

# Efeitos do repouso e do exercício no solo e na água em hipertensos e normotensos

## *Effects of rest and exercise on ground and in water in hypertensive and normotensive patients*

Marcelo Luza<sup>1</sup>, Luciano de Oliveira Siqueira<sup>2</sup>, Adriano Paqualotti<sup>3</sup>, José Basileu Caon Reolão<sup>4</sup>, Rodrigo Schmidt<sup>5</sup>, Leonardo Calegari<sup>6</sup>

Estudo desenvolvido pelo Curso de Fisioterapia da Universidade de Passo Fundo (UPF) – Passo Fundo (RS), Brasil.

<sup>1</sup> Fisioterapeuta graduado pela UPF – Passo Fundo (RS), Brasil.

<sup>2</sup> Farmacêutico graduado pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); Doutor em Bioquímica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Docente do Curso de Farmácia da UPF – Passo Fundo (RS), Brasil.

<sup>3</sup> Matemático graduado pela UPF; Doutor em Informática na Educação pela UFRGS; Docente do Programa de Pós-Graduação em Envelhecimento Humano UPF – Passo Fundo (RS), Brasil.

<sup>4</sup> Médico graduado pela UPF; Especialista em Arritmia e Eletrofisiologia pela Universidade de São Paulo (USP); Docente do Curso de Fisioterapia da UPF – Passo Fundo (RS), Brasil.

<sup>5</sup> Fisioterapeuta graduado pela Universidade de Cruz Alta (UNICRUZ); Mestre em Fisioterapia pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR); Docente do Curso de Fisioterapia da UPF – Passo Fundo (RS), Brasil.

<sup>6</sup> Fisioterapeuta graduado pela UNICRUZ; Mestre em Ciências Fisiológicas pela UFSCAR; Docente do Curso de Fisioterapia da UPF – Passo Fundo (RS), Brasil.

### ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Marcelo Luza – Rua Dr. Carlos Barbosa, 173 – CEP: 99260-000 – Casca (RS), Brasil – E-mail: marceo.luza@yahoo.com.br

### APRESENTAÇÃO

fev. 2011

### ACEITO PARA PUBLICAÇÃO

out. 2011

### FONTE DE FINANCIAMENTO

nenhuma

### CONFLITO DE INTERESSE

nada a declarar

Parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos nº 281/07

**RESUMO:** Este estudo visou avaliar o efeito do repouso e do exercício, realizados no solo e na água, sobre a frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) e o volume de diurese em indivíduos hipertensos e normotensos. Foram analisados 20 indivíduos divididos em dois grupos, normotensos (GN, n=8) e hipertensos (GH, n=12). Em ambos foram realizados quatro protocolos distintos, dois de exercícios e dois de repouso, no solo e na água. A PAS, PAD e FC foram mensuradas durante repouso e aos 30, 60 e 90 minutos após cada protocolo. O volume de diurese foi corrigido pelo peso corporal e coletado 30 minutos após cada protocolo. No GH, o protocolo de exercício no solo promoveu redução média de 16,5±3,7 mmHg (p=0,01) da PAS aos 90 minutos pós-exercício. No GN, o protocolo de repouso na água promoveu redução média de 14 bpm (p<0,01) da FC e o volume de diurese foi maior quando comparado aos protocolos realizados no solo (p<0,01). Portanto, a imersão desencadeou bradicardia e aumento do volume de diurese no GN. Não houve efeito hipotensor significativo nos protocolos realizados na água em ambos os grupos. Os resultados sugerem que uma sessão de exercício físico no solo com duração de 45 minutos, em intensidade submáxima, provoca redução da PAS em indivíduos hipertensos.

**DESCRIPTORES:** terapia por exercício; hidroterapia; hipertensão.

**ABSTRACT:** The aim of this study was to assess the effect of rest and exercise, accomplished on the ground or in water on the heart rate (HR), systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) and the volume of diuresis in hypertensive and normotensive individuals. Twenty individuals were analyzed and divided into two groups, normotensive (GN, n=8) and hypertensive (GH, n=12). Both groups accomplished four distinct protocols, two protocols of exercise and two protocols of rest on the ground and in the water. The SBP, DBP and HR were measured at rest and at 30, 60 and 90 minutes after each protocol. The volume of diuresis was corrected for the body weight and collected 30 minutes after each protocol. In the GH, the exercise protocol on the ground caused an average reduction of 16.5±3.7 mmHg (p=0.01) in SBP at 90 minutes post-exercise. In the GN, the protocol of rest in the water caused an average reduction of 14 bpm (p<0.01) in HR and the volume of diuresis was increased when compared with the protocols accomplished on the ground (p<0.01). Therefore, the immersion triggered bradycardia and increase in volume of diuresis in the normotensive group. There was no significant hypotensive effect in the protocols performed in water in both groups. The results suggest that an exercise session on the ground during 45 minutes in submaximal intensity causes a reduction in SBP in hypertensive subjects.

