



Força de reação do solo como subsídio para prescrição de exercícios aquáticos: estudo de caso

Ground reaction force as a subsidy for prescribing aquatic exercises: case study

Alessandro Haupenthal^[a], Caroline Ruschel^[b], Marcel Hubert^[c],
Heiliane de Brito Fontana^[d], Helio Roesler^[e]

- ^[a] Fisioterapeuta, Mestre em Ciências do Movimento Humano pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), pesquisador do Laboratório de Pesquisas em Biomecânica Aquática do Centro de Educação Física e Desportos (CEFID), Florianópolis, SC - Brasil, e-mail: dedsnet@yahoo.com.br
- ^[b] Graduado de Educação Física, Mestre em Ciências do Movimento Humano pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), pesquisadora do Laboratório de Pesquisas em Biomecânica Aquática do Centro de Educação Física e Desportos (CEFID), Florianópolis, SC - Brasil, e-mail: carolruschel@yahoo.com.br
- ^[c] Graduado em Educação Física e Mestre em Ciências do Movimento Humano pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), com especialização em Fisiologia do Exercício pela Universidade Veiga de Almeida (UVA), pesquisador do Laboratório de Pesquisas em Biomecânica Aquática do Centro de Educação Física e Desportos (CEFID), Florianópolis, SC - Brasil, e-mail: mhubert@uol.com.br
- ^[d] Graduada em Fisioterapia pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), pesquisadora do Laboratório de Pesquisas em Biomecânica Aquática, aluna do programa de Mestrado em Ciências do Movimento Humano do Centro de Ciências da Saúde e do Esporte (CEFID), Florianópolis, SC - Brasil, e-mail: lilly_bfontana@hotmail.com
- ^[e] Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), professor da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), coordenador do Laboratório de Pesquisas em Biomecânica Aquática do Centro de Educação Física e Desportos (CEFID), Florianópolis, SC - Brasil, e-mail: d2hr@udesc.br

Resumo

Objetivo: Comparar a componente vertical da força de reação do solo nos exercícios de caminhada, corrida com deslocamento, corrida estacionária e salto vertical, realizados em ambiente aquático em diferentes níveis de imersão. **Método:** Participou deste estudo de caso um sujeito do sexo masculino (27 anos, 1,80 m e 84,3 kg). Utilizou-se para a coleta de dados uma plataforma subaquática de força posicionada no fundo de uma piscina térmica. O sujeito realizou 30 tentativas válidas de cada exercício, imerso nos níveis do processo xifoide e do quadril. Os dados foram analisados com a utilização da estatística descritiva, teste “t” de *Student* para amostras pareadas e ANOVA, para medidas repetidas ($p < 0,05$). **Resultados:** Os valores máximos da força para os níveis do processo xifoide e do quadril (em % do peso corporal do sujeito) foram de, respectivamente: 39% e 48% para a caminhada;

138% e 156% para a corrida com deslocamento; 139% e 202% para a corrida estacionária; 194% e 195% para a propulsão no salto; e 222% e 387%, para a aterrissagem no salto. **Conclusão:** Ao variar o tipo de exercício podemos realizar um aumento de carga gradual, desde a caminhada no nível do processo xifoide até o salto no nível do quadril. Para tanto, deve ser analisado o objetivo do trabalho a ser realizado para a escolha do exercício correto, com o aumento da carga sendo realizado não somente pela diminuição do nível de imersão, como também pelo tipo e pela velocidade/cadência do exercício executado.

Palavras-chave: Biomecânica. Hidroginástica. Corrida. Caminhada. Salto.

Abstract

Objective: To compare the vertical component of the ground reaction force in the exercises of walking, running, stationary running and vertical jump in the water, performed in different levels of immersion. **Methods:** This case study was conducted with one subject (male, 27 years, 1,80 m and 84,3 kg). An underwater force plate was used for data collection, placed at the bottom of a thermal swimming pool. The subject performed 30 valid passages for each exercise in two immersion levels: xiphoid process and hip. Data were analyzed through descriptive statistics, Student's "t" test for paired samples and ANOVA for repeated measures ($p < 0,05$). **Results:** The maximum values of force in the xiphoid process and hip levels (in % of body weight) were, respectively: 39% and 48% for walking; 138% and 156% for running; 139% and 202% for stationary running; 194% and 195% for the propulsion phase of jumping; and 222% and 387% for the landing phase of jumping. **Conclusion:** When varying the type of exercise we can gradually increase the load, from walking in the xiphoid process immersion level to jumping in the hip immersion level. In order to choose the correct exercise we have to consider the objectives of the treatment/training program, increasing the load not only by decreasing the immersion level but also by the choice of the exercise type and the velocity/ rhythm of execution.

