

Artigo Original

Comparação de variáveis cardiorrespiratórias máximas entre a corrida em piscina funda e a corrida em esteira

Carlos Leandro Tiggemann
Cristine Lima Alberton
Moara Simões Posser
Janaína Bridi
Luiz Fernando Martins Krueel

Grupo de Pesquisas em Atividades Aquáticas e Terrestres da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, RS, Brasil

Resumo: O objetivo deste estudo foi comparar as respostas cardiorrespiratórias máximas entre a corrida em piscina funda (CPF) e a corrida em esteira (CE). Cinco mulheres jovens realizaram dois testes máximos (CPF e CE), com cargas progressivas, até a exaustão. O consumo de oxigênio (VO_2) e a ventilação minuto (V_e) foram avaliados através de um analisador de gases KB1-C (AEROSPORT) e a frequência cardíaca (FC), através de um freqüencímetro S610 (POLAR). Utilizou-se Teste t pareado, com $p < 0,05$ (SPSS 13.0). Os resultados obtidos na CPF para o máximo esforço foram significativamente menores que na CE para as variáveis VO_2 ($p < 0,01$), V_e ($p = 0,027$) e FC ($p = 0,042$). Esse menor comportamento provavelmente ocorreu devido aos efeitos hidrostáticos do meio aquático e ao diferente padrão de recrutamento muscular. Pode-se concluir que a CPF quando comparada à CE em protocolo de esforço máximo causa uma menor demanda cardiorrespiratória para as variáveis estudadas em mulheres jovens.

Palavras-chave: Consumo de oxigênio. Frequência cardíaca. Corrida. Ambiente aquático.

Comparison of maximal cardiorespiratory variables between deep water running and treadmill running

Abstract: The aim of this study was to compare the maximal cardiorespiratory responses between deep water running (DWR) and treadmill running (TR). Five young women performed two maximal tests (DWR and TR), with progressive loads, until subjects' exhaustion. Oxygen uptake (VO_2) and minute ventilation (V_e) were evaluated through a KB1-C gas analyzer (AEROSPORT) and heart rate (HR), through a S610 heart rate monitor (POLAR). Paired t-test was used, with $p < 0.05$ (SPSS 13.0). The results obtained in DWR for maximal effort were significantly lower than TR for variables VO_2 ($p < 0,01$), V_e ($p = 0,027$) and HR ($p = 0,042$). This lower behavior probably occurred due the hydrostatic effects from aquatic environment and the different muscular recruitment pattern. It can be concluded that DWR when compared to TR in a maximal effort protocol causes a smaller cardiorespiratory demand for studied variables in young women.

Key Words: Oxygen consumption. Heart rate. Running. Aquatic environment.

Introdução

O componente cardiorrespiratório é um dos componentes importantes na aptidão de atletas e não atletas (HASKELL et al., 2007). Diferentes modalidades de exercícios podem ser empregadas para o seu aprimoramento, tanto em ambiente terrestre, através do ciclismo, das caminhadas e da corrida em esteira (CE), como em ambiente aquático, através das aulas de hidroginástica, da natação e da corrida em piscina funda (CPF).

A CPF, também conhecida como *deep water running*, é uma forma de exercício bastante empregada em populações

que preferem a prática de exercícios aeróbios no meio líquido. Também é amplamente indicada para indivíduos que necessitam de uma atividade com menor impacto e sobrecarga articular, como por exemplo, obesos e atletas lesionados (GLASS et al., 1995; WILBER et al., 1996). Essa menor sobrecarga pode ser atribuída às propriedades físicas da água (empuxo) e à profundidade da piscina, evitando o contato dos pés com o solo (WILDER; BRENNAN, 2001).

Além dessa alteração sobre a carga aplicada às articulações, as propriedades físicas da água parecem também exercer influência sobre diferentes variáveis

cardiotorrespiratórias, como por exemplo, a frequência cardíaca máxima ($FC_{máx}$) e o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$). Muitos estudos têm comparado as diferentes respostas fisiológicas entre a CE e a CPF, indicando que, de forma geral, uma menor demanda cardiotorrespiratória é necessária na CPF (BUTTS et al., 1991, TOWN; BRADLEY, 1991, SVEDENHAG; SEGER, 1992, FRANGOLIAS; RHODES, 1995, GLASS et al., 1995, MICHAUD et al., 1995, DENADAI et al., 1997, MERCER; JENSEN, 1998, DOWZER et al., 1999, NAKANISHI et al., 1999a, NAKANISHI et al., 1999b).