**KEYWORDS:** exercise therapy; hydrotherapy; hypertension.

## INTRODUÇÃO

Programas de exercícios físicos aeróbios têm sido recomendados como medida não farmacológica por promoverem efeito hipotensor e cardioprotetor em hipertensos<sup>1</sup>. Estudos demonstraram que uma única sessão de exercício físico prolongado, de baixa a moderada intensidade, provoca queda pressórica abaixo dos valores observados no período pré-exercício, fenômeno este denominado hipotensão pós-exercício (HPE)<sup>2-4</sup>.

Alguns fatores podem estar envolvidos na magnitude da HPE, tais como o tipo, a duração e a intensidade do exercício<sup>4</sup>. O efeito da duração da sessão tem sido investigado em hipertensos e normotensos e sugerem que 45 minutos de atividade física são mais efetivos em produzir HPE do que uma sessão de 25 minutos<sup>2</sup>. Exercícios dinâmicos realizados em intensidade submáxima, entre 50 e 80% do consumo de oxigênio de pico, são recomendados para a prescrição de treinamento em hipertensos<sup>2,4</sup>. Entretanto, poucos estudos têm investigado o meio (solo ou água) em que o exercício é realizado sobre a HPE.

Os praticados em piscina térmica promovem respostas fisiológicas desencadeadas pela imersão<sup>5</sup>. Sabe-se que em pessoas saudáveis, o volume sanguíneo torácico, a pressão venosa central, o débito cardíaco e a diurese aumentam durante a imersão<sup>6</sup>. Em hipertensos, ela causa aumento na liberação do fator natriurético atrial, com consequente aumento na excreção de sódio e potássio pelos rins<sup>7</sup>.

Frequentemente os mecanismos renais estão envolvidos na patogênese da hipertensão e são causados pela deficiência na excreção de sal e água pelos rins<sup>8</sup>. O exercício físico provoca uma série de respostas fisiológicas nos sistemas corporais e, em especial, no sistema cardiovascular<sup>9</sup>. Indiretamente, o sistema renal também participa dessas adaptações por meio da excreção de metabólitos. Como o rim é o principal órgão responsável por essa eliminação, a quantificação do volume de diurese pode permitir melhor compreensão das adaptações fisiológicas ao exercício.

Neste contexto, o presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito do repouso e

do exercício realizados no solo e na água sobre a frequência cardíaca, pressão arterial e volume de diurese em indivíduos hipertensos e normotensos.

## METODOLOGIA

Este estudo foi prospectivo e caso-controlado. Participaram da pesquisa 20 indivíduos, sendo 4 homens e 16 mulheres, divididos em dois grupos: hipertensos (GH) e normotensos (GN). Os participantes do primeiro foram convidados a fazer parte da presente pesquisa no momento em que iniciavam um programa de reabilitação cardiovascular; e os do GN, a partir da comunidade. Os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, conforme resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, sob parecer nº 281/07.

O GH foi composto por 12 indivíduos (9 mulheres) hipertensos há mais de um ano, com idade  $59 \pm 2,6$  anos e índice de massa corporal (IMC) de  $30 \pm 1,5$  kg/m<sup>2</sup>. Todos utilizavam inibidores da enzima conversora de angiotensina II (ECA) sendo que três ingeriam diuréticos e dois, beta-bloqueador associados a ECA. Já o GN foi composto por 8 indivíduos saudáveis com idade  $62 \pm 3,7$  anos e IMC de  $25 \pm 1,4$  kg/m<sup>2</sup>. Os critérios de exclusão foram: contraindicação para prática de exercícios, instabilidade clínica, doenças de pele e lesões musculoesqueléticas que impossibilitassem caminhadas. Não houve perda amostral.

Inicialmente foram submetidos a uma avaliação cardiológica com desenvolvimento de um Teste de exercício cardiorrespiratório (TECR), visando determinar a intensidade relativa ao

limiar de anaerobiose e a sua aptidão cardiorrespiratória e realizado de acordo com os pré-requisitos estabelecidos pela Sociedade Brasileira de Cardiologia<sup>10</sup>.

