

Comparação das respostas cardiorrespiratórias de um exercício de hidroginástica com e sem deslocamento horizontal nos meios terrestre e aquático

CDD. 20.ed. 613.716
796.022

Ana Carolina KANITZ*
Eduardo Marczwski da SILVA*
Cristine Lima ALBERTON*
Luiz Fernando Martins KRUEL*

*Escola de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Resumo

O objetivo do estudo foi comparar as respostas cardiorrespiratórias de um exercício de hidroginástica (corrida estacionária) realizado com e sem deslocamento horizontal no meio terrestre (MT), em piscina funda (PF) e em piscina rasa (PR). Seis mulheres jovens realizaram os exercícios durante 4 min numa cadência de 80 bpm. O exercício consistia em flexão e extensão de quadril com os braços simulando um movimento de corrida. A frequência cardíaca (FC) e o consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) foram coletados no último minuto de exercício e a percepção de esforço (PE) foi coletada ao término do exercício. Para a comparação das variáveis utilizou-se ANOVA two-way para medidas repetidas com fatores meio e forma de execução ($p < 0,05$). Para todas as variáveis analisadas foram encontrados valores menores no exercício em PR comparado ao exercício no MT. Porém, nenhuma diferença foi observada entre o exercício no MT e em PF, exceto para a FC, que foi menor no exercício em PF. Em relação à forma de execução, para a FC, foram encontrados valores maiores no exercício com deslocamento quando comparado ao exercício sem deslocamento somente na PF. Estes achados sugerem a possibilidade de executar o exercício analisado em PF com gasto energético (GE) similar e FC menor quando comparado ao mesmo exercício no MT. Fato de grande relevância para populações que querem obter um GE semelhante ao exercício no MT, mas que necessitam de uma menor sobrecarga cardiovascular.

UNITERMOS: Frequência cardíaca; Consumo de oxigênio; Percepção de esforço; Exercícios aquáticos.

Introdução

As atividades aquáticas vêm crescendo em popularidade nos últimos anos, principalmente devido a seus inúmeros benefícios à saúde. Há evidências científicas de que o exercício aeróbio na água tenha os mesmos ganhos de aptidão física que o exercício na terra (AVELLINI, SHAPIRO & PANDOLF, 1983; PÖYHÖNEN, SIPILÄ, KESKINEN, HAUTALA, SAVOLAINEN & MÄLKIA, 2002), apresentando a vantagem de ser realizado com um menor impacto, diminuindo assim, os riscos de lesões (BARELA, STOLF & DUARTE, 2006; BRITO, ROESLER, HAUPENTHAL & SOUZA, 2004; KRUEL, 1994; KRUEL, 2000; MIYOSHI, SHITOTA, YAMAMOTO, NAKAZAWA & AKAI, 2004). Desta forma, vários autores têm recomendado a atividade aquática para indivíduos idosos, obesos, com lesões nos membros

inferiores e na coluna (BENELLI, DITROILO & DE VITO, 2004; CASSADY & NIELSEN, 1992; KRUEL, 2000; PÖYHÖNEN et al., 2002; SHONO, FUJISHIMA, HOTTA, OGAKI & UEDA, 2001; SHONO, FUJISHIMA, HOTTA, OGAKI, UEDA, OTOKI, TERAMOTO & SHIMIZU, 2000).

Atividades aquáticas como a hidroginástica e a corrida em piscina funda são exercícios que incorporam grandes grupos musculares, tanto de membros inferiores quanto superiores, apresentam menor estresse articular e ainda aproveitam a resistência da água para obter e manter a aptidão cardiorrespiratória (CASSADY & NIELSEN, 1992). A diferença no comportamento das variáveis cardiorrespiratórias no exercício realizado no Meio Terrestre (MT) e Aquático (MA) é dependente da forma com que a intensidade do

exercício é fixada e pelo tipo de exercício realizado dentro da água (ALBERTON, COERTJENS, FIGUEIREDO & KRUEL, 2005; ALBERTON, TARTARUGA, PINTO, CADORE, DA SILVA & KRUEL, 2009; SHONO et al., 2000; PINTO, ALBERTON, FIGUEIREDO, TIGGEMANN & KRUEL, 2008). Os efeitos agudos dos exercícios realizados no MA são influenciados pelas propriedades físicas da água. Dentre essas propriedades a resistência ao avanço (R) pode ser destacada. Ela é expressa como $R = 0,5 \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \cdot Cd$, onde ρ é a densidade do líquido, A é a área projetada, v é a velocidade do movimento e Cd é o coeficiente de arrasto (ALEXANDER, 1977). Assim, se quisermos aumentar a magnitude das respostas fisiológicas do exercício aquático, podemos aumentar a área projetada (A), por exemplo, utilizando exercícios em deslocamento frontal livre, e/ou aumentar a velocidade de execução (v^2).