No entanto, mesmo que os diferentes estudos observem resultados semelhantes, ou seja, respostas cardiotorrespiratórias reduzidas no meio aquático, os protocolos utilizados pelos mesmos diferem de forma substancial. Enquanto que Town e Bradley (1991), Glass et al. (1995) e Nakanishi et al. (1999b) utilizaram incrementos de intensidade através de diferentes aumentos na frequência de passada, Frangolias e Rhodes (1995) e Mercer e Jensen (1998) utilizaram um sistema de polias (*Tethered*) com diferenciados incrementos de cargas (0,75 e 0,57 kg, respectivamente). Em estudos pilotos previamente realizados por nosso grupo, a reprodução dos modelos de incrementos de cargas adotados de ambos os estudos (Frangolias; Rhodes, 1995, Mercer; Jensen, 1998), apresentaram dificuldades práticas de aplicação nos sujeitos com perfis pretendidos a este estudo.

Também, poucos estudos foram encontrados onde mulheres ativas e familiarizadas à CPF foram utilizadas como amostras, sendo comumente empregadas amostras de homens e mulheres atletas (TOWN; BRADLEY, 1991, SVEDENHAG; SEGER, 1992, FRANGOLIAS; RHODES, 1995), sujeitos não familiarizados à CPF (GLASS et al., 1995, MERCER; JENSEN, 1998), ou apenas homens ativos (NAKANISHI et al., 1999a, NAKANISHI et al., 1999b).

Desta forma, utilizando este perfil amostral específico e adotando um protocolo próprio de CPF, o objetivo deste trabalho foi comparar as variáveis cardiotorrespiratórias máximas entre a CE e CPF, em mulheres jovens ativas familiarizadas a CPF.

Métodos

A amostra foi composta por cinco mulheres jovens fisicamente ativas e aparentemente saudáveis. Como critérios de inclusão, todas deveriam ser familiarizadas com o ambiente aquático, praticantes de corrida em piscina funda (CPF) há, no mínimo, 6 meses e isentas da utilização de medicamentos. Inicialmente, as participantes assinaram um

termo de consentimento onde foram informadas sobre os procedimentos dos testes.

O protocolo experimental foi constituído de três sessões. A primeira foi realizada a fim de familiarizar os sujeitos aos protocolos e equipamentos de medida. As demais, para a execução dos testes máximos, sendo os mesmos realizados de forma randômica, com um intervalo de 7-10 dias. Os sujeitos foram solicitados a não realizarem atividade física intensa e a não ingerirem estimulantes 24 horas antes de ambos os testes (COOKE, 1996).

Para a CPF, foi desenvolvido um sistema de polias fixas, no qual uma das extremidades do cabo era acoplada ao sujeito, através de um cinturão flutuador da marca *PRO-SWIM*, e a outra extremidade fixada a um sistema de incremento de cargas (*tethered*), estando o mesmo a 0,50 m do solo, conforme demonstrado na figura 1. O protocolo foi constituído de uma carga inicial de 4,91 N (500 g) com incrementos de 2,45 N (250 g) a cada minuto, até a exaustão dos sujeitos. As cargas utilizadas foram previamente calibradas através de uma balança de precisão marca *Filizola* (modelo MF Correo 6). A técnica da CPF foi similar entre os sujeitos e controlada por dois profissionais experientes. O teste foi realizado na piscina do Centro Natatório da Escola de Educação Física (ESEF) da UFRGS, com dimensões de 25 x 16 x 2 m, sendo os sujeitos posicionados em imersão na profundidade dos ombros, com temperatura da água de 32°C.

