco, RJ.

2 Faculdade Metodista Granbery, Juiz de Fora, MG.

3 Laboratório de Avaliação Motora da Universidade Federal de Juiz de Fora, MG

4 Universidade Estadual do Rio de Janeiro, RJ.

INTRODUÇÃO

A intensidade do exercício no cicloergômetro é determinada pela potência mecânica resultante dos fatores: velocidade da roda (cadência de pedalada x deslocamento da roda) e carga resistiva. Esta carga é estabelecida pela frenagem imposta pelo atrito na roda de deslocamento do cicloergômetro¹. Na prática do ciclismo de rua ou em academias, a alteração da cadência de pedalada é a estratégia mais utilizada para induzir variação de intensidade de esforço². A verificação dos efeitos do esforço, para o controle da intensidade do exercício durante o desenvolvimento dos programas de treinamento, é feita através do acompanhamento da variação dos valores de frequência cardíaca (FC) ou pela percepção de esforço (PE) manifestada pelos praticantes³.

Deste modo, a cadência de pedalada é um dos fatores relevantes na estruturação de um treino de ciclismo, podendo apresentar grande variação de andamento. No decorrer da exercitação, a conduta motora é realizada com giros mais lentos em um determinado intervalo de tempo e com giros mais rápidos em outros, caracterizando uma evidente flutuação dos valores daquela variável. Estudos mostraram que trabalhar em diferentes cadências altera a eficiência da pedalada^{2,4-7}. A cadência mais econômica ou de menor gasto energético em ciclistas é a de 50-60 rpm^{2,5,8,9}, esta faixa de cadência reproduz a melhor eficiência bruta, ou seja, um menor gasto energético total para uma determinada potência¹⁰. Já a cadência preferida pela maioria dos ciclistas é a de 85-95 rpm^{2,5}, a qual, geralmente, é a de maior eficiência delta, que representa um melhor valor de razão entre variação do gasto energético e variação da potência gerada¹¹. Não obstante, o fato de terem sido realizados vários estudos sobre cadência de pedalada, questões relativas aos valores ideais desta variável, sendo mais econômicas e confortáveis, continuam em aberto, merecendo a atenção dos pesquisadores do setor^{5,12,13}.

Em diferentes etapas dentro de uma sessão de treinamento de ciclismo, como aquecimento, recuperação, treino de base e volta à calma, pedala-se em cadências mais altas, acima de 90 rpm. Segundo Adans¹⁴, os protocolos de testes máximos em cicloergômetro propõem o emprego da cadência de pedalada entre 50 e 60 rpm. Entretanto, a literatura não deixa claro se os indivíduos que treinam e preferem pedalar em altas cadências atingem o mesmo resultado, em termos de potência mecânica máxima (P_{max}), quando são testados em baixas cadências, 50-60 rpm. Para além disto, ao que parece, pouco se conhece, sobre as respostas da pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e duplo produto (DP) durante testes em cicloergômetro. Desse modo, o objetivo deste estudo foi comparar as respostas das variáveis P_{max} , FC, PE, PAS, PAD e DP na carga máxima atingida e durante os testes de 60 e 90 rpm.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Sujeitos: A amostra deste estudo contou com 14 indivíduos do gênero masculino ($26,5 \pm 3,5$ anos, $78,5 \pm 7,8$ kg e $178,1 \pm 7,0$ cm), praticantes de aulas de ciclismo "indoor" com, pelo menos, 6 meses de experiência em academia de ginástica na cidade de Juiz de Fora (MG). Em atendimento a resolução nº. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, este estudo foi aprovado em 26/10/2005, pelo Comitê de Ética da UCB/RJ. Todos os participantes foram voluntários e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Foram excluídos da amostra os indivíduos fumantes e que utilizavam qualquer tipo de medicamentos e suplementos alimentares.