Keywords: Biomechanics. Aquatic exercises. Running. Walking. Vertical jump.

Introdução

A terapia e os exercícios aquáticos ganharam popularidade e aceitação, tanto para a manutenção da saúde e aquisição de condicionamento físico, como para a reabilitação (1-3). No caso dos atletas, há situações em que ocorre a substituição dos treinos em ambiente terrestre por sessões de treinamento dentro da água. A corrida na água é utilizada para reduzir os estresses de impacto durante a preparação física, como forma de treinamento suplementar e também para minimizar o decréscimo no desempenho durante a recuperação de uma lesão (4). Além da corrida, o salto vertical é utilizado em programas de exercícios aquáticos, objetivando a reabilitação e/ou o treinamento de atletas, o aumento de massa óssea de mulheres osteopênicas ou com risco de osteoporose, e ainda a melhora do condicionamento físico e a prevenção de quedas em idosos (5-10).

Na hidroterapia, o fisioterapeuta se vale de algumas condições peculiares do meio aquático para antecipar as atividades adequadas e preparar o paciente para posteriormente realizá-las em terra. Entretanto, apesar de atenuadas pela ação do empuxo, as forças atuantes no indivíduo ainda estão presentes. Quando há o contato com o solo, para que seja possível a realização do movimento e para vencer a resistência da água, existem as componentes da força de reação do solo (FRS) (11). A magnitude dessas componentes, apesar de inferior aos valores observados fora da água, pode ser excessiva dependendo da condição ou problema que o indivíduo apresenta.

Uma vez quantificada a força que está atuando sobre o indivíduo, esta poderia ser utilizada como uma diretriz na prescrição do exercício. Diariamente, educadores físicos e fisioterapeutas prescrevem exercícios aquáticos variados e, muitas vezes, a atuação desses profissionais limita-se ao conhecimento advindo da

prática adquirida em suas rotinas de trabalho (12, 13). Dessa forma, informações relativas à quantidade de carga que será suportada pelo indivíduo quando da realização de diferentes tipos de exercícios em diferentes condições de imersão constituem uma ferramenta bastante útil para a fundamentação dos programas de atividades aquáticas específicos à população para a qual se destinam.

Este trabalho teve como objetivo comparar a componente vertical da força de reação do solo nos exercícios de caminhada, corrida com deslocamento, corrida estacionária e salto vertical, realizados em ambiente aquático em diferentes níveis de imersão.

Materiais e métodos

Após a aprovação do Comitê de Ética da Instituição, participou do estudo piloto um sujeito do sexo masculino, com 27 anos de idade, 1,80 m de estatura, 84,3 kg de massa e 14% de gordura corporal (classificado como normal para os homens, de acordo com Pollock e Wilmore, 14). O sujeito foi escolhido por estar adaptado ao ambiente aquático e ser capaz de realizar as atividades de caminhada, corrida e salto na água sem dificuldades. Além disso, o sujeito não possuía nenhum comprometimento musculoesquelético ou dificuldade de caminhar.

Analisou-se a força vertical máxima de reação do solo (F_y) durante a realização do contato com a plataforma na realização da caminhada, corrida e salto. A variável é expressa em porcentagem de peso corporal do sujeito (% PC).

Para a coleta dos dados referentes à F_y , utilizou-se uma plataforma subaquática de força acoplada a uma passarela de 8 m de comprimento, coberta com material antiderrapante, posicionada no fundo de uma piscina térmica ($30 \pm 1^\circ\text{C}$). A plataforma tem sensibilidade de 2 N, erro menor que 1% e frequência natural de 300 Hz. O sistema de aquisição de dados é composto por uma placa condicionadora de 16 canais, por um conversor A/D de 12 bits e pelo *software* de aquisição e processamento de dados SAD 32 (15). Utilizou-se para a coleta de dados uma taxa de aquisição de 1.000 pontos por segundo.