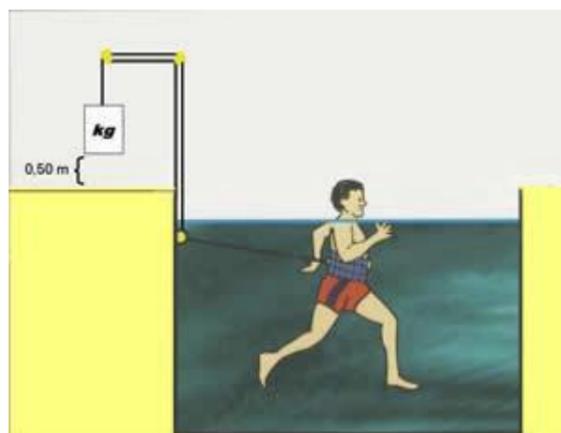


Figura 1. Desenho ilustrativo representando o sistema de polias fixas para o teste de corrida em piscina funda.

Para a corrida em esteira (CE), foi utilizada uma esteira modelo *10200ATL*, da marca *INBRAMED* (Porto Alegre, Brasil). O protocolo foi constituído de uma velocidade inicial

de 4 km.h⁻¹ e inclinação fixa de 1%, com incrementos de 1 km.h⁻¹ a cada minuto até a exaustão dos sujeitos. O teste foi realizado no Laboratório de Pesquisa da ESEF – UFRGS, com temperatura ambiente de 26°C.

Para que os testes máximos fossem considerados válidos, um dos seguintes critérios deveria ser alcançado: obtenção da FC_{máx} predita (FC_{máx} = 220 – idade, somente para CE), ocorrência de um platô do VO₂ com o aumento da carga, e/ou uma taxa de troca respiratória maior que 1,1 (HOWLEY et al. 1995). Uma carga de 22,07±4,48 N foi alcançada no protocolo de CPF, e uma velocidade de 11,80±0,84 km/h na CE, nos estágios finais dos respectivos testes.

O consumo de oxigênio e a ventilação minuto foram avaliados através de um analisador de gases do tipo caixa de mistura, modelo KBI-C, da marca AEROSPORT (Ann Arbor, USA), validado por King et al. (1999). Previamente ao início dos testes o equipamento foi calibrado através de gases com concentrações conhecidas e foi realizada uma calibração de volume para cada faixa de volume medida. Entre cada teste foi realizada uma calibração automática com base nos valores de volume e gases ambientes. Utilizou-se um pneumotacógrafo de fluxo médio (10 a 120 l.min⁻¹) para as coletas em exercício. A frequência cardíaca foi mensurada através de um freqüencímetro modelo S610, da marca POLAR

(Kajaani, Finland). Os valores de VO₂ e FC foram coletados a cada 20 segundos.

Os resultados estão apresentados através de média ± desvio padrão (DP). A normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk. A comparação das médias entre os dois protocolos de testes máximos foi realizada através do Teste t pareado, adotando-se um nível de significância de p < 0,05 e poder de 80%. O pacote estatístico utilizado foi o SPSS 13.0.

Resultados

Para a amostra do presente estudo foram avaliadas cinco mulheres jovens voluntárias, com idade de 22,20±1,30 anos, 55,42±8,26 kg e 160,60±5,59 cm.

Os dados analisados apresentaram uma distribuição normal, justificando o uso de estatística paramétrica para as análises subsequentes.

Os resultados da comparação entre os testes CPF e CE para as variáveis consumo de oxigênio máximo (VO_{2máx}), ventilação minuto máxima (Ve_{máx}) e frequência cardíaca máxima (FC_{máx}) são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Média e desvio padrão (DP) das variáveis consumo de oxigênio máximo (VO_{2máx}), ventilação minuto máxima (Ve_{máx}) e frequência cardíaca máxima (FC_{máx}) da corrida em piscina funda (CPF) e a corrida em esteira (CE), com o respectivo índice de significância (p < 0,05) entre os testes.

