

# Comportamento da Frequência Cardíaca, Pressão Arterial e Peso Hidrostático de Gestantes em Diferentes Profundidades de Imersão

Behavior of Heart Rate, Blood Pressure, and Hydrostatic Weight of Pregnant Women at Different Immersion Depths

Ilana Finkelstein, Cristine Lima Alberton, Paulo André Poli de Figueiredo, Débora Rios Garcia, Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga, Luiz Fernando Martins Kruehl

## RESUMO

**Objetivo:** *identificar as respostas de frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA) e peso hidrostático (PH) em grávidas imersas em diversos pontos anatômicos até o processo xifóide.*  
**Métodos:** *onze gestantes foram submetidas ao seguinte procedimento experimental: 10 minutos em decúbito dorsal, para avaliação da FC e PA no repouso; 2 minutos em pé, para avaliação das medidas iniciais de FC, PA e massa; e um minuto para cada profundidade de imersão. Foram medidos a FC, PA e PH após imersão no nível do tornozelo, joelho, quadril, cicatriz umbilical e processo xifóide. Utilizaram-se estatística descritiva, testes de normalidade de Shapiro-Wilks e homogeneidade de Levene, ANOVA one-way e teste de Bonferroni, com  $p < 0,05$  (SPSS versão 8.0).*

**Resultados:** *encontramos diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para FC, PA diastólica e PA média a partir do processo xifóide (79,1 $\pm$ 5,1 bpm; 53,3 $\pm$ 6,7 mmHg e 63,9 $\pm$ 6,2 mmHg, respectivamente) e para PA sistólica a partir da cicatriz umbilical (92,7 $\pm$ 11,1 mmHg). Diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) foram observadas em todas as medidas de percentual de redução do PH, dados esses semelhantes a estudos prévios com não-gestantes.*

**Conclusões:** *os resultados obtidos mostram diminuição da FC e da PA em imersão aquática comparado ao ambiente terrestre, assim como redução do PH, diminuições essas proporcionais à profundidade de imersão. A diminuição do PH influenciará na redução da carga mecânica imposta às articulações de membros inferiores, uma vez que a carga mecânica depende da força vertical (peso hidrostático) e da aceleração com que o corpo toca o solo. Com esses resultados, podemos inferir que o ambiente aquático é salutar a essa população e pode ser adequado para a prática de atividades físicas.*

**PALAVRAS-CHAVE:** *Gravidez normal. Imersão. Hemodinâmica. Peso hidrostático.*

## Introdução

Existe crescente preocupação em entender o comportamento dos sistemas biológicos huma-

Grupo de Pesquisa em Atividades Aquáticas, Laboratório de Pesquisa do Exercício, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Correspondência:

Cristine Lima Alberton

Rua Coronel André Belo, 637, aptº 401 B - Menino Deus 90110-020 - Porto Alegre - RS

Telefone: (51) 3227-4120/9213-4883

e-mail: [tinialberton@yahoo.com.br](mailto:tinialberton@yahoo.com.br)

nos no ambiente aquático, visto que, cada vez mais, os exercícios aquáticos têm sido procurados como prática regular de atividade física. O comportamento da frequência cardíaca (FC), da pressão arterial (PA) e do peso hidrostático (PH) têm sido estudados em diferentes profundidades de imersão, no que se refere a gênero<sup>1-3</sup>, diferentes faixas etárias<sup>3,4</sup>, diferentes FC iniciais<sup>1</sup> e diferentes temperaturas de água<sup>5-7</sup>.

Durante a gestação ocorrem importantes adaptações metabólicas e cardiorrespiratórias em repouso, tais como o aumento da FC, do consumo

de oxigênio, do débito cardíaco e do volume sistólico, que garantem o ajuste contínuo do volume sanguíneo ao leito vascular<sup>8</sup>. A PA, na gestação normal, tem tendência a diminuição até a metade da gestação e posterior aumento até o final, atingindo valores de PA similares aos do início da gravidez<sup>9</sup>. A verificação da PA é fundamental para as gestantes, uma vez que a hipertensão arterial pode manifestar-se ou agravar-se na gestação e está associada à morbidade e mortalidade materno-fetal<sup>10,11</sup>.