Procedimentos experimentais: Cada indivíduo realizou, em ordem alternada, dois testes incrementais, um a 60 e outro a 90 rpm, em um cicloergômetro de frenagem mecânica, modelo Biotec 2100, com carga pendular da marca CEFISE® (Brasil). Os testes foram realizados no período da manhã, em dois dias diferentes, no Laboratório de Fisiologia do Exercício e Avaliação Morfo-Funcional da Faculdade Metodista Granbery, em Juiz de Fora (MG). O intervalo entre os testes foi de 7 dias. Os indivíduos foram orientados a fazer a última ingestão de alimentos 3 horas antes do teste e estar hidratados no momento de realização do mesmo. Também lhes foi pedido que não praticassem qualquer atividade física significativa nas 24 horas que antecederam à testagem.

A primeira visita ao laboratório foi dividida em 2 etapas: (1ª) Preenchimento da ficha cadastral, na qual o indivíduo respondeu à anamnese; realização da avaliação morfo-funcional (estatura, massa corporal e composição corporal) e resposta ao questionário PAR-Q simples; (2ª) Realização do primeiro teste. O retorno ao laboratório consistiu na realização do segundo teste.

Teste incremental: Ambos os testes foram realizados em esforço máximo, segundo o protocolo incremental de Balke, no qual a carga inicial equivalia a 50 W com incrementos de 25 W, a cada estágio de 2 minutos, até a exaustão. O primeiro teste (*test60*) consistiu na aplicação do protocolo a uma cadência de pedalada de 60 rpm, durante todo o teste, até a exaustão voluntária ou o aparecimento de sinais ou sintomas limitantes. Já o segundo teste (*test90*) do mesmo protocolo utilizou a cadência de pedalada de 90 rpm. A cadência de pedalada e a potência foram analisadas através do programa *Ergometric 6.0* da CEFISE® (Brasil), conectado à bicicleta. O cálculo de conversão do peso (kgf.m) imposto sobre a roda em potência (watts) foi realizado pelo programa através da fórmula: $watts = kgf.m \times rpm \times 0,98$ (constante referente à circunferência da roda).

A FC, PA e a PE foram registradas ao final de cada estágio concluído. Como P_{max} foi considerado o último estágio completo. A FC foi aferida através do

monitor de FC AXN500 da Polar® (Finlândia), para a PA considerou-se como valor sistólico a primeira fase do som de Korotkoff e como valor diastólico a quarta fase obtida por meio do esfigmomanômetro aneróide e estetoscópio (Kole®). A mensuração foi realizada sempre no membro superior esquerdo, por um profissional treinado para aferição. O DP foi obtido pelo produto da FC pela PAS de cada estágio. Já a PE foi obtida através da "Escala de Borg" com classificação de 6 a 20, fixada próximo ao cicloergômetro.

Limitações do estudo. A primeira observação diz respeito à medida da PA através do método auscultatório. Segundo Leite e Farinatti¹⁵, uma das críticas óbvias que surge é a possibilidade de se ter subestimado os valores de pressão. Entretanto, como nosso objetivo foi comparar os valores entre duas amostras pareadas, os resultados não sofreriam influência desta limitação, além da aferição ter sido realizada por um profissional experiente. Outra observação é sobre o controle da temperatura do laboratório, segundo o Conselho Nacional de Ergometria a temperatura ideal para testes em laboratórios é de 22°C. A realização de todos os testes foi no período da manhã com temperatura variando entre 20 e 24°C.

Tratamento estatístico. Foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade das variáveis dependentes. Para a análise da diferença das variáveis cujas curvas se apresentaram normais (FC, PAS, PAD e DP), utilizou-se o Test "t" de Student pareado para a média das medidas máximas dos testes, e a Análise de Variância com dois fatores para medidas repetidas, seguida do Teste Post Hoc de Tukey para as variáveis medidas durante o teste. Já para as variáveis que não apresentaram distribuição normal (P_{max} e PE), foi utilizada a estatística não-paramétrica com o teste de Wilcoxon para a comparação das variáveis máximas e o comportamento durante os testes. Foi considerado o nível de significância de $p < 0,05$. Os dados foram tratados no software STATISTICA 6.0 da StatSoft, Inc. (1984-2001).