Variável	CPF		CE		Sig.
	Média	DP	Média	DP	
VO _{2máx} (l.min ⁻¹)	1,68	± 0,31	2,16	± 0,37	0,005
VO _{2máx} (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	30,32	± 4,75	38,86	± 3,15	0,002
Ve _{máx} (l.min ⁻¹)	63,78	± 5,70	73,48	± 6,01	0,027
FC _{máx} (bpm)	185,00	± 9,82	195,20	± 8,76	0,042

Discussão

Os resultados obtidos no presente estudo demonstram um comportamento de FC_{máx}, VO_{2máx} e Ve_{máx} significativamente menores para o teste máximo realizado na CPF comparado com a CE. Nossos resultados corroboram com as pesquisas de diversos autores (BUTTS et al., 1991, TOWN; BRADLEY, 1991, SVEDENHAG; SEGER, 1992, FRANGOLIAS;

RHODES, 1995, GLASS et al., 1995, MICHAUD et al., 1995, DENADAI et al., 1997, MERCER; JENSEN, 1998, DOWZER et al., 1999, NAKANISHI et al., 1999a, NAKANISHI et al., 1999b), que, utilizando diferentes tipos de protocolos aquáticos, também encontraram respostas mais baixas de FC, VO₂ e Ve durante a CPF tanto em testes máximos como em testes submáximos.

No presente estudo os valores de $FC_{m\acute{a}x}$ na CPF corresponderam a 95% dos valores da CE. Essa redução é similar àquela observada nos estudos de Town e Bradley (1991), Svedenhag e Seger (1992), Frangolias e Rhodes (1995), Glass et al. (1995), Mercer e Jensen (1998) e Nakanishi et al. (1999a), com valores de FC para a CPF que variaram de 90 a 93% da CE. Diversos estudos sobre a CPF (WILDER; BRENNAN; SCHOTTE, 1993, FRANGOLIAS; RHODES, 1996, DOWZER; REILLY, 1998, CHU; RHODES, 2001) justificam que os valores de FC mais baixos em imersão em intensidades máximas e/ou submáximas comparados ao meio terrestre podem ser atribuídos a um desvio central no volume sanguíneo, devido à pressão hidrostática, assim como à temperatura da água.

A pressão hidrostática é o principal fator a influenciar no comportamento da FC no meio líquido (ARBORELIUS et al., 1972, AVELLINI et al., 1983, SHELD AHL et al., 1984, CONNELLY et al., 1990, CHRISTIE et al., 1990, WATENPAUGH et al., 2000, KRUEL et al., 2004). Com a imersão, ocorre um aumento no volume sanguíneo central, devido à redistribuição do sangue venoso e fluído extracelular dos membros inferiores para a região central. Com o aumento do volume plasmático na região central, o coração e os vasos da circulação central são distendidos, gerando uma estimulação nos receptores de volume e pressão desses tecidos. Isso conduz a uma readaptação no sistema cardiovascular, aumentando a pressão venosa central, o débito cardíaco e o volume sistólico, para, enfim, diminuir a FC (WATENPAUGH et al., 2000).

As condições térmicas oferecidas pelo meio aquático representam também um dos mecanismos responsáveis pela redução da FC em imersão, devido à facilitação da troca de calor entre o organismo e o meio ambiente. Por causa disso, a necessidade de distribuir sangue da região central (tórax e abdômen) para a periferia é diminuída, fazendo com que o volume plasmático se concentre na região central, acrescentando mais um fator para estimular os receptores de volume e de pressão do coração e sistema vascular central (CRAIG; DVORAK, 1966).

De acordo com os resultados de Kruel et al. (2004), outro possível mecanismo responsável pela redução da FC advinda da imersão no meio aquático esteja relacionado ao comportamento de diminuição do peso hidrostático oferecido por esse meio. Os autores concluíram que, com a redução do peso hidrostático, provavelmente seja necessário um menor recrutamento muscular para manter a postura em pé, diminuindo a necessidade de aporte sanguíneo para os

membros inferiores, auxiliando também para a concentração de sangue na região central do organismo.