O TECR aconteceu em esteira rolante (Imbramed ATL 10000) com protocolo de rampa e análise dos gases expirados em circuito aberto (*software* Ergo PC Elite VO 2000). A determinação do limiar de anaerobiose foi realizada pela técnica ventilatória<sup>11</sup>, identificando os pontos mais baixos do equivalente ventilatório de oxigênio (VE/VO<sub>2</sub>) e da fração expirada de O<sub>2</sub> (FEO<sub>2</sub>) antes de começarem a subir. Os valores apresentados para o limiar de anaerobiose e pico do esforço representam médias de 40 segundos. A frequência cardíaca mensurada na intensidade correspondente ao limiar de anaerobiose (FC<sub>LA</sub>) foi utilizada para prescrição da intensidade dos exercícios.

Aos participantes foram aplicados quatro protocolos experimentais, sendo um de exercício no solo e um de exercício na água, e um de repouso no solo e um de repouso na água, uma única vez, na mesma hora do dia, separados por no mínimo 48 horas. Em todos os protocolos os usou-se monitor de frequência cardíaca. As variáveis PAS, PAD e FC foram mensuradas em repouso antes dos protocolos e aos 30, 60 e 90 minutos após cada um deles. A pressão arterial (PA) foi registrada na posição sentada, no membro superior direito com esfigmomanômetro coluna de mercúrio da marca Sankey. A mensuração seguiu a metodologia proposta pela IV Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial<sup>12</sup> (Figura 1).

No protocolo de repouso no solo, os participantes permaneceram sentados durante 45 minutos. O exercício foi realizado em pista de atletismo, onde os estudados foram orientados a caminhar

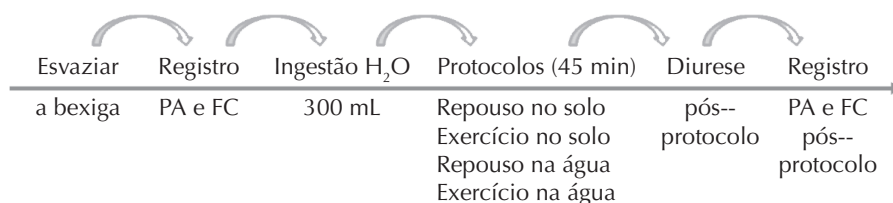


Diagrama de Protocolos Experimentais

PA: pressão arterial; FC: frequência cardíaca

**Figura 1.** Diagrama dos eventos sequenciais realizados em cada protocolo experimental.

durante 45 minutos na intensidade da  $FC_{LA}$ . Após a caminhada foram realizados exercícios de alongamento para membros inferiores e superiores.

Os protocolos na água foram realizados em uma piscina com 375 m<sup>2</sup> e diferentes níveis de profundidade. Em ambos os protocolos, a imersão ocorreu até a altura dos ombros. Dois dias antes da primeira sessão, todos passaram por um processo de adaptação ao meio aquático e tiveram exercícios de expirações controladas com a face em imersão, visando aprimorar o controle respiratório. Já no protocolo de repouso na água, os participantes ficaram imersos por 45 minutos na piscina com temperatura da água entre 30 a 32° C. O exercício na água foi desenvolvido em quatro etapas sequenciais: aquecimento; exercícios aeróbicos; fortalecimento; e alongamento e relaxamento, com duração de 45 minutos, conforme descrito por Piazza et al.<sup>13</sup>. A sequência dos protocolos na água e no solo foi estabelecida por randomização.

Previamente aos protocolos, houve orientação de esvaziar completamente a bexiga e, em seguida, ingerir 300 mL de água antes da sessão experimental<sup>14</sup>. Na sequência foi colocado em prática um dos protocolos descritos acima. Trinta minutos após a realização, o volume de diurese foi mensurado com uma proveta de 500 mL. Os valores de diurese foram corrigidos pelo peso corporal (mL/kg).

Os dados foram tabulados utilizando-se o *software* Excel® e analisados pelo *software* SPSS versão 7.0. Os referentes ao comportamento da PAS, PAD, FC nos diferentes tempos (antes, 30, 60 e 90 minutos pós-protocolo) foram verificados pela ANOVA one-way para medidas repetidas e teste de Tukey como *post-hoc* em cada protocolo. Os valores de diurese entre os quatro protocolos foram submetidos pela ANOVA one-way e o teste de Tukey como *post-hoc*. Foram considerados significantes os valores  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

Na Tabela 1, podem-se observar os valores do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) e FC, medidos no limiar de anaerbiose e no pico do esforço, obtidos no TECR em ambos os grupos. Os protocolos de exercício foram realizados com FCLA

média de 123 bpm e 126 bpm, que correspondem à intensidade de 83 e 85% da  $FC_{máx}$  no GH e GN, respectivamente.