Após um período de adaptação aos equipamentos e ao ambiente de coleta de dados, o sujeito foi instruído a realizar 30 tentativas válidas para os exercícios de caminhada, corrida com deslocamento e corrida estacionária e cinco tentativas válidas para o salto vertical. Todos os exercícios foram realizados em dois níveis de imersão: nível do processo xifoide e nível do quadril. Os níveis de imersão foram escolhidos porque correspondem a pontos anatômicos facilmente identificáveis pelos profissionais que prescrevem exercícios aquáticos em suas rotinas diárias.

O sujeito realizou a caminhada e a corrida com deslocamento em velocidade autosselecionada (medida com a utilização de um sistema de fotocélulas conectado a um cronômetro) e foram consideradas válidas as tentativas nas quais o sujeito fez o contato do pé com a plataforma sem olhar para baixo ou mudar o ritmo do movimento. Para a corrida estacionária, controlou-se a cadência de 120 batimentos por minuto em um metrônomo, correspondente à frequência de 2 Hz. Para o salto vertical, foi considerada válida a tentativa em que o sujeito aterrissou sobre a plataforma com ambos os pés.

Após a aquisição, os dados foram exportados e analisados através de uma rotina de processamento criada no *software* Scilab 4.1.2 (INRIA). Para a caminhada, corrida com deslocamento e corrida estacionária, a rotina foi composta pelas etapas de filtragem (*Butterworth*, ordem 3, passa-baixa de 30 Hz), normalização pelo peso corporal fora da água, verificação da força vertical máxima de reação do solo durante o contato do pé com a plataforma de força e cálculo dos valores de média e desvio padrão.

Para o salto utilizou-se a seguinte rotina: filtragem (*Butterworth*, ordem 3, passa-baixa de 60 Hz); normalização pelo peso corporal fora da água; verificação da força vertical máxima de reação do solo durante a fase de propulsão e de aterrissagem força; e cálculo dos valores de média e desvio padrão.

Para o tratamento dos dados utilizou-se a estatística descritiva e inferencial. Depois de confirmada a normalidade e a homogeneidade dos dados, foram realizados o teste “t” de Student para amostras dependentes e a ANOVA, para medidas repetidas. Para todos os procedimentos adotou-se um nível de significância de 95%.

Resultados

Caminhada e corrida

A força vertical para a caminhada no nível do processo xifoide correspondeu a $39 \pm 3\%$ PC e a $48 \pm 3\%$ PC no nível do quadril, a uma velocidade autosselecionada (de $0,42 \pm 0,12$ m.s-1 no xifoide e de $0,48 \pm 0,14$ m.s-1 no quadril). Para a corrida com deslocamento, a força vertical correspondeu a $138 \pm 8\%$ PC no nível do xifoide e a $156 \pm 15\%$ PC no nível do quadril, a uma velocidade autosselecionada (de $0,89 \pm 0,12$ m.s-1 no xifoide e de $0,92 \pm 0,14$ m.s-1 no quadril). Na corrida estacionária os valores de força corresponderam a $139 \pm 11\%$ PC na imersão do processo xifoide e a $202 \pm 10\%$ PC na imersão no nível do quadril, ambas realizadas a uma frequência de 2,0 Hz.

Salto

Os valores de força durante a propulsão foram de $195 \pm 13\%$ PC na imersão do processo xifoide e de $194 \pm 5\%$ PC na imersão do quadril. A força durante a aterrissagem correspondeu a $222 \pm 58\%$ PC na imersão do xifoide e a $387 \pm 60\%$ PC na imersão do quadril. A duração da fase de voo foi de $0,70 \pm 0,01$ s na imersão do xifoide e de $0,63 \pm 0,01$ s na imersão do quadril.

No Gráfico 1 são apresentados os gráficos referentes às médias da componente vertical da força de reação do solo para os exercícios de caminhada, corrida com deslocamento, corrida estacionária e salto, executados em ambiente aquático.

Comparação dos dados

Quando comparados os níveis de imersão, ocorreu diferença significativa para os valores da força vertical para a caminhada, para a corrida estacionária, para a corrida em movimento e para a fase de aterrissagem do salto. Não foi observada diferença significativa na força vertical durante a propulsão do salto. Quando considerados os diferentes exercícios em um mesmo nível de imersão, foram observadas diferenças significativas para todas as comparações, exceto quando comparadas a corrida estacionária e a corrida com deslocamento no nível do processo xifoide.