Na literatura existem inúmeros estudos comparando as respostas cardiorrespiratórias submáximas do exercício aquático com o terrestre encontrando respostas bastante variadas (ALBERTON et al., 2005, 2009; BENELLI, DITROILO & DE VITO, 2004; GREEN, CABLE & ELMS, 1990; HALL, McDONALD, MADDISON & O'HARE, 1998; KRUEL, 2000; MASUMOTO, SHONO, HOTTA & FUJISHIMA, 2008; MORAES, KRUEL, SAMPE-DRO & LOPES, 2002; POHL & McNAUGHTON, 2003; ROBERT, JONES & BOBO, 1996; SHONO et al., 2001). Alguns estudos que analisaram a caminhada em piscina funda apresentam valores de frequência cardíaca (FC) e consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) menores na água do que na terra. A menor resposta da FC encontrada na caminhada em piscina funda é sugerida pela combinação de fatores como o aumento do retorno venoso devido ao efeito da pressão hidrostática sobre o corpo em imersão. Já, o menor $\dot{V}O_2$ observado pode ser atribuído pelos músculos antigravitacionais não serem necessários na água para suportar o peso corporal, devido à utilização do cinturão flutuador (GREEN, CABLE & ELMS, 1990; ROBERT, JONES & BOBO, 1996). Outros estudos apresentam valores cardiorrespiratórios maiores na água em comparação ao MT. Neste caso, velocidades iguais tanto para a caminhada na água como na terra são utilizadas. Dessa forma, a maior resistência ao avanço em uma mesma velocidade devido a densidade do fluido, torna a caminhada aquática mais intensa (HALL et al., 1998; POHL & McNAUGHTON, 2003). Há também estudos que não encontraram diferenças entre

os meios. Estes resultados ocorrem quando na água a velocidade da caminhada é aproximadamente a metade da velocidade utilizada em terra (MASUMOTO et al., 2008; SHONO et al., 2001).

Analisando exercícios de hidroginástica realizados com deslocamento apenas vertical e com o ritmo de execução controlado através de cadências, alguns autores têm encontrado valores de FC (BENELLI, DITROILO & DE VITO, 2004) e $\dot{V}O_2$ menores na água comparado ao mesmo exercício realizado em terra (ALBERTON et al., 2005, 2009; KRUEL, 2000; MORAES et al., 2002). Segundo os autores estes resultados são encontrados, pois na água há um menor peso hidrostático provocado pela força de empuxo, assim um peso bem menor deve ser deslocado na água em comparação a terra, tornando o exercício no MA menos intenso. Estas variações são decorrentes, entre outros aspectos, as diferentes metodologias utilizadas nos estudos, principalmente, devido aos diferentes exercícios utilizados e das diversas formas como a intensidade do exercício pode ser controlada.

Além disso, a percepção de esforço (PE) também tem sido analisada em diversos estudos na literatura, pois é considerada uma variável muito utilizada na prescrição de treinamento tanto em meio aquático como em meio terrestre (DEMAERE & RUBY, 1997; RITCHIE & HOPKINS, 1991). No entanto, suas respostas ainda não estão bem claras quando relacionadas a exercícios no meio aquático e suas diferentes formas de deslocamento.

Deste modo, embora exista o interesse em avaliar o comportamento das respostas cardiorrespiratórias dentro e fora da água em diferentes situações, não encontramos estudos que comparassem as respostas cardiorrespiratórias submáximas de um exercício de hidroginástica realizado com e sem deslocamento nos meios terrestre e aquático, em piscina funda (PF) e em piscina rasa (PR). Assim, para que possamos adequar os programas de atividades aquáticas, tais como a hidroginástica e a corrida em piscina funda, à realidade e aos objetivos dos praticantes, faz-se importante estudar e conhecer as diferentes respostas cardiorrespiratórias das atividades desenvolvidas no MA. Deste modo o objetivo do presente estudo foi comparar as respostas cardiorrespiratórias de mulheres jovens em um exercício de hidroginástica (corrida estacionária) realizado com e sem deslocamento em PF, PR e no MT.

Materiais e métodos

Amostra

A amostra desse estudo foi composta por seis mulheres jovens ativas ($22,7 \pm 1,75$ anos; $57,4 \pm 5,19$ kg; $1,65 \pm 5,83$ m; IMC: $21,3 \pm 2,66$ kg/m²), ambientadas ao meio líquido e isentas de problemas físicos. A amostra foi selecionada de forma não-aleatória e por voluntariedade. Todas assinaram um termo de consentimento informado previamente aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS - nº 2007788).

