



Teste de Conconi adaptado para bicicleta aquática

Jonas Neves Martins¹, Mauricio Gattás Bara Filho¹, Vitor Pereira Costa² e Jorge Roberto Perrout de Lima¹

RESUMO

A prática regular de exercícios físicos tem sido considerada um dos mecanismos que auxiliam a melhoria de padrões da saúde e de qualidade de vida. Em consequência do crescimento da procura por academias de ginástica, as atividades físicas no meio líquido, com destaque para a bicicleta aquática, têm aumentado nos últimos anos. No entanto, há ainda carência de métodos para a avaliação e prescrição do treinamento aeróbio neste tipo de equipamento. O objetivo deste estudo foi propor uma adaptação do teste de Conconi *et al.* (1982) para bicicleta aquática. Foram testados 27 participantes (24 ± 6 anos, 171 ± 8 cm, 66 ± 12 kg) 15 do sexo masculino e 12 do feminino. Os participantes foram submetidos a um teste progressivo, realizado em bicicleta aquática, com carga inicial de 50RPM e incremento de 3RPM a cada minuto, até a exaustão. A FC foi registrada durante todo o teste. Para análise dos dados, foi utilizada estatística descritiva e o teste "t" de Student ($P < 0,05$) para comparação entre os sexos. O ponto de deflexão da FC (PDFC) foi identificado em 85% dos sujeitos. Não houve diferença significativa na $FC_{\text{máx}}$ (181 ± 12 e 181 ± 10 BPM), PDFC (162 ± 10 e 172 ± 9 BPM) e no $\%PDFC_{\text{rpm}}$ (91 ± 4 e 90 ± 3 $\%RPM_{\text{máx}}$) entre os sexos masculino e feminino respectivamente. Por outro lado, $RPM_{\text{máx}}$ (81 ± 6 e 72 ± 5 RPM), $\%PDFC$ (90 ± 5 e 93 ± 3 $\%FC_{\text{máx}}$) e $PDFC_{\text{rpm}}$ (74 ± 6 e 66 ± 4 RPM) foram significativamente diferentes. Assim, conclui-se que o teste de Conconi pode ser realizado em bicicleta aquática.

ABSTRACT

Conconi test adapted to aquatic bicycle

Physical exercise has been considered one of the mechanisms that improve health and quality of life. As a consequence of the enhanced demand for fitness centers, physical activities in liquid environment, especially aquatic cycling, have increased in the last years. However, methods of assessment and prescription of aerobic training in these equipments are still scarce. The objective of this study was to propose an adapted test of Conconi *et al.* (1982) to aquatic bicycle. 27 participants (24 ± 6 years, 171 ± 8 cm, 66 ± 12 kg), 15 male and 12 female, were assessed. The participants have been submitted to a graded test in aquatic bicycle, with initial load of 50 RPM and increments of 3 RPM each minute, until exhaustion. HR was registered during the entire test. For data analysis, descriptive statistics were used as well as Student "t" test for comparison between genders. HRDP was identified in 85% of the subjects. There were not significant differences in HR_{max} (181 ± 12 and 181 ± 10 BPM), HRDP (162 ± 10 and 172 ± 9 BPM) and $\%HRDP_{\text{rpm}}$ (91 ± 4 and 90 ± 3 $\%RPM_{\text{max}}$) between males and

Palavras-chave: Treinamento aeróbio. Cicloergômetro. Frequência cardíaca.

Keywords: Aerobic training. Cicloergometer. Heart rate.

females, respectively. On the other hand, RPM_{max} (81 ± 6 and 72 ± 5 RPM), $\%HRDP$ (90 ± 5 and 93 ± 3 $\%HR_{\text{max}}$) and $HRDP_{\text{rpm}}$ (74 ± 6 and 66 ± 4 RPM) were significantly different. In conclusion, the adapted Conconi test can be performed in aquatic bicycle.

INTRODUÇÃO

A prática regular de exercícios físicos é um dos fatores que auxiliam na melhoria da saúde e da qualidade de vida. Seus benefícios englobam tanto fatores fisiológicos (melhoria do condicionamento cardiorrespiratório) e psicológicos (melhoria da auto-estima), quanto sociais (melhoria das relações interpessoais)⁽¹⁻⁵⁾. A busca por tais resultados tem motivado o crescimento do número de atividades oferecidas pelas academias de ginástica. Acredita-se que países como Brasil, Estados Unidos e Austrália sejam líderes mundiais na quantidade de estabelecimentos, no número de praticantes e no lançamento de novas modalidades de exercícios criados para atender às necessidades específicas de seus clientes.