Discussão

A partir dos resultados pode ser visto que, ao variar o tipo de exercício e o nível de imersão, pode ser realizado um aumento de carga gradual, desde a caminhada no nível do processo xifoide até o salto no nível do quadril.

Em se tratando da análise da força de reação do solo, a caminhada na água é o movimento mais estudado dentre os exercícios aquáticos, e os valores encontrados neste estudo (entre 39% e 48% do peso do sujeito) estão de acordo com aqueles reportados na literatura (2, 3, 12, 13, 16). Em uma comparação com os valores da força vertical na caminhada no solo, que correspondem a 120% do peso corporal do sujeito (17-19), observa-se uma redução considerável, ocasionada pela ação do empuxo. Conforme esperado, verificou-se uma maior redução das forças quando o sujeito caminhou imerso no nível do xifoide.

Andrews et al. (20) citam que a carga experimentada pelo indivíduo na corrida com deslocamento, na imersão no nível do manúbrio, equivale a 10% do peso corporal. Neste estudo, os valores encontrados para a imersão do processo xifoide (próxima à imersão citada pelos autores) correspondem a 138% do peso corporal, ou seja, são aproximadamente 14 vezes maiores que os valores referenciados por Andrews et al. (20).

Dessa forma, ao fazer uso das informações citadas pelos autores – que foram baseadas em medidas estáticas, ou seja, com o sujeito parado dentro da piscina – o profissional pode se equivocar ao fundamentar a prescrição desse exercício, submetendo o paciente a uma carga que ele pode não estar preparado para suportar (21).

Ainda em relação à corrida com deslocamento, os valores da força vertical observados neste estudo (138% do peso corporal no nível do xifóide, e 156% do peso corporal no nível do quadril) são menores que os valores reportados na literatura para esse exercício realizado no solo, que podem variar de 200% a 500% do peso corporal do indivíduo, dependendo da velocidade de corrida (17, 22). Além disso, é possível notar uma proximidade entre o valor observado para a corrida no nível do xifóide e os valores referentes à caminhada no solo, o que pode ser bastante útil durante a reabilitação, pois se o paciente é capaz de deambular no solo e suportar as cargas impostas, dependendo de seu acometimento, possivelmente conseguirá correr na imersão do xifóide. É importante lembrar, porém, que a resistência da água é maior do que a do ar (11) e, portanto, a sobrecarga durante o movimento é maior no ambiente aquático. Por isso, a condição muscular do paciente deve ser avaliada cuidadosamente, e é necessário considerar a capacidade do indivíduo de vencer a resistência da água e realizar o movimento de forma correta e segura.

Quanto à corrida estacionária, na imersão do xifóide os valores foram semelhantes aos da corrida em deslocamento. Entretanto, atenção especial deve ser dada ao fato de que a carga na imersão do quadril foi significativamente maior do que aquela observada para a corrida com deslocamento neste nível. Esse fato merece atenção, uma vez que a corrida estacionária é comumente utilizada no início de processos de tratamento (6), antes da utilização da corrida com deslocamento.

Na análise do salto vertical, uma característica importante observada neste estudo foi a proximidade dos valores do pico de propulsão nos dois níveis de imersão. Ou seja, a força realizada pelo sujeito para se deslocar verticalmente foi a mesma nos dois níveis de imersão, mesmo com uma diferença no tamanho da “coluna de água” a ser deslocada. Com base nisso, quando o interesse é o treinamento da fase propulsiva, pode-se optar por níveis de imersão maiores, uma vez que a força aplicada pelo sujeito é semelhante, enquanto que as cargas durante a aterrissagem são menores.

Nas aterrissagens de saltos realizados fora da água, os valores da força vertical de reação do solo variam de 300% a 800% do peso corporal do sujeito (23-26). Neste estudo, embora os valores encontrados tenham sido menores que aqueles relatados para o salto fora da água, a magnitude dessas forças é considerável, principalmente no nível do quadril, onde o sujeito foi submetido a cargas próximas de 400% do peso corporal. Em se tratando de pacientes que possuem restrições à carga, a prescrição de saltos, mesmo na água, deve ser cautelosa.