Procedimentos

A coleta de dados foi realizada nas piscinas do Centro Natatório da Escola de Educação Física (EsEF) da UFRGS. A PR possui dimensões de 16 m de largura, 9 m de comprimento e uma variação de profundidade de 0,95 a 1,30 m, já a PF possui dimensões de 16 m de largura, 25 m de comprimento e 2 m de profundidade. O exercício utilizado nas três situações consistia num movimento na posição ortostática alternando perna direita e esquerda realizando flexão do quadril até 90° e após extensão de quadril até a posição inicial. Os membros superiores simulavam um movimento de corrida (FIGURA 1). Na PF o exercício foi realizado com auxílio de um colete flutuador. Para controlar o ritmo de execução, o exercício foi realizado em uma cadência fixa de 80 bpm em todas as situações. A cadência foi controlada através de um metrônomo digital MA-30, marca KORG.



FIGURA 1 - Exercício alternando perna direita e esquerda realizando flexão e extensão do quadril com membros superiores simulando um movimento de corrida (corrida estacionária).

Cada sujeito completou todos os testes em um único dia. A sessão iniciava com o indivíduo em decúbito dorsal no MT durante 30 min, onde foram coletados o $\dot{V}O_2$ e a FC nos 5 min finais (repouso 1). Imediatamente após, o indivíduo posicionava-se em pé no lugar estipulado para a execução dos exercícios. A ordem dos exercícios (MT, PR e PF) bem como a forma (com e sem deslocamento) foi determinada aleatoriamente. O exercício foi realizado durante 4 min, pois segundo MORAES et al. (2002) o tempo mínimo para o $\dot{V}O_2$ e a FC atingirem o estado estável em exercícios de hidroginástica é de 2 min e 20 s. Após cada exercício realizado e entre cada forma de execução, o indivíduo novamente posicionava-se em decúbito dorsal para um novo repouso (repouso 2, 3, 4, 5 e 6). Esses repouso tinham a duração necessária para que os valores de $\dot{V}O_2$ e FC estivessem semelhantes ao do repouso 1. Para que essa condição fosse alcançada, a duração dos repouso 2, 3, 4, 5 e 6 variou entre 15 e 20 min. Para a execução dos exercícios, a profundidade de imersão dos indivíduos na PF permaneceu na altura dos ombros e em PR ficou entre o processo xifóide e os ombros. A temperatura da água permaneceu entre 30 e 32 °C.

As participantes do estudo foram informadas a não consumirem cafeína ou qualquer tipo de estimulante e evitar a prática de atividades físicas intensas durante as últimas 24 h antes da realização das coletas.

A aquisição dos dados cardiorrespiratórios dos exercícios foi realizada a partir do 3º min de exercício. Para coleta do $\dot{V}O_2$ foi utilizado um analisador de gases portátil KB1-C da marca AEROSPORT, com taxa de amostragem de 20 s. Para cada sessão de coleta o analisador de gases era ligado e permanecia aquecendo durante 30 min para estabilização das células de análise de gases. Após, eram realizadas duas calibrações automáticas, em ambiente livre de altas concentrações de dióxido de carbono (KING, McLAUGHLIN, HOWLEY, BASSET & AINSWORTH, 1999). Durante as coletas no MA o aparelho era mantido fora da piscina e o indivíduo realizava o exercício próximo à borda. Para a FC um frequencímetro TRIAXC3 da marca Nike que também foi obtida a cada 20 s. A PE foi indicada com auxílio da Escala RPE de Borg (6-20) logo após o término do exercício.

Análise estatística

Foi utilizada estatística descritiva, com os dados apresentados em médias e desvio-padrão. Para verificar que cada indivíduo partisse de valores cardiorrespiratórios semelhantes previamente

à execução de cada exercício foi realizada uma comparação das variáveis cardiorrespiratórias entre os repouso utilizando ANOVA para medidas repetidas. Para as variáveis cardiorrespiratórias do exercício foi utilizada ANOVA “two-way” para medidas repetidas

com fatores meio e forma de execução. Nas interações significativas da análise de variância, fez-se um desdobramento da interação com um teste F. O nível de significância adotado foi $p < 0,05$ e o programa estatístico utilizado foi SPSS versão 13.0.

Resultados

Os resultados da comparação dos valores de FC e $\dot{V}O_2$ nos repouso realizados entre os exercícios são apresentados na TABELA 1. Não foram encontradas

diferenças significativas entre os repouso, demonstrando que os indivíduos partiram de valores cardiorrespiratórios semelhantes para a execução dos exercícios.

TABELA 1 - Média e desvios-padrão (DP) da FC e do $\dot{V}O_2$ e nível de significância (p) dos repouso (rep1, rep2, rep3, rep4, rep5 e rep6) entre os exercícios ($p < 0,05$).