RESULTADOS

Os valores de P_{max} , FC_{max} , PE_{max} , PAS_{max} , $PAD_{média}$ e DP_{max} estão expressos na tabela 1. Não houve diferença significativa da FC_{max} , PE_{max} e $PAD_{média}$ entre as cadências testadas. Somente o valor de P_{max} foi maior no test60, já a PAS_{max} e DP_{max} foram maiores no test90.

Os valores durante os testes das variáveis FC,

Tabela 1. Valores máximos alcançados da potência (P_{max}), frequência cardíaca (FC_{max}), percepção de esforço (PE_{max}), pressão arterial sistólica (PAS_{max}) e diastólica ($PAD_{média}$) e duplo produto (DP_{max}) no test60 e no test90.

	P_{max} (watts)	FC_{max} (bpm)	PE_{max} (Borg 6-20)	PAS_{max} (mmHg)	$PAD_{média}$ (mmHg)	DP_{max} (FC x PAS)
test60	344,6 ± 70,1*	189,7 ± 12,0	20,0 ± 0,3	186,1 ± 14,7*	76,7 ± 4,9	35402,9 ± 4431,7*
test90	285,7 ± 61,8	190,9 ± 10,7	20,0 ± 1,0	202,1 ± 21,5	79,1 ± 5,3	38655,0 ± 5270,5

* diferença significativa em relação ao test90 ($p < 0,05$). Os resultados apresentados estão em média e desvio padrão.

PE, PAS, PAD e DP em função das potências absolutas (durante o teste), são mostrados nos gráficos das figuras 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente. As diferenças entre cada carga dos testes foram analisadas até 300 W. Após esta carga, os dados obtidos eram insuficientes para termos resultados relevantes. Em relação ao comportamento da FC durante os incrementos dos testes, houve diferença significativa entre os testes até 225 W (figura 1). Observou-se que tanto na PE (figura 2), quanto na PAD (figura 4), não houve diferença significativa em nenhuma potência absoluta. Já para a PAS (figura 3), assim como para a DP (figura 5), houve diferença significativa entre as cadências somente na potência absoluta de 300 W.

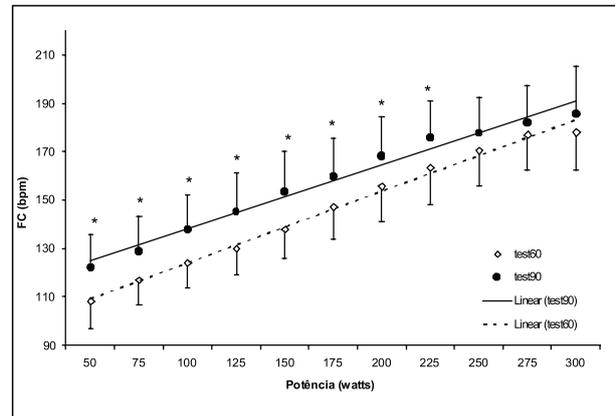


Figura 1: Valores médios da frequência cardíaca (FC) em função da potência absoluta obtida durante o test60 e test90. * diferença significativa entre os testes ($p < 0,05$).

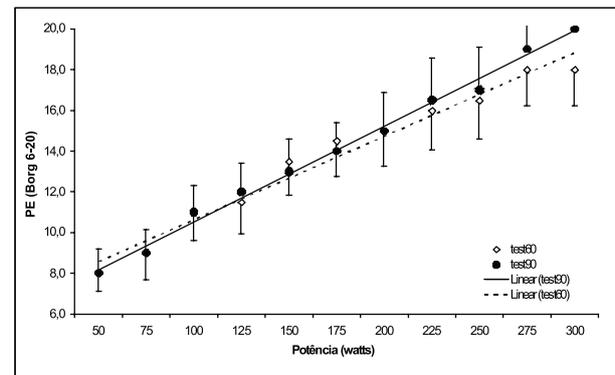


Figura 2: Valores da mediana da percepção de esforço (PE) em função da potência absoluta obtida durante o test60 e test90.