Alguns processos de reabilitação demandam a utilização de carga parcial do peso do indivíduo. Por exemplo, no processo de reabilitação de fraturas, é comum iniciar as atividades com 40% do peso do indivíduo, mas o paciente não tem propriocepção suficiente para controlar a carga solicitada, mesmo com treinamento (27-29). O fisioterapeuta tem optado em realizar os exercícios na água para o controle das cargas. A partir dos resultados deste estudo observa-se que, ao variar o tipo de exercício e a imersão, pode-se submeter o sujeito a cargas que variam de 39% (caminhada no nível do processo xifóide) a 387% de seu peso (salto no nível do quadril). Essa progressão pode ser visualizada no Gráfico 1.

Assim, ao desenvolver um programa treinamento/reabilitação na água, deve-se escolher o exercício que provê a carga adequada para o sujeito, considerando diferentes tipos de atividade em diferentes níveis de imersão (29, 30-32). Faz-se importante ainda caracterizar que, além de mudar a carga, o nível de imersão e a velocidade podem modificar a maneira como o indivíduo realiza o movimento, alterando a coordenação entre as diferentes articulações e a solicitação muscular (2, 16, 33, 34).

Considerações finais

Ocorreram diferenças no valor da força vertical, tanto na alteração do nível de imersão quanto na variação do tipo de exercício (caminhada, corrida estacionária, corrida em movimento e salto). Tanto a alteração de imersão como do tipo de exercício são meios eficazes de modificar a quantidade de carga agindo sobre o indivíduo.

Para continuar a análise de movimentos dentro da água com o objetivo de embasar a prescrição do exercício, sugere-se verificar o efeito da variação da velocidade de movimento e das características antropométricas sobre as forças, além de analisar os padrões de ativação muscular durante os exercícios em diferentes velocidades e imersões.