A hidrogenástica foi criada para proporcionar uma atividade que fosse intensa o suficiente para provocar adaptações fisiológicas, sobretudo no sistema cardiovascular, e que, ao mesmo tempo, impusesse baixo nível de impacto mecânico sobre as articulações, preservando, desta maneira, o aparelho locomotor. Em decorrência de seu sucesso, outras atividades, originalmente desenvolvidas em outros ambientes, também foram adaptadas para a água. De forma que, para equipamentos normalmente usados em terra, como esteiras, trampolins e bicicletas, foram desenvolvidas versões aquáticas. No entanto, pela dificuldade operacional em se medir a intensidade do exercício realizado em ambiente aquático e talvez pelo fato de ser relativamente recente a tendência de se adaptar equipamentos tradicionais para o meio líquido, ainda há carência de procedimentos para a prescrição e controle da carga de atividades aquáticas que sejam aplicáveis ao cotidiano das academias de ginástica, particularmente para atividades aeróbias desenvolvidas em bicicleta aquática.

Na tentativa de apresentar um método simples para identificação do limiar anaeróbio (Lan), Conconi *et al.*⁽⁶⁾, apresentaram um protocolo contínuo de corrida com velocidade crescente em que a frequência cardíaca (FC), representada em eixos cartesianos, apresentava uma fase inicial linear seguida de uma segunda fase curvilínea. Os autores verificaram que o ponto de transição entre estas fases, denominado ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC), correspondia ao Lan. A partir de sua publicação, o teste de Conconi foi aplicado com sucesso a diferentes atividades como: natação, canoagem, esqui, ciclismo, patinação, remo e marcha atlética⁽⁷⁻⁸⁾.

No cicloergômetro convencional, a potência desenvolvida é o produto da velocidade (circunferência x rotação da roda) pela carga resistiva aplicada sobre a roda. Já na bicicleta aquática, como a resistência é imposta pela resistência da água, a manipulação da carga de trabalho se dá por alterações na rotação do pedal (RPM). Uma vez que a resistência da água é proporcional à velocidade da roda (na bicicleta aquática, constituída de pás), o aumento da RPM

1. Laboratório de Avaliação Motora, Faculdade de Educação Física e Desportos, Universidade Federal de Juiz de Fora.

2. Laboratório de Pesquisa Morfofuncional, Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis.

Aceito em 14/6/07.

Endereço para correspondência: Jonas Almeida Neves Martins, Rua Oscar Vidal, 569/502 – 362016-290 – Juiz de Fora – MG.
E-mail: jonasneves@hidrocycle.com.br

provoca tanto o aumento da velocidade da roda, quanto da resistência aplicada sobre ela. Martins e Lima⁽⁹⁾ utilizaram protocolo com incrementos de 10RPM, a cada 2 min. e observaram que a curva de FC, após uma fase inicial relativamente linear com aumentos de aproximadamente 23BPM a cada estágio, apresentava, em cargas mais elevadas, tendência a comportamento curvilíneo semelhante ao proposto por Conconi *et al.*⁽⁶⁾.

Os achados de Martins e Lima⁽⁹⁾, que observaram em bicicleta aquática um comportamento não linear da FC, apontam para a possibilidade de identificação do PDFC neste tipo de ergômetro, como proposto por Conconi *et al.*⁽⁶⁾. Considerando a necessidade de se buscar um método de prescrição de exercício aeróbio simples, que possa ser aplicado em situações práticas, o objetivo deste estudo foi adaptar o teste de Conconi *et al.*⁽⁶⁾ para identificação do PDFC em bicicleta aquática.

METODOLOGIA

Sujeitos – Foram avaliados 27 sujeitos (24 ± 6 anos, 171 ± 8cm, 66 ± 12kg), 15 do sexo masculino e 12 do sexo feminino. Todos os indivíduos assinaram termo de consentimento para estudos envolvendo humanos. Após serem feitas as medidas de peso e estatura, todos os participantes foram submetidos ao teste progressivo, realizado em uma piscina com profundidade mínima de 1,2m e temperatura da água variando entre 25 a 28°C.