A gestante ainda sofre, ao entrar na água, os efeitos da imersão, que geram profundas modificações fisiológicas. A literatura tem apresentado poucos estudos abordando o comportamento da FC e da PA de gestantes imersas<sup>12-16</sup>. Além do que, esses estudos são limitados a profundidades entre axila e ombros.

A pressão hidrostática e os aspectos circulatórios da imersão são apontados como vantagens do exercício realizado no meio líquido para as gestantes<sup>17</sup>. A diminuição do PH em imersão, que gera maior flutuação, possibilita às gestantes continuarem a se exercitar até os últimos dias de gestação<sup>18</sup>.

A atividade física no meio aquático está associada a inúmeros benefícios para as gestantes; desta forma, é de extrema importância entender o comportamento da FC, PA e PH durante a imersão em repouso, em diferentes profundidades de imersão, para futuramente estudá-los durante o exercício. Assim, buscamos a resposta para o seguinte questionamento: existe diferença na FC, PA e PH de gestantes imersas em diferentes profundidades?

Este trabalho tem como objetivo, portanto, identificar as respostas de FC, PA e PH em grávidas imersas em diversos pontos anatômicos até o processo xifóide.

## Métodos

A amostra deste estudo foi composta por 11 grávidas, com idade entre 29 e 37 anos, idade gestacional entre 16 e 36 semanas e índice de massa corporal entre 21 e 30 kg/cm<sup>2</sup>. Essas gestantes eram participantes de um grupo de hidroginástica para gestantes de uma academia em Porto Alegre, e foram convidadas a participar do presente estudo. A participação foi voluntária. Foram adotados como critérios de exclusão a presença de problemas físicos e o uso de medicação, conforme atestado médico e questionário com anamnese, necessários para o ingresso no pro-

grama de atividade física da referida academia. Como critério de inclusão, a idade gestacional deveria ser superior a 15 semanas (definida pela data da última menstruação e pelos exames ultrasonográficos prévios) e as participantes deveriam estar ambientadas ao meio líquido.

A coleta de dados foi realizada no Centro Natatório da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Cada gestante assinou um termo de consentimento informado, no qual constaram todas as informações pertinentes ao estudo, e uma ficha de dados individuais. Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Inicialmente, foram avaliadas a massa e a estatura, em balança Filizola (resolução de 100 gramas e 1 mm), para posterior determinação do índice de massa corporal. Em seguida foram medidas a circunferência abdominal, na posição ortostática, e a altura uterina, na posição de decúbito dorsal, com fita métrica de metal (resolução de 1 mm). Esses dados, além da idade e idade gestacional, foram utilizados para a caracterização da amostra, conforme mostra a Tabela 1.

**Tabela 1** - Caracterização da amostra - médias e desvios-padrão (DP) da idade, idade gestacional, massa, altura uterina, circunferência abdominal e índice de massa corporal (IMC).

Variáveis	Média	DP
Idade (anos)	33,1	± 3,4
Idade gestacional (semanas)	26,1	± 5,9
Massa (kg)	65,2	± 8,2
Altura uterina (cm)	25,2	± 7,8
Circunferência abdominal (cm)	90,2	± 6,1
IMC (kg/cm <sup>2</sup> )	25,4	± 3,0

Como variáveis independentes, consideraram-se a posição corporal (decúbito dorsal e em pé) e as diferentes profundidades de imersão. Foram caracterizadas como variáveis dependentes a FC, PA sistólica (PAS), PA diastólica (PAD), PA média (PAM), PH e percentual de redução do peso hidrostático (%RPH). A temperatura da água foi mantida em 31,5°C, sendo considerada como variável de controle.