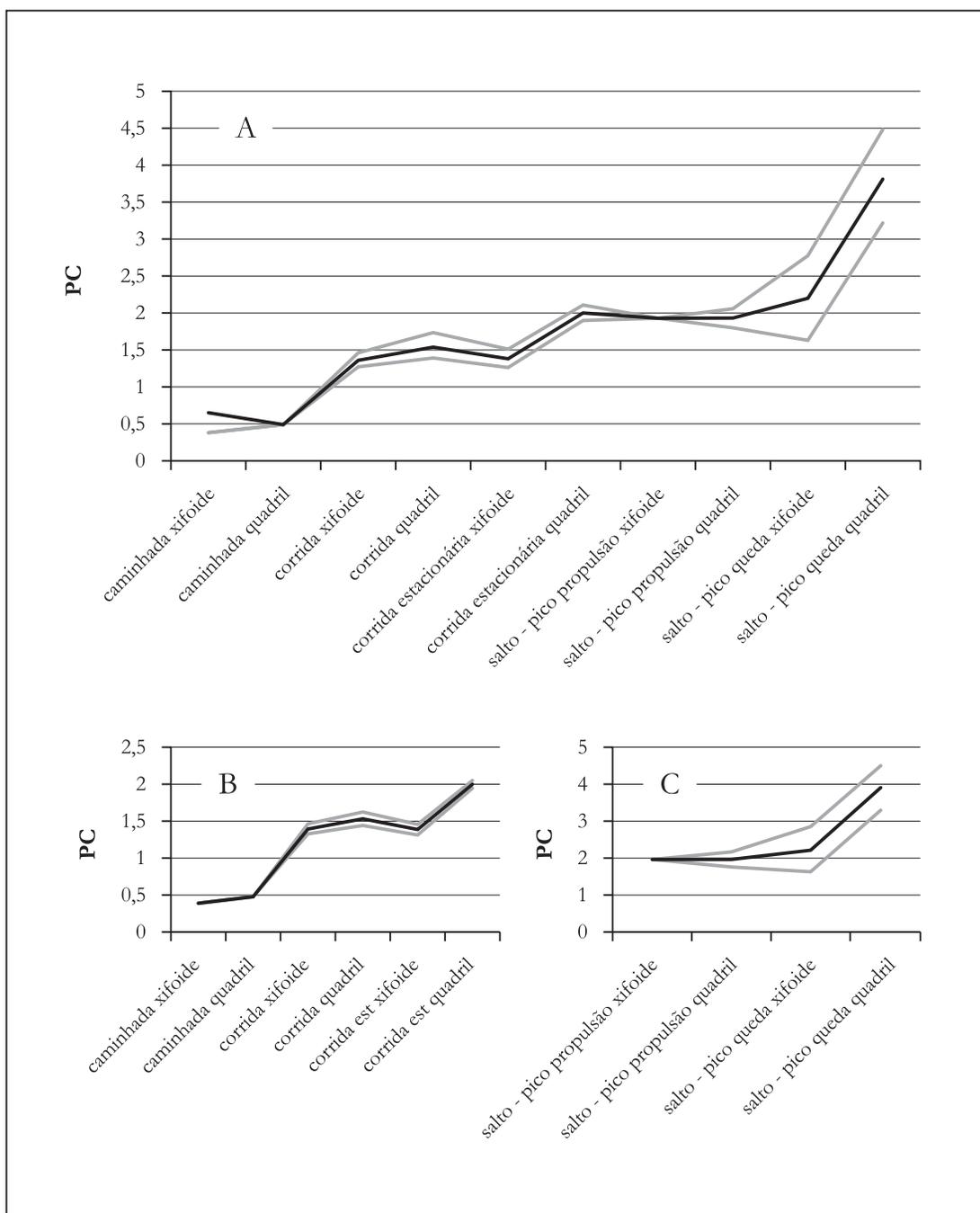


Gráfico 1 - Valores médios da componente vertical da força de reação do solo normalizados pelo peso corporal dos sujeitos durante a execução dos exercícios em ambiente aquático. A) Exercícios de caminhada, corrida (com deslocamento e estacionária) e salto (propulsão e queda); B) Exercícios de marcha: caminhada, corrida e corrida estacionária; e C) Exercícios de salto: propulsão e queda

Agradecimentos

Ao Programa DS/CAPES, pelo financiamento da bolsa de estudo.

Referências

1. Takeshima N, Rogers ME, Watanabe E, Brechue WF, Okada A, Yamada T, et al. Water-based exercise improves health related aspects of fitness in older women. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(3):544-51.
2. Masumoto K, Takasugi S, Hotta N, Iwamoto Y. Electromyographic analysis of walking in water in healthy humans. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci.* 2004;23(4):119-27.
3. Kaneda K, Yashi WH, Nomura T. Lower extremity muscle activity during different types and speeds of underwater movement. *J Physiol Anthropol.* 2007;26(2):197-200.
4. Reilly T, Dowzer CN, Cable NT. The physiology of deep-water running. *J Sports Scie.* 2003;21(12):959-72.
5. Robinson LE, Devor ST, Merrick, MA, Buckworth J. The effects of land vs. aquatic plyometrics on power, torque, velocity, and muscle soreness in women. *J Strength Cond Res.* 2004;18(1):84-91.
6. Thein JM, Brody LT. Aquatic-based rehabilitation and training for the elite athlete. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27(1):32-41.
7. Ay A, Yurtkuran M. Influence of aquatic and weight-bearing exercises on quantitative ultrasound variables in postmenopausal women. *Am J Phys Med Rehabil.* 2005;84(1):52-61.
8. Bravo G, Gauthier P, Roy PM, Payette H, Gaulin P. A weight-bearing, water-based exercise program for osteoporotic women: its impact on bone, functional fitness, and well-being. *Arch Phys Med Rehabil.* 1997;78(12):1375-80.
9. Miller MG, Berry DC, Bullard S, Gilders R. Comparisons of land and aquatic-based plyometric programs during an 8-week training period. *J Sport Rehabil.* 2002;11:268-83.
10. Miller MG, Cheatham C, Porter AR, Ricard MD, Hennigar D, Berry DC. Chest- and waist-deep aquatic plyometric training and average force, power and vertical-jump performance. *International Journal of Aquatic Research and Education.* 2007;1:145-55.
11. Dowzer CN, Reilly TE, Cable NT. Effects of deep and shallow water running on spinal shrinkage. *Br J Sports Med.* 1998;32(1):44-8.
12. Barela AMF, Stolf SF, Duarte M. Biomechanical characteristics of adults walking in shallow water and on land. *J Electromyogr Kinesiol.* 2006;16(3):250-6.
13. Roesler H, Haupenthal A, Schütz GR, Souza PV. Dynamometric analysis of the maximum force applied in aquatic human gait at 1.3 m of immersion. *Gait Posture.* 2006;24(4):412-7.
14. Pollock ML, Wilmore JH. Exercícios na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação. 2a ed. Rio de Janeiro: MEDSI; 1993.
15. Silva LM, Zaro MA. Sistema de Aquisição de dados SAD 2 Versão 3.0: manual de operação. Porto Alegre: UFRGS-DEMEC; 1997.
16. Miyoshi T, Shirota T, Yamamoto SI, Nakazawa K, Akai M. Functional roles of lower limb joint moments: a biomechanical study in young, healthy subjects comparing walking in water and on land. *Clin Biomec.* 2005;20:194-201.
17. Hamill J, Knutzen KM. Bases biomecânicas do movimento humano. São Paulo: Manole; 1999.
18. Nigg BM, Herzog W. Biomechanics of the muscle-skeletal system. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons; 1994.