A Tabela 2 mostra o comportamento da FC e PAS ao repouso e aos 30, 60 e 90 minutos pós-protocolos em quatro sessões experimentais para o GH. A ANOVA indicou redução significativa da PAS no protocolo de exercício no solo ( $p=0,01$ ). Aos 90 minutos pós-exercício observou-se redução média de 16,5 mmHg quando comparada aos valores antes do exercício.

A Tabela 3 mostra o comportamento da FC e PAS ao repouso e aos 30, 60 e 90 minutos pós-protocolos em quatro sessões experimentais para o GN. Pode-se observar uma redução significativa da FC no protocolo de repouso na água ( $p=0,01$ ). Aos 90 minutos pós-exercício na água observou-se uma redução média de 14 bpm quando comparada aos

**Tabela 1.** Valores (média±desvio padrão) do  $VO_2$  e da FC, medidos no limiar de anaerbiose e no pico do esforço, obtidos no TECR

Variáveis	Grupo Normotenso (n=8)	Grupo Hipertenso (n=12)
$VO_{2Pico}$ (mL.min <sup>-1</sup> .kg <sup>-1</sup> )	24,0±6,1	19,1±3
$VO_{2LA}$ (mL.min <sup>-1</sup> .kg <sup>-1</sup> )	20,0±3,4	14,7±2,3
$FC_{Máx}$ (bpm)	147,3±20,4	148,0±12,4
$FC_{LA}$ (bpm)	126,5±15,9	123,1±16,9

TECR: Teste de esforço cardiorrespiratório;  $VO_{2Pico}$ : consumo de oxigênio no pico do esforço;  $VO_{2LA}$ : consumo de oxigênio no limiar de anaerbiose;  $FC_{Máx}$ : frequência cardíaca máxima no TECR;  $FC_{LA}$ : frequência cardíaca no limiar de anaerbiose

**Tabela 2.** Valores (média±desvio padrão) da frequência cardíaca e pressão arterial sistólica antes, 30, 60 e 90 minutos após os protocolos de repouso e exercício no solo e na água no GH

Protocolo	Antes	30 min	60 min	90 min	Delta	Valor p
Frequência cardíaca (bpm)						
Repouso solo	77,8±9,5	71,8±6,4	70,8±8,6	70,8±5,9	-7,0±5,7	0,09
Exercício solo	82,5±8,8	79,7±11,5	78,3±8,6	76,7±10,3	-5,8±8,6	0,52
Repouso água	81,2±13,3	75,9±11,6	74,0±8,7	72,8±9,0	-8,4±7,9	0,25
Exercício água	86,4±10,5	80,0±9,7	77,3±9,3	76,7±9,2	-9,6±12,0	0,07
Pressão Arterial Sistólica (mmHg)						
Repouso solo	137,6±11,9	137,1±8,8	133,5±8,5	133,1±8,1	-4,5±6,7	0,52
Exercício solo	145,6±16,2	131,3±15,5	128,5±10,3*	129,1±11,5*	-16,5±12,8	0,01*
Repouso água	146,0±15,0	139,3±14,3	135,1±17,2	134,6±16,3	-11,4±9,6	0,27
Exercício água	136,6±11,3	132,5±13,1	124,0±11,8	125,8±15,8	-10,8±11,3	0,08

FC: frequência cardíaca; PAS: Pressão Arterial Sistólica; Delta: subtração dos valores obtidos aos 90 minutos dos registrados antes dos protocolos; GH: 12 indivíduos

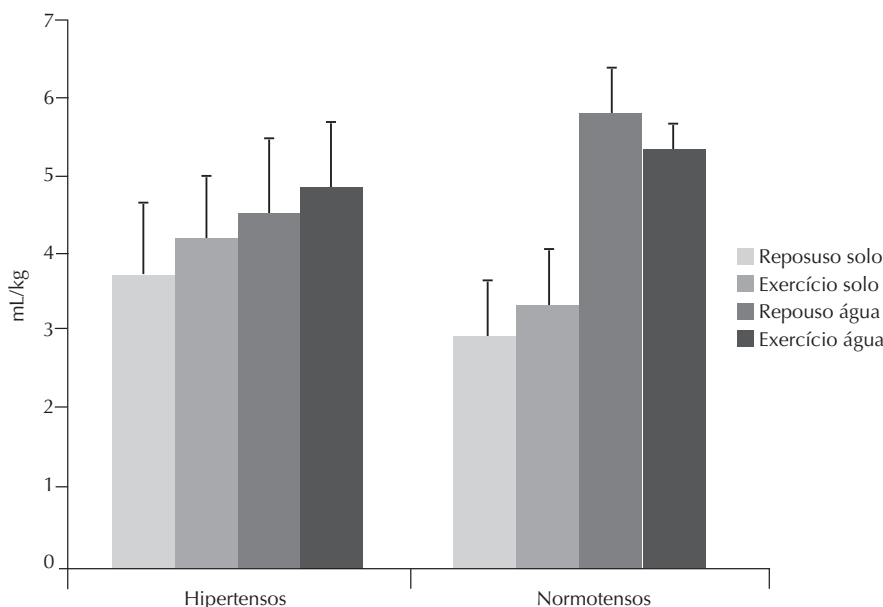
\* $p < 0,05$  quando comparado aos valores pré-protocolo