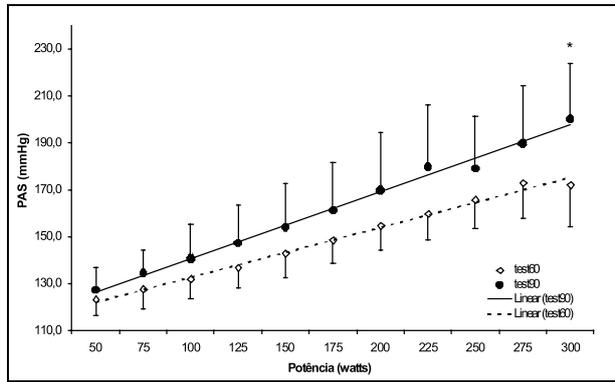


Figura 3: Valores médios da pressão arterial sistólica (PAS) em função da potência absoluta obtida durante o test60 e test90. * diferença significativa entre os testes ($p < 0,05$).

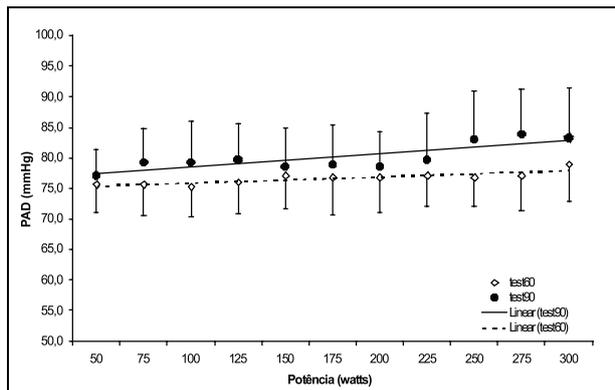


Figura 4: Valores médios da pressão arterial diastólica (PAD) em função da potência absoluta obtida durante o test60 e test90.

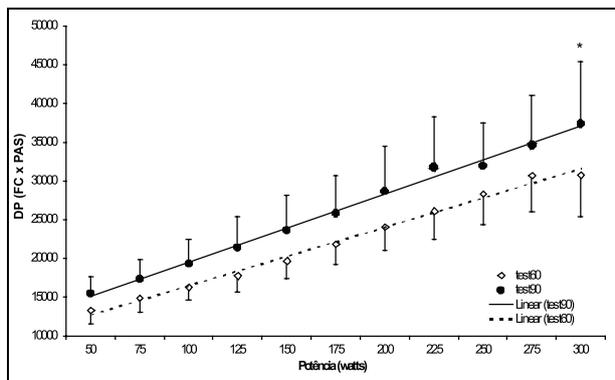


Figura 5: Valores médios do duplo produto (DP) em função da potência absoluta obtida durante o test60 e test90. * diferença significativa entre os testes ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

Os principais fatores que levam pesquisadores a analisarem a eficiência de pedalada são referentes aos efeitos da alta e baixa cadência de pedalada na P_{max} e variáveis fisiológicas. Ainda hoje, há um predomínio de estudos que buscam a identificação da cadência de pedalada

ideal que leve a uma maior economia e conforto^{2,5,8,11,12}.

Para avaliar a capacidade física de indivíduos treinados e destreinados, são utilizados inúmeros protocolos validados, sendo o de Balke um dos mais utilizados em cicloergômetro. Assim, como a maioria dos protocolos que levam à exaustão em cicloergômetro, este determina pedalar a uma cadência de 50-60 rpm durante todo o teste. Para a realização do presente estudo, foram utilizados dois testes incrementais progressivos, segundo o protocolo de Balke, um a uma cadência de 60 rpm e outro a de 90 rpm. Entretanto, utilizamos a cadência de pedalada constante, aumentando a carga resistiva até atingir a exaustão. Este mesmo procedimento foi utilizado nos estudos de Denadai *et al.*¹⁶, Nickleberry e Brooks⁶ e Sidossis *et al.*⁷. Belli e Hintzy⁴, Coast *et al.*⁵, Lucia *et al.*⁸ e Marsh *et al.*² adequaram protocolos para a realização de seus estudos. Estes testes aumentavam a potência mecânica pelo aumento da cadência de pedalada.