	FC (bpm)			$\dot{V}O_2$ (L.min ⁻¹)		
	Média	DP	p	Média	DP	P
Rep 1	76	± 9		0,15	± 0,04	
Rep 2	75	± 7		0,18	± 0,06	
Rep 3	73	± 8	0,133	0,16	± 0,02	0,466
Rep 4	69	± 10		0,17	± 0,04	
Rep 5	75	± 4		0,19	± 0,06	
Rep 6	74	± 7		0,17	± 0,03	

Em relação as variáveis cardiorrespiratórias de exercício, os resultados indicam que houve interferência do meio sobre todas as variáveis, mas que não houve interferência da forma. Além disso, foi encontrada uma interação significativa entre forma e meio para a FC. A presença de interação indica que o comportamento das situações é

diferente e a ausência indica que estes têm um comportamento semelhante.

O comportamento do $\dot{V}O_2$ absoluto, $\dot{V}O_2$ relativo e PE (FIGURA 2, 3 e 4) apresentou um aumento significativo no exercício realizado no MT comparado à PR ($p < 0,05$) e entre as duas situações no MA e entre o MT e PE, não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$).

Letras diferentes representam diferença estatisticamente significativa entre os meios para ambas as formas de execução.

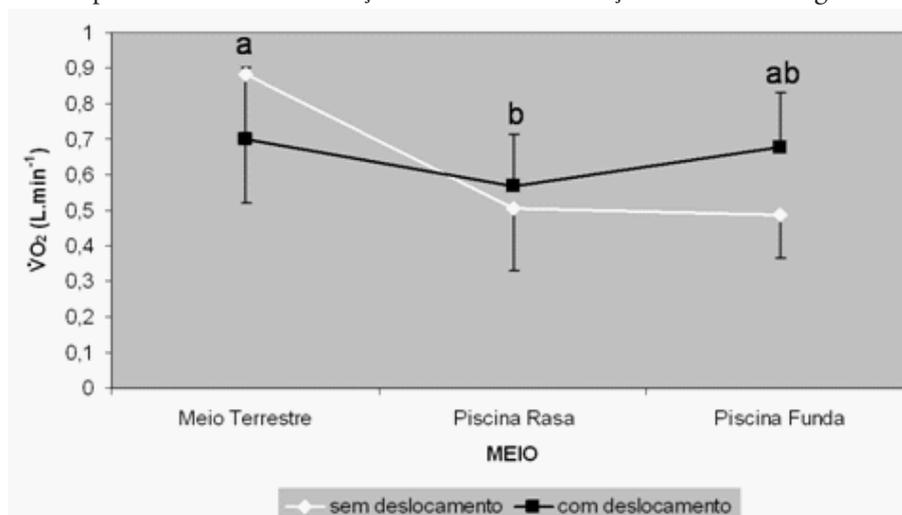
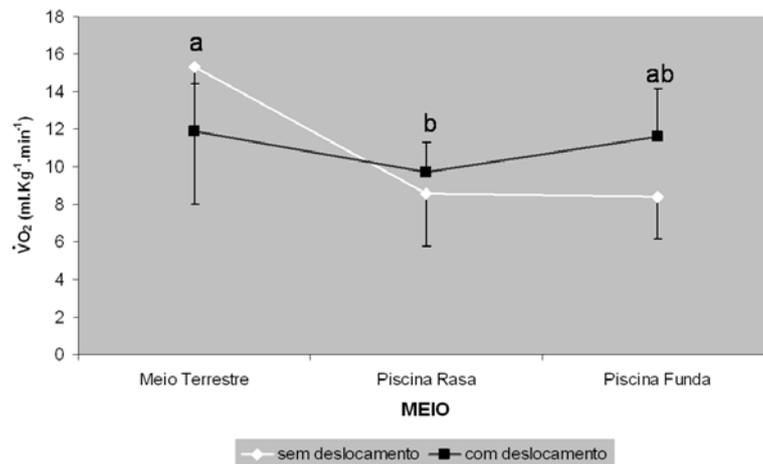


FIGURA 2 - Comportamento do $\dot{V}O_2$ (absoluto) nos diferentes meios (MT, PR e PF) e nas diferentes formas de execução (sem e com deslocamento).



FIGURAS 3 e 4: Letras diferentes representam diferença estatisticamente significativa entre os meios para ambas as formas de execução.

FIGURA 3 - Comportamento do $\dot{V}O_2$ (relativo) nos diferentes meios (MT, PR e PF) e nas diferentes formas de execução (sem e com deslocamento).