Ao início do procedimento experimental, foram marcados os pontos anatômicos em cada gestante avaliada. A seguir, essa se posicionava em decúbito dorsal por 10 minutos para avaliação da FC, PAS e PAD em repouso. Após essas medidas, a gestante deslocava-se para o tanque de imersão, e se posicionava em pé por dois minutos. Ao final deste período, realizavam-se as medidas iniciais

de FC, PAS, PAD e massa. Em seguida, foi realizada a imersão na água nas diferentes profundidades, e medidos FC, PAS, PAD e PH, após um minuto na posição, nos pontos anatômicos de tornozelo, joelho, quadril, cicatriz umbilical e processo xifóide. A partir da PAS e PAD calcularam-se os valores da PAM para as diferentes situações experimentais. A partir do PH e da massa calculou-se o %RPH.

Para a determinação da FC foi utilizado um monitor de frequência cardíaca da marca Polar, durante os 15 segundos finais de cada situação experimental, e para as medidas de PA foi utilizado um esfigmomanômetro com relógio aneróide da marca Tycos.

Para obter as medidas do PH, foi utilizado tanque de imersão, de formato cilíndrico, com 1,2 metros de diâmetro, 2 metros de altura e capacidade para 2000 litros. O aparato de sustentação do indivíduo consta de uma armação de ferro em formato retangular. A movimentação vertical é feita por uma talha, com redução de 20:1, que está fixada a uma estrutura externa e ao aparato de sustentação. Uma fita métrica presa na lateral da armação de ferro permite acompanhar o quanto o indivíduo está imerso no tanque.

Para medição das forças verticais, foi utilizada célula de carga, marca Alfa, modelo S-200 (resolução de 100 gramas), presa entre o aparato de sustentação e a talha. A célula de carga mantinha-se ligada a um condicionador de sinais, e este a um conversor A/D de 14 bits, ambos da marca Computer Board, conectados a um microcomputador Pentium II 200 MHz. Os dados foram adquiridos por meio do *software* SAD32 na versão 2,59b.

Para a análise dos dados coletados, foi utilizada estatística descritiva. As variáveis dependentes foram testadas em relação a sua normalidade com o teste de Shapiro-Wilks e a homogeneidade das variâncias foi avaliada pelo teste de Levene. Para a comparação das variáveis dependentes nas diferentes situações experimentais, foi utilizada *one-way* ANOVA, com teste *post hoc* de Bonferroni. O nível de significância adotado neste estudo foi  $p < 0,05$ . Todos os testes estatísticos foram realizados no programa estatístico SPSS versão 8.0.

## Resultados

O objetivo geral deste estudo foi identificar as respostas de FC, PA e PH em grávidas imersas em diversos pontos anatômicos até o processo xifóide.

As variáveis dependentes FC, PAS, PAD, PAM, PH e %RPH foram testadas em relação a sua

normalidade com o teste de Shapiro-Wilks, e a homogeneidade das variâncias foi avaliada pelo teste de Levene. Os resultados demonstraram distribuição normal e homogênea.

A FC não apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) da posição de repouso ( $83,9 \pm 9,3$  bpm) para a posição inicial ( $96,0 \pm 14,8$  bpm). A partir da posição do joelho ( $96,6 \pm 14,6$  bpm), a FC mostrou uma tendência de redução conforme o aumento da profundidade de imersão. Foi encontrada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) da posição inicial para a posição do processo xifóide ( $79,1 \pm 5,1$  bpm), conforme se verifica na Tabela 2.

**Tabela 2** - Médias e desvios padrão (DP) da frequência cardíaca nas situações experimentais de repouso (REP), inicial (INIC) e profundidades de imersão de tornozelo (TORN), joelho (JOEL), quadril (QUAD), cicatriz umbilical (UMB) e processo xifóide (XIF).