A diferença significativa de P_{max} encontrada entre o test60 e o test90, no presente estudo, mostrou que, quando se pedala a 60 rpm, uma maior P_{max} é atingida. Mesmo que girar a 90 rpm seja a preferência da maioria dos indivíduos, tal cadência leva a exaustão mais rapidamente quando comparados com a 60 rpm. Estes dados corroboram os achados de Denadai *et al.*¹⁶ que compararam as cadências de 50 e 100 rpm. Tais resultados parecem acompanhar os obtidos nos estudos de Coast *et al.*⁵, Lucia *et al.*⁸, Marsh *et al.*² e Padilla *et al.*⁹ que indicam que as baixas cadências de pedalada (50-60 rpm) são mais econômicas e eficientes que as altas (> 90 rpm). Isto porque a energia é dispendida para gerar maior potência e manter a duração da contração muscular. O aumento da cadência de pedalada diminui a eficiência bruta¹², pois a energia é perdida para superar a resistência interna do músculo. Apesar disso, ciclistas não estão interessados em otimizar a cadência de pedalada e torná-la mais econômica e eficiente⁸.

Os resultados deste estudo corroboram os achados de Rowell e O'Leary¹⁷, os quais mostram que a FC acompanha o aumento da cadência de pedalada. O comportamento da FC foi significativamente diferente entre os dois testes aplicados, durante a realização até 225 W. Após este estágio, a FC se comportou de maneira semelhante nas duas situações, isto sugere que, à medida que aumentamos a carga, a diferença entre a FC, resultante do uso de cada tipo de cadência, tende a diminuir, o que pode ocorrer devido à proximidade da exaustão. Utilizando outro protocolo, Gotshall *et al.*¹⁸ mostraram que com a potência mecânica constante em aproximadamente 200 W, a FC se eleva com o aumento da cadência de 60 para 110 rpm, em exercício submáximo. Este aumento deve-se à frequência da contração utilizada nos movimentos mais rápidos. Já em relação à FC_{max} alcançada, não foram encontradas diferenças entre os testes devido ao protocolo ser de caráter máximo. Logo, na FC_{max} que é uma variável dependente do esforço, os resultados alcançados em ambos os testes atingiram o máximo, ou seja, quanto maior a potência absoluta realizada na bicicleta, menor

é a influência da cadência sobre a FC¹⁶.

O comportamento da PE, diferente da FC, apresentou a mesma curva durante ambos os testes, sem diferenças significativas. Logo, a PE como um indicativo válido de intensidade^{19,20} não parece ser um parâmetro ideal para mensurar as diferenças entre as cadências estudadas. Takaishi *et al.*²¹ observaram que pedalar com altas cargas resistivas e baixa cadência pode levar à fadiga muscular, quando comparado às cadências preferidas. Vecruyssen *et al.*¹³, em um estudo com triatletas, mostraram que para diminuir os índices de fadiga muscular deve-se aumentar a cadência de pedalada. Com isso, segundo Denadai *et al.*¹⁶, há uma alteração da utilização das fibras musculares para as mais resistentes à fadiga, fato que parece acontecer com as cadências preferidas, mesmo que mais altas. Por isso, a fim de reduzir a fadiga muscular, grande parte dos ciclistas de rua e de ambiente "indoor" preferem pedalar em altas cadências. Em cicloergômetro, as respostas da PE parecem ser mais afetadas pelo esforço periférico do que pelo central. Garcin *et al.*²² verificaram que a PE, no ciclismo, é mais eficiente para estímulos musculares (componente periférico) do que para a dificuldade de respiração (componente central). Em nosso estudo, não se solicitou que os avaliados discriminassem sua PE, tendo em conta sua relação com mecanismos de indução centrais ou periféricos. Neste caso, pode-se especular, com base nos achados, que a percepção periférica tenha influenciado nos resultados desta pesquisa.

Em relação à PAD, os resultados foram expressos pela média por ser uma variável que se manteve inalterada para cada teste. Não foram encontradas diferenças significativas nas variáveis máximas e submáximas. Segundo Monteiro e Filho²³, a vasodilatação no músculo esquelético diminui a resistência periférica ao fluxo sanguíneo e a vasoconstrição concomitante, que ocorre em tecidos não exercitados, induzida simpaticamente, compensa a vasodilatação nos tecidos ativos. Fator que parece ocorrer em ambas as cadências de pedalada.