Bicicleta aquática – O teste foi realizado em uma bicicleta aquática da marca *Hidrocycle*[®]. O modelo utilizado dispunha de regulagem de altura do quadro em relação ao fundo da piscina, de forma que foi possível a todos os indivíduos realizar o teste com a linha d'água na altura da cicatriz umbilical.

Estudo piloto – No estudo de Martins e Lima⁽⁹⁾, com incremento de 10RPM a cada 2 min., observaram-se aumentos da FC de aproximadamente 23BPM. Conconi *et al.*⁽¹⁰⁾ sugerem que, para identificação do PDFC, os aumentos da FC não sejam superiores a 8BPM. Como primeira tentativa para diminuir os incrementos da FC, realizou-se, em estudo piloto, protocolo com incrementos de 5RPM a cada min., o que não foi suficiente – os incrementos da FC foram, em média, superiores a 10BPM. Sugerindo que os incrementos deveriam ser menores que 5RPM.

Protocolo de teste – Antes de iniciar o teste, foi realizado alongamento padronizado que consistia de exercícios para membros inferiores durante 5 min. Em seguida, realizava-se aquecimento específico de 5 min. pedalando a 45RPM, seguido de intervalo de 2 min. de recuperação passiva. O protocolo consistiu de carga inicial de 50RPM e incremento de 3RPM, a cada min., até a exaustão. A cadência de pedalada era marcada por metrônomo marca *Quick Time*[®].

Monitoração da FC – A FC foi registrada continuamente por monitor da marca *Polar*[®] modelo S810. Os valores registrados ao final de cada estágio foram utilizados para construção das curvas FC x RPM.

Identificação do PDFC – A partir das curvas FC x RPM, foram elaborados gráficos de dispersão no programa *Excel*[®]. O PDFC foi identificado por inspeção visual, por dois avaliadores independentes.

Tratamento estatístico – Foi utilizada estatística descritiva com valores expressos em forma de média e desvio-padrão e, para a comparação entre sexos, foi utilizado o teste "t" de Student para amostras independentes (P < 0,05).

RESULTADOS

Todos os sujeitos foram capazes de concluir o teste de forma satisfatória, alcançando a FC_{máx} de 181 ± 12BPM, na carga máxima de 81 ± 6RPM para os homens e 181 ± 10BPM, na carga de 72 ± 5RPM para as mulheres. Observou-se diferença significativa entre homens e mulheres apenas na RPM máxima (tabela 1). A

curva média de FC x RPM apresentou tendência a comportamento curvilíneo nas cargas mais elevadas. Nas curvas individuais, tal tendência não foi observada em apenas 15% dos sujeitos (figuras 1 e 2).

TABELA 1
Variáveis identificadas no teste progressivo

	Homens		Mulheres	
	Média	DP	Média	DP
FC _{máx} (bpm)	181	12	181	10
RPM _{máx}	81*	6	72	5
PDFC (bpm)	162	10	172	9
PDFC (rpm)	74*	6	66	4
PDFC (% FC _{máx})	90*	5	93	3
PDFC (%RPM _{máx})	91	4	90	3

* Diferença significativa entre homens e mulheres (p < 0,05).