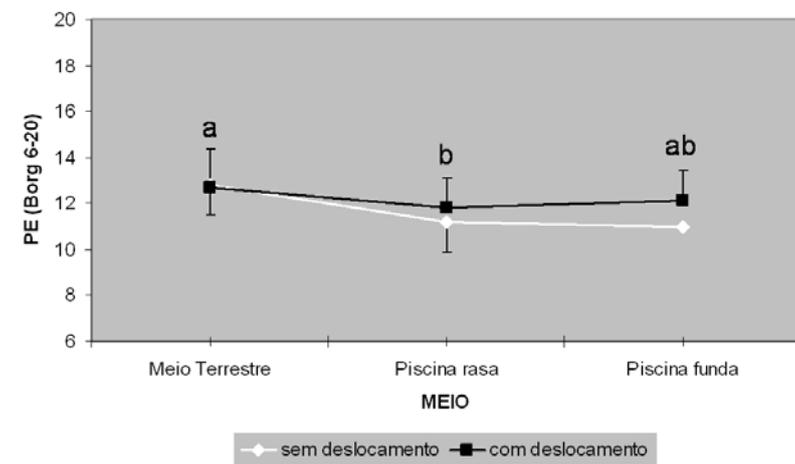


FIGURA 4 - Comportamento da PE nos diferentes meios (MT, PR e PF) e nas diferentes formas de execução (sem e com deslocamento).

Uma vez encontrada interação entre a forma e o meio para a FC foi realizado um desdobramento para localizar as diferenças. O resultado está representado na FIGURA 5. Os valores de FC foram superiores no exercício no MT comparado as situações em PR ($p < 0,05$) e em PF ($p < 0,05$). Além disso, depois de realizado o desdobramento localizou-se na PF valores de FC maiores no exercício realizado

com deslocamento comparado ao exercício executado sem deslocamento ($p < 0,05$).

Na TABELA 2 são apresentados os valores do “power effect” e “effect size” para cada um dos efeitos principais e para a interação entre eles para as variáveis $\dot{V}O_2$ (relativo e absoluto) e PE. Para a variável FC (TABELA 3) são apresentados os valores dos dois testes a partir dos resultados do desdobramento.

Letras diferentes representam diferença estatisticamente significativa entre os meios (letras maiúsculas correspondem ao exercício sem deslocamento e minúsculas ao com deslocamento).

* representa diferença estatisticamente significativa entre as formas de execução em cada meio ($p < 0,05$).

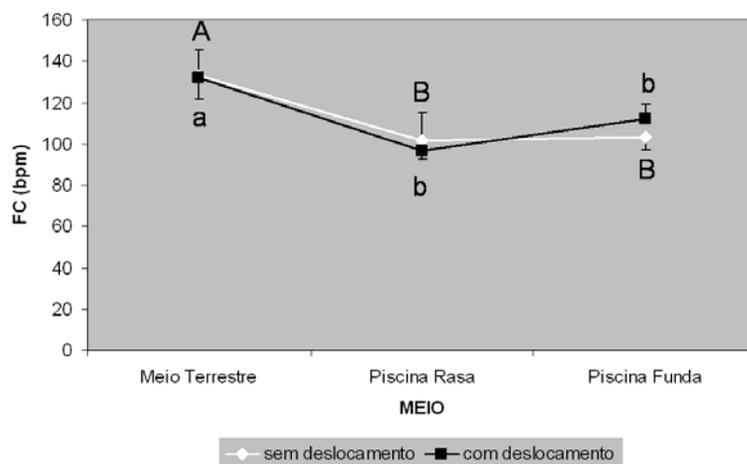


FIGURA 5 - Comportamento da FC nos diferentes meios (MT, PR e PF) e nas diferentes formas de execução (sem e com deslocamento).

TABELA 2 - Valores do “power effect” e “effect size” representados pelo eta ao quadrado (η^2) e pela potência observada no efeito principal e na interação entre eles do $\dot{V}O_2$ absoluto, $\dot{V}O_2$ relativo e PE.

Variáveis	Comparações	η^2	potência observada
$\dot{V}O_2$ (absoluto)	forma	0,024	0,059
	meio	0,682	0,950
	forma*meio	0,328	0,380
\dot{V} (relativo)	forma	0,010	0,054
	meio	0,634	0,904
	forma*meio	0,31	0,351
PE	forma	0,225	0,167
	meio	0,532	0,737
	forma*meio	0,408	0,511

TABELA 3 - Valores do “power effect” e “effect size” representados pelo eta ao quadrado (η^2) e a potência observada do desdobramento da FC, onde CD = com deslocamento e SD = sem deslocamento.