**Tabela 3.** Valores (média±desvio padrão) da frequência cardíaca e pressão arterial sistólica antes, 30, 60 e 90 minutos após os protocolos de repouso e exercício no solo e na água no GN

Protocolo	Antes	30 min	60 min	90 min	Delta	Valor p
Frequência cardíaca (bpm)						
Repouso solo	75,1±7,1	72,0±8,0	72,2±8,1	70,8±4,8	-4,2±3,4	0,670
Exercício solo	78,3±7,6	80,1±13,0	73,8±8,9	72,8±8,6	-5,5±3,3	0,400
Repouso água	89,1±6,9	75,0±9,2*	72,7±7,3*	75,1±7,7*	-14,0±9,2	0,001*
Exercício água	86,3±12,2	79,1±8,3	76,7±9,1	73,8±7,2	-12,5±10,8	0,070
Pressão Arterial Sistólica (mmHg)						
Repouso solo	116±11,2	116,0±10,9	114,5±11,2	115,0±11,0	-1,0±7,7	0,99
Exercício solo	116,2±10,4	111,2±9,5	110,7±9,8	110,7±9,3	-5,5±5,0	0,62
Repouso água	121,2±8,8	121,5±7,3	118,2±8,2	119,0±8,4	-2,2±5,0	0,81
Exercício água	116,7±7,4	112,2±7,1	111,0±5,3	111,5±6,3	-5,2±3,6	0,30

FC: frequência cardíaca; PAS: Pressão Arterial Sistólica; Delta: subtração dos valores obtidos aos 90 minutos dos registrados antes dos protocolos; GN: 8 indivíduos

\*p<0,05 quando comparado aos valores pré-protocolo



\*p<0,05 quando comparado ao protocolo de repouso na água do grupo normotenso

**Figura 2.** Volume de diurese corrigido pelo peso corporal (mL/kg) em indivíduos hipertensos (n=12) e normotensos (n=8) submetidos a 4 protocolos experimentais. Valores expressos em média e erro padrão

valores pré-exercício. A PAD não apresentou diferença significativa, por isso foi suprimida das tabelas.

Na Figura 2, pode-se observar o volume total de diurese corrigido pelo peso corporal após cada protocolo em ambos os grupos. A ANOVA revelou diferença significativa entre os protocolos no grupo de normotensos ( $p<0,01$ ). A análise *post hoc* indicou que o volume

de diurese após o protocolo de repouso na água foi significativamente maior quando comparado ao protocolo de repouso no solo e de exercício no solo ( $5,79\pm0,6$  mL/kg vs  $2,93\pm0,7$  mL/kg; vs  $3,34\pm0,7$  mL/kg), ( $p=0,01$ ), ( $p=0,04$ ), respectivamente. No grupo de hipertensos não foram encontradas diferenças significativas entre os protocolos ( $p=0,83$ ).

## DISCUSSÃO

Nosso estudo mostra que uma única sessão de exercício físico realizado no solo com duração de 45 minutos, em intensidade de ( $74\% \text{VO}_{2\text{pico}}$ ), promove HPE em indivíduos hipertensos. Rondon et al.<sup>3</sup> relataram HPE em idosos hipertensos após exercício de baixa intensidade ( $50\% \text{VO}_{2\text{pico}}$ ) realizado no cicloergômetro. Estes autores<sup>3</sup> mostraram que os níveis de pressão arterial se mantiveram baixos por 22 horas e destacam a importância clínica do exercício no controle dos níveis pressóricos. Em outro estudo, Cunha et al.<sup>15</sup> observaram HPE em hipertensos submetidos a uma sessão de exercício contínuo com intensidade de 60% da frequência cardíaca de reserva. A influência aguda do exercício aeróbio sobre a pressão arterial tem ganhado destaque como conduta não farmacológica no manejo da hipertensão arterial<sup>16</sup>.