	Frequência cardíaca	
	Média (bpm)	DP (bpm)
REP	83,9 <sup>ab</sup>	± 9,3
INIC	96,0 <sup>a</sup>	± 14,8
TORN	93,4 <sup>ab</sup>	± 16,1
JOEL	96,6 <sup>a</sup>	± 14,6
QUAD	88,6 <sup>ab</sup>	± 10,3
UMB	83,0 <sup>ab</sup>	± 10,0
XIF	79,1 <sup>b</sup>	± 5,1

\* Letras diferentes representam diferenças significativas para  $p < 0,05$

A Tabela 3 apresenta os resultados da PA. A PAS não mostrou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) do repouso ( $103,5 \pm 8,1$  mmHg) para a posição inicial ( $104,9 \pm 9,3$  mmHg). A partir da posição inicial, a PAS teve tendência de diminuição à medida que a profundidade de imersão aumentava. Foram encontradas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) da posição inicial para as profundidades de cicatriz umbilical ( $92,7 \pm 11,1$  mmHg) e processo xifóide ( $85,3 \pm 7,2$  mmHg). Da mesma forma, a PAD nas posições de repouso ( $65,0 \pm 8,0$  mmHg), inicial ( $64,4 \pm 7,3$  mmHg) e tornozelo ( $64,7 \pm 10,5$  mmHg) não se mostrou diferente ( $p < 0,05$ ). A partir do tornozelo observamos tendência de diminuição da PAD com o aumento da profundidade de imersão. Foram encontradas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) das situações de repouso, inicial e tornozelo para a profundidade do processo xifóide ( $53,3 \pm 6,7$  mmHg).

A PAM também não apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre o repouso ( $77,8 \pm 7,7$  mmHg) e a posição inicial ( $77,9 \pm 7,2$  mmHg). A partir da posição inicial, a PAM teve tendência de diminuição à medida que a profundidade de imersão aumentava. Foram encontradas diferenças signifi-

cativas ( $p < 0,05$ ) das situações de repouso, inicial e tornozelo ( $76,9 \pm 9,2$  mmHg) para a profundidade do processo xifóide ( $63,9 \pm 6,2$  mmHg).

**Tabela 3** - Médias e desvios padrão (DP) da pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD) e média (PAM) nas situações experimentais de repouso (REP), inicial (INIC) e profundidades de imersão de tornozelo (TORN), joelho (JOEL), quadril (QUAD), cicatriz umbilical (UMB) e processo xifóide (XIF).

	Pressão arterial					
	PAS		PAD		PAM	
	Média (mmHg)	DP (mmHg)	Média (mmHg)	DP (mmHg)	Média (mmHg)	DP (mmHg)
REP	103,5 <sup>ab</sup>	± 8,1	65,0 <sup>a</sup>	± 8,0	77,8 <sup>a</sup>	± 7,7
INIC	104,9 <sup>a</sup>	± 9,3	64,4 <sup>a</sup>	± 7,3	77,9 <sup>a</sup>	± 7,2
TORN	101,0 <sup>ab</sup>	± 7,8	64,7 <sup>a</sup>	± 10,5	76,9 <sup>a</sup>	± 9,2
JOEL	96,4 <sup>abc</sup>	± 9,5	61,3 <sup>ab</sup>	± 8,2	73,0 <sup>ab</sup>	± 8,1
QUAD	95,3 <sup>abc</sup>	± 8,3	60,6 <sup>ab</sup>	± 7,2	72,1 <sup>ab</sup>	± 6,6
UMB	92,7 <sup>bc</sup>	± 11,1	58,9 <sup>ab</sup>	± 7,0	70,2 <sup>ab</sup>	± 7,7
XIF	85,3 <sup>c</sup>	± 7,2	53,3 <sup>b</sup>	± 6,7	63,9 <sup>b</sup>	± 6,2

\* Letras diferentes representam diferenças significativas para  $p < 0,05$

A Tabela 4 mostra os resultados de PH e %RPH. O PH diminuiu e o %RPH aumentou à medida que aumentava a profundidade de imersão. Foram encontradas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para o %RPH entre as diferentes profundidades de imersão, com valores de  $3,2 \pm 1,1\%$  para o tornozelo,  $12,5 \pm 1,6\%$  para o joelho,  $44,6 \pm 2,0\%$  para o quadril,  $58,2 \pm 1,6\%$  para a cicatriz umbilical e  $75,9 \pm 2,3\%$  para o processo xifóide.