Por sua vez, os menores valores de VO_2 e Ve observados no máximo esforço para a CPF comparado à corrida terrestre podem ser atribuídos a uma combinação das respostas cardiovasculares anteriormente salientadas e a força mecânica imposta sobre o corpo em exercício contra a resistência da água. Visto que os músculos antigravitacionais dos membros inferiores não são necessários na água para suportar o peso corporal, ocorre uma diminuição no custo metabólico da corrida em água profunda quando comparada à corrida em esteira (NAKANISHI et al., 1999a). No presente estudo os valores de VO_2 , expressos tanto de forma absoluta como relativa, representaram na CPF 78% dos valores da CE. Os valores para o VO_2 na CPF encontrados na literatura variaram de aproximadamente 75% (TOWN; BRADLEY, 1991, DOWZER et al. 1999) a 90% (FRANGOLIAS; RHODES, 1995, GLASS et al., 1995) da CE. Já a Ve no meio aquático correspondeu a 87% do valor máximo obtido no meio terrestre, valores esses similares aos achados por Butts et al. (1991) e Nakanishi et al. (1999a), 91 e 88%, respectivamente.

Além disso, alguns fatores, tais como a temperatura da água (CRAIG; DVORAK, 1966, RENNIE et al., 1971, PARK et al., 1999, SRÁMEK et al., 2000, GRAEF et al., 2005), a posição corporal (SHELD AHL et al., 1984, CONNELLY et al., 1990, KRUEL et al., 2004) e a profundidade de imersão (GLEIM; NICHOLAS, 1989, KRUEL, 1994, KRUEL et al., 2002) podem maximizar ou minimizar tais respostas.

Sheldahl (1985) salienta que devido às alterações hemodinâmicas que ocorrem no ambiente aquático, a FC apropriada para exercícios realizados nesse meio não deve ser a mesma dos exercícios realizados em ambiente terrestre. Logo, para uma prescrição mais adequada é necessário a realização de testes máximos dentro da água (GRAEF; KRUEL, 2006). Logo, o protocolo utilizado no presente estudo parece ter sido eficaz para a população estudada, uma vez que os parâmetros de esforço máximos estabelecidos foram alcançados, encontrando respostas fisiológicas similares a outros estudos.

Conclusão

Desta forma, pode-se concluir que a CPF, realizada através de um protocolo específico em piscinas com temperaturas de 32°C, comparada com a CE em testes de esforço máximo, causa uma menor demanda cardiovascular nas variáveis estudadas, mesmo em mulheres jovens ativas e

familiarizadas à CPF. Vale ressaltar que o presente estudo apresentou um *n* amostral limitado, para uma melhor extrapolação dos resultados apresentados.

Aplicação prática

O protocolo em CPF, realizado em 32°C, adotado por este estudo demonstrou-se eficaz e de simples aplicação na mensuração das variáveis cardiorrespiratórias para esta população, oferecendo assim uma possibilidade de prescrição com maior exatidão para esta atividade. Sugerimos ainda a reprodução deste estudo com um *n* amostral mais substancial e com diferentes características.

Referências

ARBORELIUS, M.; BALDLIN, U. I.; LILJA, B.; LUNDGREN, C. E. G. Hemodynamic changes in man during immersion with the head above water. **Aerospace Medicine**, Washington, v. 43, p. 590-598, 1972.

AVELLINI, B. A.; SHAPIRO, Y.; PANDOLF, K. B. Cardio-respiratory physical training in water and on land. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 50, n. 2, p. 255-263, 1983. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00422164>

BUTTS, N. K.; TUCKER, M.; GREENING, C. Physiologic responses to maximal treadmill and deep water running in men and women. **American Journal of Sports Medicine**, Baltimore, v. 19, n. 6, p. 612-614, 1991. Disponível em: <http://ajs.sagepub.com/cgi/content/abstract/19/6/612> Acesso em: 31 jan. 2007.

CHRISTIE, J. L.; SHELDAL, L. M.; TRISTANI, F. E.; WANN, L. S.; SAGAR, K. B.; LEVANDOSKI, S. G.; PTACIN, M. J.; SOBOCINSKY, K. A.; MORRIS, R. D. Cardiovascular regulation during head-out water immersion exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 69, n. 2, p. 657-664, 1990. Disponível em: <http://jap.physiology.org/cgi/content/abstract/69/2/657> Acesso em: 31 jan. 2007.