O aumento da PA é um fator de risco para diversas doenças, tanto cardíacas quanto vasculares²⁴. Muito embora a observação isolada dessa variável não seja suficiente para garantir um nível significativo de segurança, a associação entre FC e PAS pode fornecer dados que se correlacionam com o consumo de oxigênio pelo miocárdio²⁵.

Em nosso estudo, a PAS_{max} e o DP_{max} alcançados foram significativamente diferentes entre as cadências. Ambas as variáveis foram maiores no *test90* em que se pedalava com rotações mais elevadas. As diferenças entre as respostas, tanto da PAS quanto do DP, tendem a aumentar com cargas maiores. Tal resultado demonstra que a PAS eleva-se com o aumento da cadência de pedalada. Confirmando este achado, Monteiro e Filho²³, em um estudo de revisão, mostraram que a PAS aumenta diretamente na proporção do aumento do débito cardíaco. Já o DP_{max} parece ter sido influenciado pela PAS_{max}, pois a FC_{max} não apresentou diferença. Devido à escassez de investigações que

relacionam as variáveis pressóricas com a cadência no ciclismo, voltamo-nos para estudos que analisaram o DP em diferentes posições de exercício. Simão *et al.*²⁶ constataram que o DP_{max} para membros inferiores foi diferente em diversas posições de exercício. Já Miranda *et al.*²⁵ não encontraram diferenças nestas variáveis. Logo, dependendo da posição do corpo para a pedalada, diferentes respostas pressóricas irão acontecer. Podemos inferir, a partir destes dados, que giros mais altos podem elevar a sobrecarga do miocárdio, fator importante a ser considerado na prescrição de treinamentos para grupos diversificados, como hipertensos e cardiopatas, por exemplo.

CONCLUSÃO

Quando comparadas às cadências de 60 e 90 rpm em relação à P_{max}, verifica-se que girar com um aumento progressivo da carga a 90 rpm leva o indivíduo a atingir a P_{max} menor que a 60 rpm. A FC_{max}, PE_{max} e PAD_{média} foram iguais nas duas cadências. A PAS_{max} e o DP_{max} mostraram ser maiores quando se pedalava a 90 rpm.

As respostas submáximas da FC foram diferentes durante o teste até 225 W. As outras variáveis não foram diferentes durante ambos os testes, sendo que a PAS e o DP tendem a aumentar a 90 rpm.

Com isso, fica claro que, ao realizar testes máximos, mesmo em protocolos que não indiquem uma cadência de pedalada, parece ser indicado pedalar a 60 rpm. Recomenda-se a continuação do estudo com medida do consumo de oxigênio para a clareza das respostas em relação ao gasto energético e, ainda, melhores esclarecimentos sobre a influência da PA e DP sobre a cadência de pedalada no ciclismo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Von Döbeln W. A Simple Bicycle Ergometer. *J Appl physiol* 1954;7(2):222-224.
2. Marsh AP, Martin PE, Foley KO. Effect of cadence, cycling experience, and aerobic power on delta efficiency during cycling. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(9):1630-1634.
3. Gilman MB, Wells CL. The use of heart rates to monitor exercise intensity in relation to metabolic variables. *Int J Sports Med* 1993;14(6):339-344.
4. Belli A, Hintzy F. Influence of pedalling rate on the energy cost of cycling in humans. *Eur J Appl Physiol* 2002;88(1-2):158-162.
5. Coast JR, Cox RH, Welch HG. Optimal pedaling rate in prolonged bouts of cycle ergometry. *Med Sci Sports Exerc* 1986;8(2):225-230.
6. Nickleberry BLJ, Brooks GA. No effect of cycling experience on leg cycle ergometer efficiency. *Med Sci Sports Exerc* 1996;28(11):1396-1401.
7. Sidossis LS, Horowitz JF, Coyle EF. Load and velocity of contraction influence gross and mechanical efficiency. *Int J Sports Med* 1992;13(5):407-411.
8. Lucia A, Juan AFS, Montilla M, Canete S, Santalla A, Earnest C, Pérez M. In Professional Road Cyclists, low Pedaling Cadences are Less Efficient. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(6):1048-1054.