A intensidade utilizada para prescrição do exercício foi fundamentada na resposta metabólica à potência incremental<sup>11</sup>. Nesse sentido, Lima et al.<sup>17</sup> relacionaram intensidades abaixo ou acima do limiar de anaerobiose sobre HPE em diabéticos hipertensos e verificaram que ambas as evocaram redução da PAS. Esses investigadores observaram redução da PAD somente na intensidade acima do limiar de anaerobiose. No presente estudo as sessões de exercício no solo ou na água não desencadearam efeitos significativos sobre a PAD no período pós-exercício.

É possível que a intensidade no limiar de anaerobiose não tenha produzido estresse metabólico ou cardiovascular suficiente para influenciar a PAD.

A pressão arterial é influenciada tanto pelo débito cardíaco quanto pela resistência periférica total. Diversos estudos relataram que os mecanismos fisiológicos responsáveis pela HPE estão relacionados à redução do débito cardíaco<sup>3,18</sup>, da resistência periférica<sup>19,20</sup> ou de ambos<sup>21</sup>. Os mecanismos fisiológicos que podem explicar a HPE provavelmente são multifatoriais. Entre eles, destaca-se a redução da resistência vascular periférica influenciada pela diminuição da atividade nervosa simpática<sup>22</sup> ou pela liberação de substâncias vasoativas<sup>23</sup>.

O efeito de HPE em indivíduos normotensos é menos frequente e de menor magnitude em comparação com os registrados nos indivíduos hipertensos<sup>24-26</sup>. Esse efeito parece depender do nível pressórico observado na condição de repouso antes da realização do exercício físico. Os indivíduos normotensos estudados apresentavam valores médios de 116 mmHg e 75 mmHg para PAS e PAD, respectivamente. Nesse sentido, os resultados do presente estudo não evidenciaram HPE no grupo de normotensos, corroborando com outros autores<sup>3,27</sup>.

O protocolo de exercício no meio aquático mostrou-se facilmente assimilado pelos participantes. A estruturação da sessão em etapas pré-definidas facilitou seu desenvolvimento e a execução dos exercícios<sup>13,28</sup>. Quando analisadas as respostas hemodinâmicas dos exercícios realizados na água, a PAS e PAD não apresentaram diferenças estatísticas, discordando dos achados de Arca et al.<sup>28</sup>, que relataram reduções nas PAS e PAD após um programa de dez semanas de exercícios aquáticos em hipertensas. Em outro estudo com hipertensas, Piazza et al.<sup>13</sup> observaram que sete semanas de exercícios aquáticos promoveram redução dos níveis da PAS e PAM no período pós-exercício. Uma provável explicação para a divergência entre os estudos acima citados e os nossos resultados é o fato de que o

delineamento experimental aqui proposto refere-se a uma única sessão de exercício aquático. Embora Pontes Jr et al.<sup>29</sup> tenham relatado efeito agudo do exercício aeróbico na água sobre a pressão arterial em hipertensos, estes pesquisadores utilizaram a corrida aquática em esteira com nível de imersão no quadril durante 45 minutos em pacientes que não utilizavam medicamentos anti-hipertensivos. Os resultados distintos podem ser explicados considerando que o tempo de exercício aeróbico no presente estudo limitou-se a 20 minutos e os participantes estavam em tratamento farmacológico.

Devido aos efeitos da imersão sobre o sistema renal e hormonal, esperaríamos que o efeito hipotensor dos protocolos em imersão pudesse ser facilmente observado. Entretanto essa hipótese inicial não foi confirmada. Mesmo ocorrendo redução média de 10,8 mmHg e 11,4 mmHg da PAS nos protocolos de exercício e repouso no GH, não houve significância estatística, talvez pela grande variabilidade de respostas entre os sujeitos. Além disso, os níveis pressóricos iniciais contribuem para a variabilidade de resultados encontrados na literatura<sup>4</sup>.

Em relação à FC, o protocolo de repouso na água promoveu bradicardia significativa ( $\pm 14$  bpm) no período pós-imersão, no GN. Larochelle et al.<sup>7</sup> relataram que a imersão exerce um efeito inibitório sobre o sistema nervoso simpático e, conseqüente, redução dos níveis de catecolaminas<sup>6,7</sup>. Além disso, a hipervolemia torácica provocada pela imersão desencadeia o mecanismo de Frank-Starling, no qual ocorre aumento do volume sistólico com redução da FC<sup>6</sup>. A bradicardia decorrente da imersão é amplamente aceita<sup>30</sup>, embora seus mecanismos fisiológicos ainda gerem discussões. Entretanto, no GH esse fenômeno parece estar atenuado. Além da influência de fármacos com efeito cronotrópico negativo, indivíduos com hipertensão apresentam redução na sensibilidade dos barorreceptores<sup>30</sup>, que, por sua vez, poderiam reduzir seu efeito sobre o sistema nervoso parassimpático.