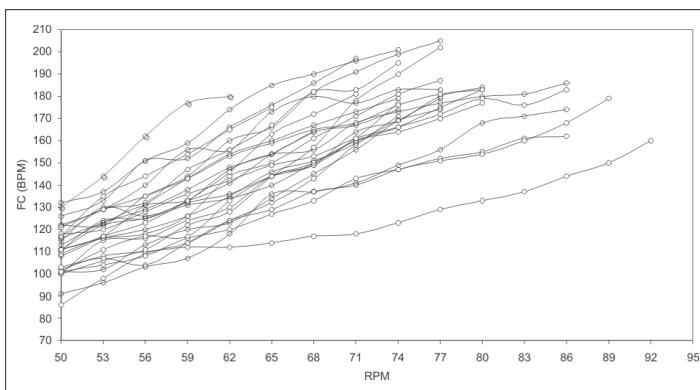


Figura 1 – Curvas individuais de frequência cardíaca no teste progressivo

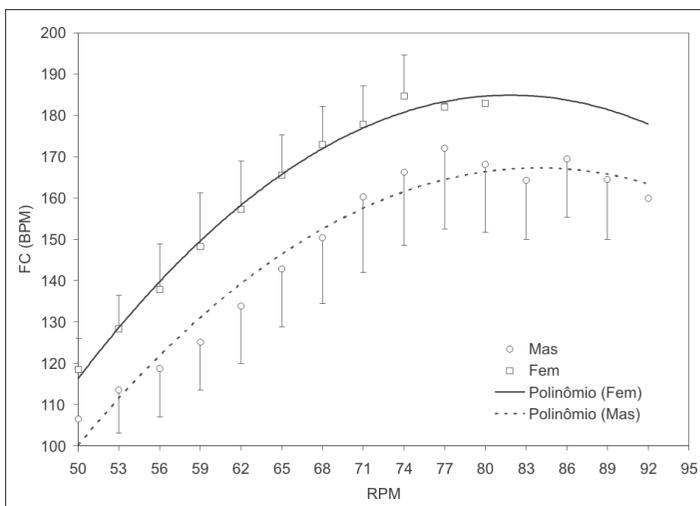


Figura 2 – Curvas médias de frequência cardíaca no teste progressivo

O crescimento médio da FC durante o teste foi de 4BPM por estágio para os homens e 6BPM por estágio para as mulheres, abaixo, portanto, do limite recomendado por Conconi *et al.*⁽¹⁰⁾ para identificação do PDFC. A primeira derivada da FC x estágio, que representa o crescimento médio da FC de homens e mulheres durante o teste, ajustada por polinômio de terceira ordem, é apresentada na figura 3.

Com a utilização do protocolo proposto, pode-se observar que foram atendidas as recomendações mínimas sugeridas pelos autores do teste para a identificação do PDFC: tendência ao platô da

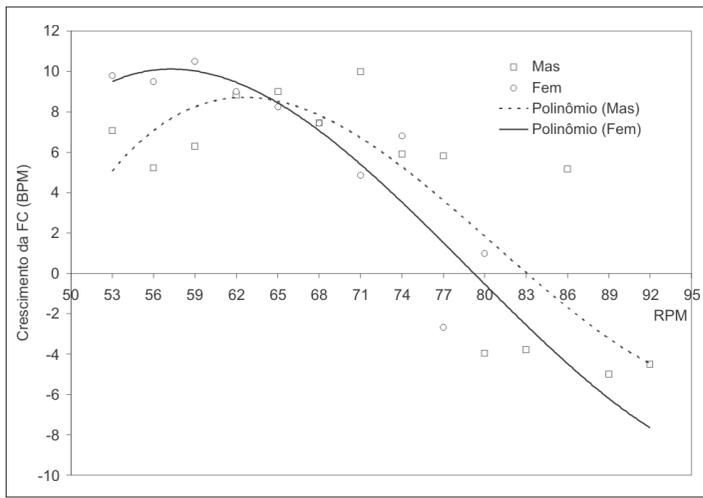


Figura 3 – Aumento da frequência cardíaca por estágio do teste progressivo

FC nos estágios mais altos e crescimento médio da FC inferior a 8BPM por estágio. Atendidas as condições para a validade do protocolo, as curvas individuais de FC x RPM foram submetidas à inspeção visual, por dois avaliadores independentes, que identificaram o PDFC em 85% dos sujeitos. A figura 4 mostra o exemplo de um dos sujeitos em que foi possível a identificação do PDFC. O PDFC foi identificado em FC semelhantes, quando se comparam homens e mulheres (162 ± 10 BPM e 172 ± 9 BPM respectivamente), mas em percentuais da $FC_{máx}$ significativamente mais altos nas mulheres ($90 \pm 5\%$ e $93 \pm 3\%$). Os homens apresentaram PDFC em cargas significativamente mais altas que as mulheres, mas que representavam semelhante percentual da carga máxima (74 ± 6 RPM, $91 \pm 4\%$ e 66 ± 4 RPM, $90 \pm 3\%$).