**Tabela 4** - Médias e desvios padrão (DP) do peso hidrostático (PH) e do percentual de redução do peso hidrostático (%RPH) na situação experimental inicial (INIC) e nas diferentes profundidades de imersão de tornozelo (TORN), joelho (JOEL), quadril (QUAD), cicatriz umbilical (UMB) e processo xifóide (XIF).

	Peso hidrostático			
	PAS		%RPH	
	Média (kg)	DP (kg)	Média (%)	DP (%)
INIC	65,2	± 8,3		
TORN	63,1	± 8,1	3,2 <sup>a</sup>	± 1,1
JOEL	57,0	± 7,4	12,5 <sup>b</sup>	± 1,6
QUAD	36,2	± 5,5	44,6 <sup>c</sup>	± 2,0
UMB	27,2	± 3,2	58,2 <sup>d</sup>	± 1,6
XIF	15,6	± 1,7	75,9 <sup>e</sup>	± 2,3

\* Letras diferentes representam diferenças significativas para  $p < 0,05$

## Discussão

Estudando 18 mulheres grávidas entre a 20<sup>a</sup> e a 33<sup>a</sup> semana de gestação, em imersão em pé na profundidade da axila, em temperatura de 31,5°C, Kent et al.<sup>16</sup> encontraram diminuição de 11 bpm na FC, quando comparada com a posição em pé fora d'água. Esses resultados foram muito semelhante aos de Katz et al.<sup>13</sup>, que estudaram mulheres na 15<sup>a</sup>, 25<sup>a</sup> e 35<sup>a</sup> semana de gestação, imersas na profundidade dos ombros, a uma temperatura de 30°C, e encontraram diminuição de 10 bpm na FC. Chamamos a atenção que a diminuição da FC se manteve igual nas três idades gestacionais avaliadas. McMurray et al.<sup>12</sup> também encontraram redução significativa de 8 bpm em gestantes imersas na profundidade dos ombros, a uma temperatura de 30°C, independente do período ou estado da gravidez. Em nosso estudo encontramos diminuição significativa ( $p < 0,05$ ) de 16,9 bpm em imersão na profundidade do processo xifóide, em temperatura de 31,5°C.

Estudos de Kruehl<sup>1</sup> e Kruehl et al.<sup>3</sup>, que envolveram imersão em diferentes profundidades com indivíduos de ambos os sexos, encontraram resultados semelhantes aos do presente estudo. Os resultados dessas pesquisas, assim como os nossos, demonstram tendência de redução da FC conforme o aumento da profundidade de imersão. Entretanto, nas pesquisas citadas foram observadas diferenças significativas a partir da imersão no quadril, ao passo que no presente estudo tal diferença se manifesta apenas no processo xifóide.

Estima-se que durante a imersão ocorra aumento do volume sanguíneo na região central de aproximadamente 700 mL, sendo que um quarto desse volume concentra-se na câmara cardíaca, significando um aumento de aproximadamente 180 a 247 mL de sangue<sup>19</sup>. Tal ocorrência gera aumento no volume diastólico final do ventrículo esquerdo e desta forma da pré-carga cardíaca<sup>20</sup>. A ação da pressão hidrostática<sup>21</sup> e da termodinâmica<sup>5</sup> são as prováveis responsáveis por essa redistribuição sanguínea, resultando no aumento do retorno venoso e do volume sanguíneo central<sup>20</sup>. Provavelmente este efeito no presente estudo se mostrou menos pronunciado na imersão no quadril que nos demais estudos com não-gestantes pelo fato de a regulação do tônus vascular e da resistência periférica ter seu papel potencializado na gravidez<sup>22</sup> e pelo aumento do fluxo sanguíneo uterino<sup>23</sup>. Já no processo xifóide, visto que há uma ação maior da pressão hidrostática, o aumento do volume central se torna mais significativo.