Durante o exercício, a FC é uma das variáveis mais utilizadas no controle da intensidade do esforço, no solo ou em imersão. Ao realizar exercícios aeróbios no meio aquático, deve-se considerar a bradicardia de imersão, segundo sugestão de Graef e Kruehl<sup>31</sup>.

No GN, o volume de diurese foi maior no protocolo de repouso na água quando comparado ao repouso no solo. Sabe-se que a imersão altera o gradiente hidrostático, promovendo hipervolemia torácica<sup>6</sup>, fato que gera aumento nas concentrações plasmáticas do peptídeo natriurético atrial<sup>32</sup>, conseqüentemente natriurese e diurese. Estes mecanismos podem ser responsáveis pelo aumento no volume de diurese do GN. Entretanto, não foi observada diferença no volume de diurese entre os protocolos no GH, provavelmente pelo fato do grupo utilizar medicamentos anti-hipertensivos, tais como diuréticos e inibidores do sistema renina-angiotensina-aldosterona, que interferiram na resposta fisiológica à imersão.

Algumas limitações ocorreram no presente estudo. Uma delas foi o pequeno número de sujeitos estudados, reduzindo a generalização dos achados da amostra para a população de interesse<sup>33</sup>. Outro fator refere-se à restrição dos resultados a um nível terapêutico, uma vez que realizamos uma única sessão experimental. Recomendam-se estudos clínicos longitudinais que avaliem as adaptações do sistema nervoso simpático, parassimpático, endócrino e renal em hipertensos submetidos ao treinamento físico em imersão.

## CONCLUSÃO

Uma sessão de exercício físico durante 45 minutos, em intensidade submáxima no solo, provoca redução da PAS em indivíduos hipertensos. Sugerimos sua utilização como conduta não farmacológica para melhor controle da PA. A imersão em repouso desencadeou bradicardia e aumento no volume de diurese em indivíduos normotensos.