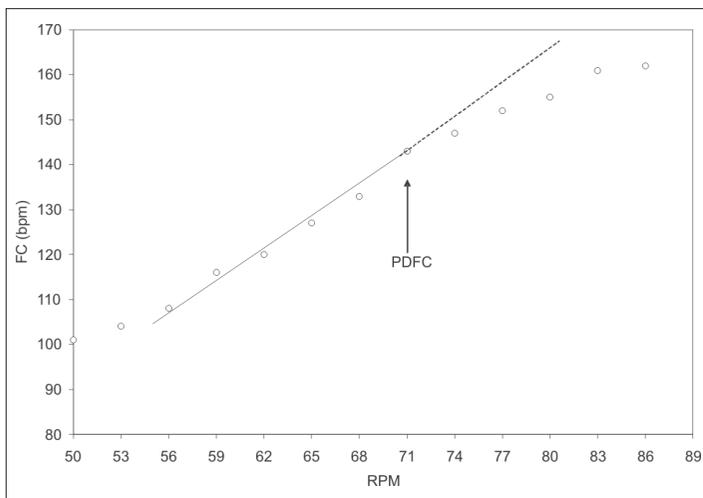


Figura 4 – Exemplo de identificação do ponto de deflexão da frequência cardíaca de um dos indivíduos

DISCUSSÃO

A realização deste estudo foi motivada pela carência de instrumentos para avaliação da capacidade aeróbia e prescrição de exercício em bicicleta aquática. A causa de tal carência, em parte, pode ser atribuída à dificuldade em quantificar a potência desenvolvida neste equipamento. Em cicloergômetros mecânicos convencionais – terrestres, a potência desenvolvida é dada pela multiplicação da velocidade da roda pela carga resistiva aplicada sobre ela. A medição da velocidade da roda não é problema na água, tam-

pouco fora dela, desde que se conheça sua circunferência e seja possível contar suas rotações. Já, na determinação da carga resistiva, se encontram alguns problemas. No cicloergômetro convencional, a carga resistiva é aplicada por uma fita que envolve a roda e sua quantificação pode ser feita por uma balança de pêndulo fixada a ela. Na bicicleta aquática, a carga resistiva é a resistência que a água oferece ao deslocamento das pás da roda – grandeza de difícil quantificação.

Em deslocamentos retilíneos, a resistência oferecida pela água pode ser descrita por uma função quadrática. Na bicicleta aquática, as pás da roda, em seu movimento circular, encontram, a cada rotação, a água já em movimento provocado pela rotação precedente. Isto faz com que a resistência da água seja menor do que seria esperado em um movimento retilíneo. Em vista disto, o incremento linear do número de rotações acarreta o aumento aproximadamente linear da carga resistiva. O estudo de Martins e Lima⁽⁹⁾ já havia evidenciado que, em protocolo com incremento de 10RPM a cada 2 min., a curva de FC X RPM se assemelhava ao que normalmente se encontra em testes realizados em cicloergômetro convencional.

A partir da observação de que a curva de FC, em bicicleta aquática, com incrementos lineares da RPM, era semelhante à normalmente encontrada em cicloergômetro convencional, hipotetizou-se que seria possível realizar o teste de Conconi *et al.*⁽⁶⁾ em bicicleta aquática. Mesmo que ainda restem controvérsias quanto ao significado fisiológico do PDFC, sua identificação é uma informação quanto ao Lan do indivíduo e pode, eventualmente, ser utilizada na avaliação funcional e na prescrição de treinamento aeróbio.

A literatura mostra que o PDFC é um fenômeno que realmente ocorre em muitos sujeitos; no entanto, os mecanismos fisiológicos que o desencadeiam não estão completamente esclarecidos⁽¹¹⁾. Segundo Conconi *et al.*⁽⁶⁾, este ponto está fortemente correlacionado com o Lan; no entanto, os diferentes métodos utilizados para identificações de limiares de transições metabólicas podem resultar em correlações menos convincentes. Pokan *et al.*⁽¹²⁾ sugeriram que existe uma relação entre as funções miocárdicas e o PDFC. Em sujeitos nos quais o PDFC foi identificado, o volume de ejeção do ventrículo esquerdo permaneceu elevado até atingir a carga máxima aeróbia, permitindo que o débito cardíaco se mantivesse elevado sem que houvesse grande aumento na FC. Lucia *et al.*⁽¹³⁾ verificaram que as dimensões cardíacas de ciclistas profissionais podem auxiliar na explicação do PDFC. A perda da linearidade da FC durante o teste progressivo foi predominantemente encontrada em ciclistas que apresentam paredes cardíacas mais espessas. Leprete *et al.*⁽¹⁴⁾ defendem que o menor aumento da FC em cargas elevadas poderia ser uma estratégia cardiovascular para preservar o volume sistólico.