Estudos da PAM com gestantes imersas na profundidade de ombros, em temperatura de 30°C, mostraram reduções de 10 mmHg<sup>13</sup> e 18 mmHg<sup>14</sup>, semelhantes aos resultados do presente estudo, no qual observamos diminuição significativa na PAM de 13,9 mmHg na profundidade de processo xifóide e temperatura de 31,5°C. Aires et al.<sup>24</sup> também observaram redução na PAM de gestantes imersas na profundidade dos ombros em temperatura de 34°C em períodos de 30, 45 e 60 minutos. Entretanto, Kent et al.<sup>16</sup> não encontraram diferenças significativas na PAS e PAD de gestantes imersas na profundidade da axila, ao passo que encontramos redução significativa para PAS de 12,2 mmHg a partir da profundidade da cicatriz umbilical e para PAD, de 11,1 mmHg, no processo xifóide.

Estudos investigando o comportamento da PA com não-gestantes imersas apresentam resultados controversos, com aumento<sup>6,7,21</sup>, nenhuma alteração<sup>5,21</sup> ou redução<sup>5,7</sup> da PAS, PAD e PAM, de acordo com a temperatura da água e tempo de permanência em imersão. Srámek et al.<sup>7</sup> sugerem que a imersão na temperatura termoneutra estimularia predominantemente barorreceptores, ao passo que a imersão em água fria estimularia predominantemente termoreceptores; desta forma, mecanismos e sistemas reguladores diferentes estariam sendo estimulados. Em nosso estudo, realizado com gestantes, encontramos redução significativa de 18,7% para PAS e 17,2% para PAD, quando imersas na profundidade do processo xifóide a uma temperatura de 31,5°C.

No estudo de Picanço et al.<sup>2</sup>, analisando os resultados de mulheres não grávidas de 18 a 40 anos, imersas e medidas nos mesmos pontos anatômicos do presente estudo, não foram encontradas diferenças significativas para a PAS entre as diferentes profundidades de imersão. Já para a PAD, foi encontrada redução significativa de 5,2 mmHg na profundidade do processo xifóide. Diminuição significativa também foi encontrada em nosso estudo para o mesmo ponto de imersão na PAD, com redução de 11,1 mmHg.

Asai et al.<sup>15</sup> também observaram diminuição da PA em mulheres grávidas em imersão. Os autores citam que essa diminuição pode estar relacionada com a diminuição da renina plasmática e aumento da concentração do peptídeo natriurético atrial, que resulta da expansão do volume sanguíneo na água.

Os nossos resultados de %RPH estão de acordo com os dados encontrados na literatura. No estudo de Kruehl<sup>1</sup> foi analisado o %RPH em 26 mulheres, não-gestantes, de 18 a 25 anos, e observou-se um aumento do %RPH, conforme o aumento da profundidade de imersão, com diferenças signifi-

cativas entre todas as profundidades. Já o trabalho de Kruehl e Tartaruga<sup>4</sup> verificou o %RPH em 277 mulheres de diferentes faixas etárias. Analisando a variação de 26 a 35 anos, semelhante à do presente estudo, foi encontrado o mesmo aumento no %RPH para cada profundidade de imersão, com dados semelhantes aos nossos.