Situação	Desdobramento da FC		
	Comparação	η^2	potência observada
FC Meio Terrestre	SD*CD	0,098	0,093
FC Piscina Rasa	SD*CD	0,147	0,119
FC Piscina Funda	SD*CD	0,825	0,968
FC com deslocamento	MT*PR*PF	0,937	1,000
FC sem deslocamento	MT*PR*PF	0,852	0,999

Discussão

Consumo de oxigênio e percepção de esforço

No presente estudo o exercício em PR apresentou valores de $\dot{V}O_2$ e PE menores quando comparada a situação no MT, corroborando com estudos da literatura (ALBERTON et al., 2005, 2009; KRUEL, 2000; MORAES et al., 2002). Este comportamento pode ser explicado devido ao reduzido peso hidrostático no MA. O peso hidrostático pode ser definido como a diferença do peso corporal e o empuxo. O percentual de redução do peso hidrostático é influenciado pela profundidade de imersão (KRUEL, 1994). No presente estudo, em PR a profundidade de imersão variou entre processo xifóide e ombros correspondendo a aproximadamente 80% do peso corporal do indivíduo (KRUEL, 1994). Este reduzido peso hidrostático representa um peso bem menor a ser carregado na água. Este efeito faz com que seja necessário um menor recrutamento muscular para manter a postura e para realizar o exercício, podendo reduzir o $\dot{V}O_2$ da atividade e consequentemente, o gasto energético e a PE.

No entanto, este efeito do peso hidrostático também está presente no exercício em PF, porém neste não foram encontradas diferenças em relação ao MT. Uma possível explicação para este comportamento pode estar relacionada ao maior movimento de membros superiores durante o exercício em PF, tanto para auxiliar na propulsão durante o exercício com deslocamento quanto para auxiliar no equilíbrio durante o exercício sem deslocamento. Além disso, o exercício em PF pode ter sido realizado com diferentes grupos musculares em comparação ao exercício no MT e em PR. No estudo de KANEDA, WAKABAYASHI, SATO e NOMURA (2007) durante a caminhada em PF o músculo bíceps femoral apresentou maior atividade quando comparada a caminhada em PR e no MT. Em contrapartida, a atividade dos músculos gastrocnêmico e sóleo foi maior nestas situações. Estes resultados ocorreram, pois na PR e no MT há um contato com o solo que ajuda na propulsão do movimento, já em PF não há este contato. Assim, a propulsão do movimento durante a caminhada em PF pode ocorrer através da ação, principalmente, dos extensores do quadril, como os músculos glúteo máximo, semitendinoso e semimembranoso, além do Bíceps Femoral. Desta forma, o exercício em PF pode apresentar uma maior massa muscular envolvida fazendo com que o $\dot{V}O_2$ e PE estejam aumentados nesta situação em comparação com o exercício em PR, porém sem diferença estatisticamente significativa.

Além disso, não foram encontradas diferenças significativas entre o exercício realizado nos diferentes meios com e sem deslocamento para estas variáveis. Estes achados são facilmente compreendidos no MT, uma vez que não há uma resistência significativa oferecida para o deslocamento. No entanto, durante o exercício no MA, a resistência ao movimento é aumentada pela densidade desse fluido. Assim, com a maior área projetada nos exercícios com deslocamento este efeito está aumentado. Contudo, a baixa velocidade do deslocamento horizontal pode ter contribuído para que a resistência não tenha sido tão maximizada a ponto de influenciar as variáveis $\dot{V}O_2$ e PE.

Frequência cardíaca

No presente estudo, o exercício realizado no MA, tanto em PF quanto em PR, apresentou valores menores comparado ao exercício no MT. Comportamento similar foi observado em estudos anteriores (ALBERTON et al., 2005, 2009; BENELLI, DITROILO & DE VITO, 2004; KRUEL, 2000; MORAES et al., 2002). BENELLI, DITROILO & DE VITO (2004) analisando as respostas da FC de mulheres jovens durante uma mesma rotina de exercícios aeróbios realizada no MT e no MA em duas diferentes profundidades de imersão em PR (0,8 e 1,4 m), encontraram valores significativamente maiores no MT comparada as duas situações no MA. Neste estudo o exercício foi realizado em passo lento (executado em um passo de 90 bpm) e em passo rápido (138 bpm). Analisando apenas os resultados do exercício em passo lento, que pode representar a forma mais próxima do exercício realizado no presente estudo (80 bpm), a FC na água na profundidade de 1,4 m foi significativamente menor do que no MT.

Possíveis explicações para a diminuição da FC no MA podem estar atribuídas à pressão hidrostática e a termocondutividade. O efeito da pressão hidrostática sobre o corpo imerso redistribui o volume sanguíneo periférico para a região central do corpo aumentando o retorno venoso. Com esse maior enchimento das câmaras cardíacas, maior será a taxa de contração do coração, consequentemente maior o volume sistólico, diminuindo a FC (ARBORELIUS et al., 1972). Além disso, durante a imersão há uma grande transferência de calor por condução facilitando a troca de calor entre o corpo e o meio ambiente, reduzindo a redistribuição de sangue da região central para a periferia (CRAIG & DVORAK, 1996).