No desenvolvimento do protocolo para a identificação do PDFC em bicicleta aquática, tomou-se como ponto de partida o esquema utilizado em estudo anterior, em que foram utilizados incrementos de 10RPM a cada 2 min. Tal protocolo foi proposto para identificação da carga máxima aeróbia, para o que não representava problema o incremento da FC de 23BPM por estágio e o número relativamente reduzido de estágios que eram concluídos até que fosse alcançada a carga máxima. Para o teste de Conconi, eram necessárias adaptações no sentido de aumentar o número de estágios e diminuir o crescimento médio da FC por estágio, para que fossem cumpridas as recomendações de Conconi *et al.*⁽¹⁰⁾ para a identificação do PDFC. A solução encontrada neste estudo (carga inicial de 50RPM e incrementos de 3RPM a cada min.) foi satisfatória, visto que resultou na conclusão de 11 ± 2 estágios com crescimento de 4BPM por estágio por parte dos homens e 8 ± 2 estágios com crescimento de 6BPM por estágio por parte das mulheres. Apesar de bem sucedido, para as mulheres, o protocolo adotado ficou bem próximo do limite recomendado pelos autores do teste. Talvez, ficasse mais adequado para elas um protocolo com carga inicial mais baixa e incrementos menores.

O PDFC foi identificado por inspeção visual em 85% dos participantes. O comportamento da FC durante o teste nos demais indivíduos se apresentou de forma linear. Estes achados são semelhantes aos relatados por De-Oliveira⁽¹⁵⁾ que identificou o PDFC em 87% em corredores em teste de campo. O método visual utilizado neste estudo geralmente apresenta certo grau de subjetividade na análise dos dados. Na tentativa de aperfeiçoar a identificação do PDFC, Kara *et al.*⁽¹⁶⁾ adaptaram o modelo $D_{máx}$ com ajuste polinomial de terceira ordem e relataram ter identificado o PDFC em todos os indivíduos de seu estudo. Corroborando Piovezana e De-Oliveira⁽¹⁷⁾, que utilizaram o método $D_{máx}$ e encontraram o PDFC em 100% dos estudantes de educação física testados no ciclossimulador. Estas divergências deixam dúvidas se a utilização do $D_{máx}$ neste estudo teria aumentado a probabilidade de identificar o PDFC. Mas de qualquer forma o fato de ter sido identificado o PDFC em 100% dos sujeitos está em concordância com os dados da literatura, que também relatam que o PDFC é encontrado em aproximadamente 90% $FC_{máx}$ independente do sexo, idade, aptidão física e tipo de exercício⁽¹¹⁾.

O PDFC dos homens foi identificado nos mesmos valores de FC que as mulheres, porém em cargas mais altas, o que sugere que o teste é capaz de discriminar os indivíduos com maior capacidade aeróbia. Quanto a $FC_{máx}$, também, não houve diferença significativa entre homens e mulheres, sugerindo que todos os indivíduos atingiram níveis de esforço máximo relativo semelhantes. No entanto, os valores de FC atingidos ao final do esforço, indicam que os participantes não atingiram a $FC_{máx}$ predita pela idade, como por exemplo pela equação $FC_{máx} = 220 - idade$ ⁽¹⁸⁾. A $FC_{máx}$

atingida (181BPM) corresponde a 92% do que seria esperado para indivíduos de 26 anos (196BPM). Este valor está dentro do intervalo em que normalmente se encontram valores de FC de pico em cicloergômetros convencionais (90 a 95%) em indivíduos não ciclistas⁽¹⁹⁾. Poder-se-ia especular, também, que a imersão em água fria poderia ter desencadeado bradicardia⁽²⁰⁾, mas não parece ser o caso deste estudo, uma vez que a temperatura da água foi mantida entre 25 e 28^o Celsius. Seria oportuna a realização de estudos de predição da $FC_{máx}$ em bicicleta aquática.