Os tecidos do corpo humano têm gravidade específica diferente, e a quantidade de cada tecido varia de indivíduo para indivíduo, fatos que vão influenciar na capacidade de flutuação<sup>25</sup> e, conseqüentemente, na redução do PH. No estudo de Kruehl<sup>1</sup> foram encontradas diferenças significativas na redução do PH de homens e mulheres nas profundidades de quadril, cicatriz umbilical, processo xifóide, ombros, pescoço e ombros com os braços fora da água. O autor aponta o maior percentual de gordura, a menor massa muscular e o menor peso ósseo como responsáveis pelos maiores percentuais médios de redução do PH. Sabendo que as mulheres grávidas apresentam aumento de edema<sup>16</sup> e aumento do volume uterino, esperávamos possíveis diferenças na redução do PH em diferentes profundidades de imersão, quando comparadas a mulheres não grávidas, fato esse que não foi observado no presente estudo.

Como conclusão, os resultados obtidos mostram diminuição da FC e da PA em imersão aquática comparada ao ambiente terrestre, assim como redução do peso hidrostático, diminuições essas proporcionais à profundidade de imersão. A diminuição do peso hidrostático influenciará na redução da carga mecânica imposta às articulações dos membros inferiores, uma vez que a carga mecânica depende da força vertical (peso hidrostático) e da aceleração com que o corpo toca o solo. Com esses resultados, podemos inferir que o ambiente aquático é salutar a essa população e pode ser adequado para a prática de atividades físicas.

---

## Abstract

**Purpose:** *to identify the responses of heart rate (HR), blood pressure (BP), and hydrostatic weight (HW) in pregnant women immersed up to different anatomic points as far as the xiphoid process.*

**Methods:** *eleven pregnant women underwent the following experimental procedure: 10 minutes in recumbent position for evaluation of HR and BP at rest; 2 minutes in standing position for evaluation of initial measures of HR, BP and mass, and one minute for each immersion depth. HR, BP and HW were measured after immersion up to the level of the ankle, knee, hip, navel, and xiphoid process, respectively. Descriptive statistics, test of normality (Shapiro-Wilks),*

homogeneity of variance test (Levene), one-way ANOVA and the Bonferroni test (SPSS version 8.0) were used, with significance at  $p < 0.05$ .

Results: significant differences were found for HR, diastolic BP and mean BP starting from the xiphoid process ( $79.1 \pm 5.1$  bpm;  $53.3 \pm 6.7$  mmHg and  $63.9 \pm 6.2$  mmHg, respectively) and for the systolic BP starting from the navel ( $92.7 \pm 11.1$  mmHg). Significant differences were seen in all measurements of percent HW reduction, as in previous studies carried out with non-pregnant women.

Conclusion: the obtained results showed a decrease in HR and BP on water immersion when compared non-immersion, as well as decreases in HW, which were proportional to the depth of immersion. The decrease in HW was found to influence the decrease in mechanical load imposed on the lower limb joints, since the mechanical load depends on both the vertical force (hydrostatic weight) and on the acceleration with which the body touches the ground. As a result, it is concluded that water is a healthy environment for the population under study, and may be adequate for the practice of physical activities.