CHU, K. S.; RHODES, E. C. Physiological and cardiovascular changes associated with deep water running in the young: possible implications for the elderly. **Sports Medicine**, Auckland, v. 31, n. 1, p. 33-46, 2001. Disponível em: <http://sportsmedicine.adisonline.com/pt/re/spo/abstract.00007256-200131010-00003.htm;jsessionid=LqnJT8hNZNr022g60v62H6GQ0Flh6n42GST9NGJK8zSK9WvJkYnZ!2085969891!181195628!8091!-1> Acesso em: 31 jan. 2007.

CONNELLY, T. P.; SHELDAHL, L. M.; TRISTANI, F. E.; LEVANDOSKY, S. G.; KALKHOFF, R. K.; HOFFMAN, M. D.; KALBFLEISH, J. H. Effect of increased central blood volume with water immersion on plasma catecholamines during exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda,

v. 69, n. 2, p. 651-656, 1990. Disponível em: <http://jap.physiology.org/cgi/content/abstract/69/2/651> Acesso em: 31 jan. 2007.

COOKE, C. B. Metabolic rate and energy balance. In: ESTON, R.; REILLY, T. **Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual**. London: E & FN Spon, 1996. p. 175-195.

CRAIG, A. B.; DVORAK, M. Thermal regulation during water immersion. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 21, p. 1577-1585, 1966. Disponível em: <http://jap.physiology.org/cgi/content/citation/21/5/1577> Acesso em: 31 jan. 2007.

DENADAI, D. S.; ROSAS, R.; DENADAI, M. L. D. R. Limiar aeróbio e anaeróbio na corrida aquática: comparação com os valores obtidos na corrida em pista. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, Londrina, v. 2, n. 3, p. 23-29, 1997.

DOWZER, C. N.; REILLY, T. Deep-water running. **Sports Exercise and Injury**, Liverpool, v. 4, p. 56-61, 1998.

DOWZER, C. N.; REILLY, T.; CABLE, N.; NEVILL, A. Maximal physiological responses to deep and shallow water running. **Ergonomics**, London, v. 42, n. 2, p. 275-281, 1999. <http://dx.doi.org/10.1080/001401399185649>

FRANGOLIAS, D. D.; RHODES, E. C. Maximal and ventilatory threshold responses to treadmill and water immersion running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 27, n. 7, p. 1007-1013, 1995. Disponível em: <http://www.acsm-msse.org/pt/re/msse/abstract.00005768-199507000-00009.htm;jsessionid=Lq0GGTb6VcKKLHGVjDmNx5DqHfryZJQ5v2znXplJzVvJhD1VzLLF!2085969891!181195628!8091!-1> Acesso em: 31 jan. 2007.

FRANGOLIAS, D. D.; RHODES, E. C. Metabolic responses and mechanisms during water immersion running and exercise. **Sports Medicine**, Auckland, v. 22, n. 1, p. 38-53, 1996. Disponível em: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=SPH399976&site=ehost-live> Acesso em: 31 jan. 2007.

GLASS, B.; WILSON, D.; BLESSING, D.; MILLER, E. A physiological comparison of suspended deep water running to hard surface running. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 9, n. 1, p. 17-21, 1995.

GLEIM, G. W.; NICHOLAS, J. A. Metabolic costs and heart rate responses to treadmill walking in water at different depths and temperatures. **American Journal of Sports Medicine**, Baltimore, v. 17, n. 2, p. 248-252, 1989. Disponível em: <http://ajs.sagepub.com/cgi/content/abstract/17/2/248> Acesso em: 31 jan. 2007.