769. Padilla S, Mujika I, Orbañanos J, Santisteban J, Ângulo F, Goirienea JJ. Exercise Intensity and Load during Mass-Start Stage Races in Professional Road Cycling. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(5):796-802.
10. Denadai BS, Ruas VDA, Figueira TR. Maximal lactate steady state concentration independent of pedal cadence in active individuals. *Eur J Appl Physiol* 2005a;96(4):477-480.
11. Chavarren J, Calbet J. Cycling efficiency and pedaling frequency in road cyclists. *Eur J Appl Physiol* 1999;80(6):555-63.
12. Pierre S, Nicolas H, Frédérique H. Interactions between cadence and power output effects on mechanical efficiency during sub maximal cycling exercises. *Eur J Appl Physiol* 2006;97(1):133-139.
13. Vecruyssen F, Suriano R, Bishop D, Hausswirth C, Brisswalter J. Cadence selection affects metabolic responses during cycling and subsequent running time to fatigue. *Br J Sports Med* 2005;39(5):267-272.
14. Adans GM. *Exercise Physiology: Laboratory manual*. 3ª ed. McGraw-Hill: Columbus; 1998.
15. Leite T, Farinatti P. Estudo da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto em exercícios resistidos diversos para grupamentos musculares semelhantes. *Rev Bras Fisiol Exerc* 2003;2(1):68-88.
16. Denadai BS, Ruas VDA, Figueira TR. Efeito da cadência de pedalada sobre as respostas metabólica e cardiovascular durante o exercício incremental e de carga constante em indivíduos ativos. *Rev Bras Med Esp* 2005b;11(5):286-290.
17. Rowell LB, O'leary DS. Reflex control of the circulation during exercise: Chemoreflexes and mechanoreflexes. *J Appl Physiol* 1990;69(2):401-418.
18. Gotshall RW, Bauer TA, Fahrner SL. Cycling cadence alters exercise hemodynamics. *Int J Sports Med* 1996;17(1):17-21.
19. Kang J, Chaloupka EC, Mastrangelo MA, Donnelly MS, Martz WP, Robertson RJ. Regulating exercise intensity using ratings of perceived exertion during arm and leg ergometry. *Eur J Appl Physiol* 1998;78(3):241-246.
20. Lagally KM, McCaw ST, Young GT, Medema HC, Thomas DQ. Ratings of perceived exertion and muscle activity during the bench press exercise in recreacional and novice lifters. *J Streght Cond Res* 2004;18(2):359-364.
21. Takaishi T, Yamasoto T, Ono T, Ito T, Moritani T. Neuromuscular, metabolic, and kinetis adaptations for skilled pedalling performance in cyclists. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30(3):442-449.
22. Garcin M, Vautier JF, Vandewalle H, Wolff M, Monod H. Ratings of perceived exertion (RPE) during cycling exercises at constant power output. *Ergonomics* 1998;41(10):1500-1509.
23. Monteiro MF, Filho DCS. Exercício físico e o controle da pressão arterial. *Rev Bras Med Esp* 2004;10(6):513-516.
24. Mediano MFF, Paravidino V, Simão R, Pontes FL, Polito MD. Comportamento subagudo da pressão arterial após o treinamento de força em hipertensos controlados. *Rev Bras Med Esp* 2005;11(6):337-340.
25. Miranda H, Simão R, Lemos A, Dantas B, Baptista LA, Novaes JS. Análise da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto em diferentes posições corporais nos exercícios resistidos. *Rev Bras Med Esp* 2005;11(5):295-298.
26. Simão R, Polito MD, Lemos A. Duplo-produto em exercícios contra-resistidos. *Fitness Perform J* 2003;2(5):279-84.

Endereço para correspondência

Marcelo Ricardo Cabral Dias
Rua Mal. Floriano Peixoto, 937 apto. 402 – Centro
CEP: 36015-440 - Juiz de Fora, Minas Gerais (Brasil)
E-mail: diasmr@gmail.com

Recebido em 02/12/06
Revisado em 07/02/07
Aprovado em 11/04/07