**KEYWORDS:** Normal pregnancy. Immersion. Hemodynamics. Hydrostatic weight.

## Referências

- Kruel LFM. Peso hidrostático e frequência cardíaca em pessoas submetidas a diferentes profundidades de água [dissertação]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 1994.
- Picanço PSV, Silva RC, Tartaruga LAP, et al. Determinação da pressão arterial em pessoas submetidas a diferentes profundidades de água. Livro de Resumos do 9º Salão de Iniciação Científica; 1997; Porto Alegre, Brasil. Porto Alegre: UFRGS; 1997. p. 286.
- Kruel LFM, Tartaruga LAP, Dias AC, Silva RC, Picanço PSP, Rangel AB. Frequência cardíaca durante imersão no meio aquático. *Fit Perform* 2002; 1:46-51.
- Kruel LFM, Tartaruga LAP. Estudo do percentual de redução no peso hidrostático através do método de imersão vertical em pessoas do sexo feminino em distintas faixas etárias. *Anais do 9º Congresso Brasileiro de Biomecânica*; 2001; Gramado, Brasil. Porto Alegre: Escola de Educação Física da UFRGS; 2001. p. 186-91.
- Craig AB Jr, Dvorak M. Thermal regulation during water immersion. *J Appl Physiol* 1966; 21:1577-85.
- Park KS, Choi JK, Park YS. Cardiovascular regulation during water immersion. *Appl Human Sci* 1999; 18:233-41.
- Srámek P, Simecková M, Jansky L, Savlíková J, Vybíral S. Human physiological responses to immersion into water of different temperatures. *Eur J Appl Physiol* 2000; 81:436-42.
- Lumbers ER. Exercise in pregnancy: physiological basis of exercise prescription for the pregnant woman. *J Sci Med Sport* 2002; 5:20-31.
- Hermida RC, Ayala DE, Mojón A, et al. Blood pressure patterns in normal pregnancy, gestacional hypertension, and preeclampsia. *Hypertension* 2000; 36:149-58.
- Magee LA, Ornstein MP, von Dadelszen P. Fortnightly review: management of hypertension in pregnancy. *BMJ* 1999; 318:1332-6.
- Rezende J. *Obstetrícia*. 8ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998.
- McMurray RG, Katz VL, Berry MJ, Cefalo RC. Cardiovascular responses of pregnant women during aerobic exercise in water: a longitudinal study. *Int J Sports Med* 1988; 9:443-7.
- Katz VL, McMurray R, Berry MJ, Cefalo RC. Fetal and uterine responses to immersion and exercise. *Obstet Gynecol* 1988; 72:225-30.
- Katz VL, Ryder RM, Cefalo RC, Carmichael SC, Goolsby R. A comparison of bed rest and immersion for treating the edema of pregnancy. *Obstet Gynecol* 1990; 75:147-51.
- Asai M, Saegusa S, Yamada A, et al. Effect of exercise in water on maternal blood circulation. *Nippon Sanka Fujinka Gakkai Zasshi* 1994; 46:109-14.
- Kent T, Gregor J, Deardorff L, Katz V. Edema of pregnancy: a comparison of water aerobics and static immersion. *Obstet Gynecol* 1999; 94:726-9.
- Katz VL. Water exercise in pregnancy. *Semin Perinatol* 1996; 20:285-91.
- Katz VL. Exercise in water during pregnancy. *Clin Obstet Gynecol* 2003; 46:432-41.
- Arborelius M Jr, Ballidin UI, Lilja B, Lundgren CE. Hemodynamic changes in man during immersion with the head above water. *Aerosp Med* 1972; 43:592-8.
- Christie JL, Sheldahl LM, Tristani FE, et al. Cardiovascular regulation during head-out water immersion exercise. *J Appl Physiol* 1990; 69:657-64.
- Watenpaugh DE, Pump B, Bie P, Norsk P. Does gender influence human cardiovascular and renal responses to water immersion? *J Appl Physiol* 2000; 89:621-8.
- Carbillon L, Uzan M, Uzan S. Pregnancy, vascular tone, and maternal hemodynamics: a crucial adaptation. *Obstet Gynecol Surv* 2000; 55:574-81.
- Hoversland AS, Parer JT, Metcalfe J. Hemodynamic adjustments in the pygmy goat during pregnancy and early postpartum. *Biol Reprod* 1974; 10:578-88.
- Aires CE, Mauad-Filho F, Ferreira AC, Gomes UA, Pinheiro-Filho LS. Modificações no índice de líquido amniótico estimado pela ultra-sonografia em gestantes submetidas a imersão subtotal em água. *Rev Bras Ginecol Obstet* 2001; 23:101-5.
- Hay JG. *Biomecânica das técnicas desportivas*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana; 1981.

Recebido em: 28/6/04

Aceito com modificações em: 4/10/04