## REFERÊNCIAS

1. Laterza MC, Rondon MUPB, Negrão CE. Efeito anti-hipertensivo do exercício. *Rev Bras Hipertens.* 2007;14(2):104-11.
2. Negrão CE, Rondon MUPB. Exercício físico, hipertensão e controle barorreflexo da pressão arterial. *Rev Bras Hipertens.* 2001;8(1):89-95.
3. Rondon MUB, Alves MJ, Braga AM, Teixeira OT, Barretto AC, Krieger EM, et al. Postexercise blood pressure reduction in elderly hypertensive patients. *J Am Coll Cardiol.* 2002;39(4):676-82.
4. Brum PC, Rondon MUPB, Silva GJJ, Krieger EM. Hipertensão arterial e exercício físico aeróbio. In: Negrão CE, Barreto, ACP, editores. *Cardiologia do exercício: do atleta ao cardiopata.* São Paulo: Manole; 2005. p.167-78.
5. Cureton KJ. Respostas fisiológicas ao exercício na água. In: Ruoti RG, Cole AJ, Morris DM, editores. *Reabilitação Aquática.* São Paulo: Manole; 2000. p.43-63.
6. Hall J, Bisson D, O'Hare P. The physiology of immersion. *Physiotherapy.* 1990;76(9):517-21.
7. Larochelle P, Cusson JR, Souich P, Hamet P, Schiffrin EL. Renal effects of immersion in essential hypertension. *Am J Hypertens.* 1994;7(2):120-8.
8. Guyton AC, Hall JE. *Tratado de fisiologia médica.* 11<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2006.
9. Monteiro MF, Sobral Filho DC. Exercício físico e o controle da pressão arterial. *Rev Bras Med Esporte.* 2004;10(6):513-6.
10. Guimarães JI, Stein R, Vilas-Boas F. Normatização de técnicas e equipamentos para realização de exames em ergometria e ergoespirometria. *Arq Bras Cardiol.* 2003;80(4):457-64.
11. Neder JA, Nery LE. *Fisiologia clínica do exercício: teoria e prática.* São Paulo: Artes Médicas; 2003. p.213-55.
12. Sociedade Brasileira de Cardiologia. V Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. *Arq Bras Cardiol.* 2007;89(3):e24-79.
13. Piazza L, Menta MR, Castoldi C, Reolão JBC, Schmidt R, Calegari L. Efeitos de exercícios aquáticos sobre a aptidão cardiorrespiratória e a pressão arterial em hipertensas. *Fisioter Pesq.* 2008;15(3):285-91.
14. Shirreffs SM, Maughan RJ. Volume repletion after exercise-induced volume depletion in humans: replacement of water and sodium losses. *Am J Physiol.* 1998;274(5 Pt 2):F868-75.
15. Cunha GA, Rios ACS, Moreno JR, Braga PL, Campbell CSG, Simões HG, et al. Hipotensão pós-exercício em hipertensos submetidos ao exercício aeróbio de intensidades variadas e exercício de intensidade constante. *Rev Bras Med Esporte.* 2006;12(6):313-7.
16. Ciolac EG, Guimarães GV, D'Avila VM, Bortolotto LA, Doria EL, Bocchi EA. Acute aerobic exercise reduces 24-h ambulatory blood pressure levels in long-term-treated hypertensive patients. *Clinics.* 2008;63(6):753-8.
7. Lima LC, Assis GV, Hiyane W, Almeida WS, Arsa G, Baldissera V, et al. Hypotensive effects of exercise performed around anaerobic threshold in type 2 diabetic patients. *Diabetes Res Clin Pract.* 2008;81(2):216-22.
18. Vêras-Silva AS, Mattos KC, Gava NS, Brum PC, Negrão CE, Krieger EM. Low-intensity exercise training decreases cardiac output and hypertension in spontaneously hypertensive rats. *Am J Physiol.* 1997;273(6 Pt 2):H2627-31.
19. Fagard RH. Exercise is good for your blood pressure: effects of endurance training and resistance training. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2006;33(9):853-6.
20. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(3):533-53.
21. Rueckert PA, Slane PR, Lillis DL, Hanson P. Hemodynamic patterns and duration of post-dynamic exercise hypotension in hypertensive humans. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28(1):24-32.
22. Kulics JM, Collins HL, DiCarlo SE. Postexercise hypotension is mediated by reductions in sympathetic nerve activity. *Am J Physiol.* 1999;276(1):27-32.
23. Halliwill JR. Mechanisms and clinical implications of post-exercise hypotension in humans. *Exerc Sport Sci Rev.* 2001;29(2):65-70.
24. Wallace JP. Exercise in hypertension: a clinical review. *Sports Med.* 2003;33(8):585-98.
25. MacDonald JR. Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. *J Hum Hypertens.* 2002;16(4):225-36.
26. Casonatto J, Polito MD. Hipotensão pós-exercício aeróbio: Uuma revisão sistemática. *Rev Bras Med Esporte.* 2009;15(2):151-7.
27. Wallace JP, Bogle PG, King BA, Krasnoff JB, Jastremski CA. A comparison of 24-h average blood pressures and blood pressure load following exercise. *Am J Hypertens.* 1997;10(7 Pt 1):728-34.
28. Arca EA, Fiorelli A, Rodrigues AC. Efeitos da hidrocinesioterapia na pressão arterial e nas medidas antropométricas em mulheres hipertensas. *Rev Bras Fisioter.* 2004;8(3):279-83
29. Pontes Jr FL, Bacurau RF, Moraes MR, Navarro F, Casarini DE, Pesquero JL, et al. Kallikrein kinin system activation in post-exercise hypotension in water running of hypertensive volunteers. *Int Immunopharmacol.* 2008;8(2):261-6.

## Referências (cont.)

---

30. Laterza MC, de Matos LD, Trombetta IC, Braga AM, Roveda F, Alves MJ, et al. Exercise training restores baroreflex sensitivity in never-treated hypertensive patients. *Hypertension*. 2007;49(6):1298-306.
31. Graef FI, Kruel LFM. Frequência cardíaca e percepção subjetiva do esforço no meio aquático: diferenças em relação ao meio terrestre e aplicações na prescrição do exercício – uma revisão. *Rev Bras Med Esporte*. 2006;12(4):221-8.
32. Nagashima K, Nose H, Yoshida T, Kawabata K, Oda Y, Yorimoto A, et al. Relationship between atrial natriuretic peptide and plasma volume during graded exercise with water immersion. *J Appl Physiol*. 1995;78(1):217-24.
33. Hulley SB, Cummings SR, Browner WS, Grady D, Hearst N, Newman TB. *Delineando a pesquisa clínica: uma abordagem epidemiológica*. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2003.