Motriz, Rio Claro, v.13, n.4, p.266-272, out/dez. 2007

- GRAEF, F.; ALBERTON, C. L.; TARTARUGA, L. A. P.; KRUEL, L. F. M. Freqüência cardíaca em homens imersos em diferentes temperaturas de água. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v. 5, n. 3, p. 266-273, 2005. Disponível em: http://www.scielo.oces.mctes.pt/scielo.php?script=sci_ar_text&pid=S1645-0523-2005000300003&lng=pt&nrm Acesso em: 6 maio 2008.
- GRAEF, F.; KRUEL, L. F. M. Freqüência cardíaca e percepção subjetiva do esforço no meio aquático: diferenças em relação ao meio terrestre e aplicações na prescrição do exercício – uma revisão. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 221-228, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1517-86922006000400011&lng=en&nrm=iso&tlng=pt Acesso em: 6 maio 2008.
- HASKELL, W. L.; LEE, I.; PATE, R. R.; POWELL, K. E.; BLAIR, S. N.; FRANKLIN, B. A.; MACERA, C. A.; HEATH, G. W.; THOMPSON, P. D.; BAUMAN, A. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 39, p. 1423-1434, 2007. <http://dx.doi.org/10.1249/mss.0b013e3180616b27>
- HOWLEY, E. T.; BASSET Jr., D. R.; WELCH, H. G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 27, p. 1292-1301, 1995. Disponível em: <http://www.acsm-msse.org/pt/re/msse/abstract.00005768-199509000-00009.htm;jsessionid=Lq2dTgqRMC3Hk0hRYjmJd5tDvhyTkX2wHGSQg7Y7LH6bv5XZszc1-1682955699!181195629!8091!-1> Acesso em: 31 jan. 2007.
- KING, G. A.; McLAUGHLIN, J. E.; HOWLEY, E. T.; BASSET, D. R.; AINSWORTH, B. E. Validation of Aerosport KB1-C portable metabolic system. **Internacional Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 20, p. 304-308, 1999. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2007-971135>
- KRUEL, L. F. M. **Peso hidrostático e freqüência cardíaca em pessoas submetidas a diferentes profundidades de água**. 1994. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Movimento Humano) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1994. Disponível em: <http://www.esef.ufrgs.br/gpat/dissertacaogpat.html> Acesso em: 6 maio 2008.
- KRUEL, L. F. M.; TARTARUGA, L. A. P.; DIAS, A. C.; SILVA, R. C.; PICANÇO, P. S. P.; RANGEL, A. B. Freqüência cardíaca durante imersão no meio aquático. **Fitness and Performance Journal**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 6, p. 46-51, 2002.
- KRUEL, L. F. M.; TARTARUGA, L. A. P.; ALBERTON, C. L.; TURRA, N. A.; PETKOWICZ, R. Effects of hydrostatic weight on heart rate during immersion in water. **Aquatic Fitness Research Journal**, Nokomis, v. 1, n. 1, p. 4, 2004.
- MERCER, J. A.; JENSEN, R. L. Heart rate at equivalent submaximal levels of VO₂ do not differ between deep water running and treadmill running. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 12, n. 3, p. 161-165, 1998.
- MICHAUD, T. J.; RODRIGUEZ-ZAYAS, J.; ANDRES, F. F.; FLYNN, M. G.; LAMBERT, C. P. Comparative exercise responses of deep-water and treadmill running. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 9, n. 2, p. 104-109, 1995. Disponível em: <http://www.nsca-jscr.org/pt/re/jscr/abstract.00124278-199505000-00009.htm;jsessionid=Lq4H8n90BZgpRvnK99ZyC0k5Cp6gVgJ5zRdNzbpq9TjXhyC5Dwhh!2085969891!181195628!8091!-1> Acesso em: 31 jan. 2007.
- NAKANISHI, Y.; KIMURA, T.; YOKO, Y. Maximal responses to deep water running at thermoneutral temperature. **Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science**. Chiba, v. 18, n. 2, p. 31-35, 1999a. <http://dx.doi.org/10.2114/jpa.18.31>
- NAKANISHI, Y.; KIMURA, T.; YOKO, Y. Physiological responses to maximal treadmill and deep water running in the young and the middle aged males. **Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science**, Chiba, v. 18, n. 3, p. 81-86, 1999b. <http://dx.doi.org/10.2114/jpa.18.81>
- PARK, K. S.; CHOI, J. K.; PARK, Y. S. Cardiovascular regulation during water immersion. **Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science**, Chiba, v. 18, n. 6, p. 233-241, 1999. <http://dx.doi.org/10.2114/jpa.18.233>
- RENNIE, D. W.; PRAMPERO, P.; CERRETELLI, P. Effects of water immersion on cardiac output, heart rate, and stroke volume of man at rest and during exercise. **Medicine Dello Sport**, Roma, v. 24, p. 223-228, 1971.
- SHELDAHL, L. M. Special ergometric techniques and weight reduction. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 18, n. 1, p. 25-30, 1985. Disponível em: <http://www.acsm-msse.org/pt/re/msse/abstract.00005768-198602000-00006.htm;jsessionid=Lq5T0yF6NdhXGbvnygYVGMKQ2H25C5S M3h3hZ52bVH3LDDWNPXX!-1682955699!181195629!8091!-1> Acesso em: 31 jan. 2007.
- SHELDAHL, L. M.; WANN, L. S.; CLIFFORD, P. S.; TRISTANI, F. E.; WOLF, L. G.; KALBFLEISCH, J. H. Effect of central hypervolemia on cardiac performance during exercise. **Journal of Applied Physiology Respiratory Environmental and Exercise Physiology**, Bethesda, v. 57, n. 6, p. 1662-1667, 1984. Disponível em: <http://jap.physiology.org/cgi/content/abstract/57/6/1662> Acesso em: 31 jan. 2007.