CONCLUSÃO

Considerando os resultados deste estudo, pode-se antever aplicações do teste de Conconi às aulas de bicicleta aquática ou “ciclismo aquático”, como são popularmente chamadas. A avaliação do PDFC com a utilização do protocolo proposto se mostra bastante acessível, pois necessita apenas de um metrônomo e de um monitor de FC. O teste se realiza em aproximadamente 12 min e é de fácil compreensão por parte do avaliado. Identificado PDFC o treinamento aeróbio pode ser prescrito com base na FC ou na RPM observada neste ponto. Assim, pode-se afirmar que é possível a identificação do PDFC em bicicleta aquática com a utilização de protocolo com carga inicial de 50RPM e incrementos de 3RPM a cada minuto.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Buchner DM. Physical activity and quality of life in older adults. *Jama*. 1997;1:64-6.
2. Shephard RJ. Exercise and relaxation in health promotion. *Sports Med*. 1997;4: 211-7.
3. Pollock ML, Wilmore JH. Exercício na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação. 2^a ed. Rio de Janeiro: Medsi; 1993.
4. Shephard RJ. Worksite Health Promotion and Productivity. In: Opatz JP, editor. Economic impact of worksite health promotion. Champaign, Human Kinetics; 1994. p. 147-68.
5. Weinberg RS, Gould D. Foundations of sport and exercise psychology. Champaign: Human Kinetics; 1995.
6. Conconi F, Ferrari M, Zioglio P, Droghetti P, Codeca. Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. *J Appl Physiol*. 1982;52:869-837.
7. Droghetti P, Borsetto C, Casoni I, Cellini M, Ferrari M, Paolini AR, et al. Noninvasive determination of the anaerobic threshold in canoeing, cross-country skiing, cycling, roller and icekating, rowing and walking. *Eur J Appl Physiol*. 1985;53: 299-303.
8. Cellini M, Vitello P, Nagliat A, Ziglio PG, Martinelli S, Ballarin E, et al. Noninvasive determination of the anaerobic threshold in swimming. *Int J Sports Med*. 1996; 7:347-51.
9. Martins JAN, Lima JRP. Frequência cardíaca e percepção do esforço em bicicleta aquática, Anais, I Encontro Mineiro de Fisiologia do Exercício, Juiz de Fora, Outubro; 2005.
10. Conconi F, Grazi G, Guglielmini C, Borsetto C, Ballarin E, Mazzoni G, et al. The Conconi Test: Methodology after 12 years of application. *Int J Sports Med*. 1996; 17:509-19.
11. Boadner ME, Rhodes EC. A review of the concept of the heart rate deflection point. *Sports Med*. 2000;30:31-46.
12. Pokan R, Hofmann P, Preidler K, Leitner H, Dusleag G, Eber B, et al. Correlation between inflection of the heart rate/work performance curve and myocardial function in exhausting cycling ergometer exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1993;67:385-8.
13. Lucia A, Carvajal A, Boraita A, Serratos L, Hoyos J, Chicharro J. Heart dimensions may influence the occurrence of the heart rate deflection point in highly trained cyclists. *Br J Sports Med*. 1999;33:387-92.
14. Lepre PM, Foster C, Koralsztein JP, Billat VL. Heart rate deflection point as a strategy to defend stroke volume during incremental exercise. *J Appl Physiol*. 2005;98:1660-5.
15. De-Oliveira FR. Predicción de los umbrales de lactato y ajustes de frecuencia cardíaca em el test de Léger-Boucher. Tesis Doctoral, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, San Sebastian, España; 2004.
16. Kara M, Gökbel H, Bediz C, Ergene N, Üçok K, Uysal H. Determination of the heart rate deflection point by the $D_{máx}$ method. *J Sports Med Phys Fitness*. 1996; 36:31-4.
17. Piovezana P, De-Oliveira. Reprodutibilidade das variáveis derivadas das curvas da frequência cardíaca em teste progressivo. www.efdeportes.com. 2005;90.
18. Robergs RA, Landwehr R. The surprising history of the “ $H_{rmax} = 220 - age$ ” equation. *J Exerc Physiol*. 2002;5:1-10.
19. Londeree BR, Moeschberger ML. Effect of age and other factors on maximal heart rate. *Res Q Exerc Sport*. 1982;53:297-304.
20. Mcardle WD, Magel JR, Lesmes GR, Pechar GS. Metabolic and cardiovascular adjustment to work in air and water at 18, 25 and 33°C. *J Appl Physiol*. 1976;40: 85-90.