Comparando a FC entre o exercício com e sem deslocamento, o exercício com deslocamento em PF apresentou valores maiores comparado ao mesmo exercício sem deslocamento. Este comportamento

pode ter ocorrido devido ao maior movimento de membros superiores para auxiliar na propulsão, aumentando a FC sem aumentar as demais variáveis analisadas.

Conclusão

Concluímos que o exercício realizado em PR apresenta respostas cardiorrespiratórias menores quando comparado ao exercício no MT. Por outro lado, a realização do mesmo exercício em PF apresentou respostas cardiorrespiratórias semelhantes ao exercício no MT, com exceção da FC. Nossos achados sugerem que mulheres jovens realizando um exercício de hidroginástica em PF podem apresentar um gasto

energético similar e FC menor quando comparado ao mesmo exercício em MT. Este fato é de grande relevância para populações que querem obter um gasto energético semelhante ao exercício no MT, mas que necessitam de um exercício com menor sobrecarga cardiovascular e articular. Entretanto, cabe ressaltar que futuros estudos devem ser realizados para verificar se essas respostas se reproduzem em outras populações.

Abstract

Comparisons of cardiorrespiratory responses in a hydrogymnastics exercise with and without horizontal movement on land and in aquatic environment

The aim of the study was to compare the cardiorespiratory responses during an hydrogymnastics exercise performed with and without horizontal movement on land environment (LE) and in a deep (DS) and in a shallow swimming pool (SS). Six young women performed the exercise during four minutes in each environment (LE, DS and SS) and situation (with and without horizontal movement) in a cadence of 80 bpm. The exercise consisted in a hip flexion/extension while the arms simulating a running movement. The heart rate (HR) and oxygen uptake ($\dot{V}O_2$) were verified during the last minute in each exercise and the rate of perceived exertion (RPE) was collected in the ending of the exercise. To variables comparisons was used ANOVA two-way for repeated measures with factors environment and situation ($p < 0,05$). For all cardiorespiratory variables analyzed, SS exercise were lower than that found on LE. Although, no difference was observed in the exercise performed on LE or in DS, except for the HR, that was lower during DS. According to the different situations, higher HR value was found during the exercise with horizontal movement when compared with the exercise without horizontal movement in the DS. These findings suggest the possibility to perform the exercise analyzed with similar energy expenditure and lower FC in DS when compared with exercise in LE. It is very important for people that need similar energy expenditure and lower cardiovascular overload during aquatic exercise.

UNITERMS: Heart rate; Oxygen consumption; Rate of perceived exertion; Aquatic exercise.

Referências

- ALBERTON, C.L.; COERTJENS, M.; FIGUEIREDO, P.A.P.; KRUEL, L.F.M. Behavior of oxygen uptake in water exercises performed at different cadences in land out of water. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, v.37, n.5, p.S103, 2005.
- ALBERTON, C.L.; TARTARUGA M.P.; PINTO, S.S.; CADORE, E.L.; Da SILVA, E.M.; KRUEL, L.F.M. Cardiorespiratory responses to stationary running at different cadences in water and on land. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Turin, v.49, n.2, p.142-51, 2009.