19. Rose J, Gamble JG. Human walking. 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1994.
20. Andrews JR, Harrelson GL, Wilk KE. Reabilitação física das lesões desportivas. 2a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000.
21. Keller TS, Weisberger AM, Ray JL, Hasan SS, Shiavi RG, Spengler DM. Relationship between vertical ground reaction force and speed during walking, slow jogging and running. *Clin Biomech.* 1996;11(5):253-259.
22. Novacheck TF. The biomechanics of running. *Gait Posture.* 1998;7(1):77-95.
23. Gross TS, Nelson RC. The shock attenuation role of the ankle during landing from a vertical jump. *Med Sci Sports Exerc.* 1988;20(5):506-14.
24. McClay IS, Robinson JR, Andriacchi TP, Frederick EC, Gross T, Martin P, et al. A profile of ground reaction forces in professional basketball. *J Appl Biomech.* 1994;10:222-36.
25. Dufek JS, Bates BT. The evaluation and prediction of impact forces during landings. *Med Sci Sports Exerc.* 1990;22(3):370-7.
26. Fantini C, Menzel HJ. Análise de impactos em aterrissagens após saltos máximos em diferentes grupos de atletas e não-atletas. *Anais do IX Congresso Brasileiro de Biomecânica; 2001; Porto Alegre, Porto Alegre: UFRGS; 2001.* p. 89-93.
27. Tveit M, Karrholm J. Low effectiveness of prescribed partial weight bearing. Continuous recording of vertical loads using a new pressure-sensitive insole. *J Rehabil Med.* 2001;33(1):42-6.
28. Vasarhelyi A, Baumert T, Fritsch C, Hopfenmüller W, Gradl G, Mittlmeier T. Partial weight bearing after surgery for fractures of the lower extremity – Is it achievable? *Gait Posture.* 2006;23(1):99-105.
29. Roesler H, Haupenthal A, Schutz G, Souza P. Análise das forças de reação do solo na marcha de adultos a 1,3 metros de imersão. *Fisioter Mov.* 2005;18(4):21-31.
30. Foley A, Halbert J, Hewitt T, Crotty M. Does hydrotherapy improve strength and physical function in patients with osteoarthritis – a randomised controlled trial comparing a gym based and a hydrotherapy based strengthening programme. *Ann Rheum Dis.* 2003;62(12):1162-7.
31. Takeshima N, Rogers ME, Watanabe E, Brechue WF, Okada A, Yamada T, et al. Water-based exercise improves health related aspects of fitness in older women. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(3):544-51.
32. Wang TJ, Belza B, Thompson FE, Whitney JD, Bennett K. Effects of aquatic exercise on flexibility, strength and aerobic fitness in adults with osteoarthritis of the hip or knee. *J Adv Nurs.* 2007;57(2):141-52.
33. Masumoto K, Takasugi S, Hotta N, Fujishima K, Iwamoto Y. Electromyographic analysis of walking in water in healthy humans. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci.* 2004;23(4):119-27.
34. Miyoshi T, Nakazawa K, Tanizaki M, Sato T, Akai M. Altered activation pattern in synergistic ankle plantarflexor muscles in a reduced-gravity environment. *Gait Posture.* 2006;24(1):94-9.

Recebido: 26/01/2009

Received: 01/26/2009

Aprovado: 02/10/2009

Approved: 10/02/2009

Revisado: 13/05/2010

Reviewed: 05/13/2010