SRÁMEK, P.; SIMECKOVÁ, M.; JANSKÝ, L.; SAVLÍKOVÁ, J.; VYBÍRAL, S. Human physiological responses to immersion into water of different temperatures. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 81, p. 436-442, 2000.

SVEDENHAG, J.; SEGER, J. Running on land and in water: comparative exercise physiology. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 24, n. 10, p. 1155-1160, 1992. Disponível em: <http://www.acsm-msse.org/pt/re/msse/abstract.0005768-199210000-00014.htm;jsessionid=Lq8GwTs2NCdnGRSL59L5kLjGJ6qcbJcGTyL1rrf6h9mkgRttRwY!2085969891!181195628!8091!-1> Acesso em: 31 jan. 2007.

TOWN, G. P.; BRADLEY, S. S. Maximal metabolic responses of deep and shallow water running in trained runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 23, n. 2, p. 238-241, 1991. Disponível em: <http://www.acsm-msse.org/pt/re/msse/abstract.0005768-199102000-00015.htm;jsessionid=Lq9QGbz5wTyhp1BQNOODNW2yRGhnpvsB08PIG1ys6VQxJ9JWTLjX!-1682955699!181195629!8091!-1> Acesso em: 31 jan. 2007.

WATENPAUGH, D. E.; PUMP, B.; BIE, P.; NORSK, P. Does gender influence human cardiovascular and renal responses to water immersion? **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 89, p. 621-628, 2000. Disponível em: <http://jap.physiology.org/cgi/content/abstract/89/2/621> Acesso em: 31 jan. 2007.

WILDER, R. P.; BRENNAN, D.; SCHOTTE, D. E. A standard measure for exercise prescription for aqua running. **American Journal of Sports Medicine**, Baltimore, v. 21, p. 45-48, 1993. Disponível em: <http://ajs.sagepub.com/cgi/content/abstract/21/1/45> Acesso em: 31 jan. 2007.

WILBER, R. L.; MOFFAT, R. L.; SCOTT, B. E.; LEE, D. T.; CUCUZZO, N. A. Influence of water run training on the maintenance of aerobic performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 28, n. 8, p. 1056-1062, 1996. Disponível em: <http://www.acsm-msse.org/pt/re/msse/abstract.0005768-199608000-00017.htm;jsessionid=Lq9GGwYSGnym85WrTzzkhKWSg0HZJZ4JMschLvqh2MkfxlHP!gfC!-1682955699!181195629!8091!-1> Acesso em: 31 jan. 2007.

WILDER, R. P.; BRENNAN, D. K. Aqua running. In: O'CONNOR, F.; WILDER, R. P. **The textbook of running medicine**. New York: McGraw-Hill, 2001. p. 579-588.

Endereço:

Carlos Leandro Tiggemann
Grupo de Pesquisa em Atividades Aquáticas e Terrestres –
Laboratório de Pesquisa do Exercício – Escola de Educação
Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Rua Felizardo, 750 Jardim Botânico
Porto Alegre RS
90690-200
e-mail: cltiggemann@yahoo.com.br

Recebido em: 05 de maio de 2008.

Aceito em: 06 de junho de 2008.