- ALEXANDER, R. **Swimming**: mechanics and energetics of animal locomotion. London: Chapman and Hall, 1977. p.222-48.
- 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.590-8, 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, p.255-63, 1983.
- BARELA, A.M.F.; STOLF, S.F.; DUARTE, M. Biomechanical characteristics of adults walking in shallow water and on land. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, New York, v.16, p.250-6, 2006.
- BENELLI, P.; DITROILO, M.; DE VITO, G. Physiological responses to fitness activities: a comparison between land-based and water aerobics exercise. **The Journal of Strength & Condition Research**, Champaign, v.18, n.4 p.719-22, 2004.
- BRITO, R.N.; ROESLER, H.; HAUPENTHAL, A.; SOUZA P.V. Análise comparativa da marcha humana em solo à subaquática em dois níveis de imersão: joelho e quadril. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v.8, n.1, p.7-12, 2004.
- CASSADY, S.L.; NIELSEN, D.H. Cardiorespiratory responses of healthy subjects to calisthenics performed on land versus in water. **Physical Therapy**, Albany, v.75, p.532-8, 1992.
- CRAIG, A.B.; DVORAK, M. Thermal regulation during water immersion. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v.21, p.1577-85, 1996.
- DeMAERE, J.; RUBY, B.C. Effects of deep water and treadmill running on oxygen uptake and energy expenditure in seasonally trained cross country runners. **Journal of Sports Medicine Physical Fitness**, Torino, v.37, p.175-81, 1997.
- GREEN, J.H.; CABLE, N.T.; ELMS, H. Heart rate and oxygen consumption during walking on land. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v.30, p.49-52, 1990.
- HALL, J.; McDONALD, I.A.; MADDISON, P.J.; O'HARE, J.P. Cardiorespiratory responses to underwater treadmill walking in healthy females. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.77, p.278-84, 1998.
- KANEDA, K.; WAKABAYASHI, H.; SATO, D.; NOMURA, T. Lower extremity muscle activity during different types and speeds of underwater movement. **Journal of Physiological Anthropology**, Tokyo, v.26, n.2, p.197-200, 2007.
- KING, G.A.; McLAUGHLIN, J.E.; HOWLEY, E.T.; BASSETT, D.R.; AINSWORTH, B.E. Validation of Aerosport KB1-C portable metabolic system. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 20, p.304-8, 1999.
- KRUEL, L.F.M. **Peso hidrostático e frequência cardíaca em pessoas submetidas a diferentes profundidades de água**. 1994. 130 f. Tese (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciência do Movimento Humano, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1994.
- _____. **Alterações fisiológicas e biomecânicas em indivíduos praticando exercícios de hidroginástica dentro e fora d'água**. 2000. 116 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Ciência do Movimento Humano, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.
- MASUMOTO, K.; SHONO, T.; HOTTA, N.; FUJISHIMA, K. Muscle activation, cardiorespiratory response, and rating of perceived exertion in older subjects while walking in water and on dry land. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, New York, v.18, n.4, p.581-90, 2008.
- MIYOSHI, T.; SHITOTA, T.; YAMAMOTO S.; NAKAZAWA, K.; AKAI, M. Effect of the walking speed to the lower limb joint angular displacements, joint moments and ground reaction forces during walking in water. **Disability and Rehabilitation**, London, v.26, n.12, p.724-32, 2004.
- MORAES, E.Z.C.; KRUEL, L.F.M.; SAMPEDRO, R.M.F.; LOPES, L.F.D. Metodologia de medida de esforço para exercícios de hidroginástica em diferentes profundidades de água. **Revista Kinesis**, Santa Maria, p.43-64, 2002.
- PINTO, S.S.; ALBERTON, C.L.; FIGUEIREDO, P.A.P.; TIGGEMANN, C.L.; KRUEL, L.F.M. Resposta de frequência cardíaca, consumo de oxigênio e sensação subjetiva ao esforço em um exercício de hidroginástica executado por mulheres em diferentes situações com e sem equipamento Aquafins®. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v.14, n.4, p.357-61, 2008.
- POHL, M.B.; McNAUGHTON, L.R. The physiological responses to running and walking in water at different depths. **Research in Sports Medicine**, Philadelphia, v.11, p.63-78, 2003.
- PÖYHÖNEN, T.; SIPILÄ, S.; KESKINEN, K.L.; HAUTALA, A.; SAVOLAINEN, J.; MÄLKIA, E. Effects of aquatic resistance training on neuromuscular performance in healthy women. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, v.34, n.12, p.2103-9, 2002.
- RITCHIE, S.E.; HOPKINS, W.G. The intensity of exercise in deep-water running. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.12, p.27-9, 1991.
- ROBERT, J.J.; JONES, L.; BOBO, M. The physiologic response of exercising in the water and on land with and without the X1000 walk 'n tone exercise belt. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, Washington, v.67, n.3, p.310-5, 1996.

SHONO, T.; FUJISHIMA, K.; HOTTA, N.; OGAKI, T.; UEDA, T. Physiological responses to water-walking in middle aged women. **Journal of Physiological Anthropology**, Tokyo, v.20, n.2, p.119-23, 2001.

SHONO, T.; FUJISHIMA, K.; HOTTA, N.; OGAKI, T.; UEDA, T.; OTOKI, K.; TERAMOTO, K.; SHIMIZU, T. Physiological responses and RPE during underwater treadmill walking in women of middle and advanced age. **Journal of Physiological Anthropology**, Tokyo, v.19, n.4, p.195-200, 2000.

Agradecimentos

Agradecemos aos integrantes do Grupo de Pesquisa em Atividades Aquáticas e Terrestres (GPAT) pelas correções e críticas construtivas, ao apoio financeiro durante a realização desse estudo do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

ENDEREÇO
Ana Carolina Kanitz
Escola de Educação Física
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
R. Felizardo, 750 - Jardim Botânico
90690-200 - Porto Alegre - RS - BRASIL
e-mail: ana_kanitz@yahoo.com.br

Recebido para publicação: 19/12/2008
Revisado em: 04/01/2010
Aceito: 18/02/2010