

Artigo original

O comportamento da frequência cardíaca e da pressão arterial durante imersão aquática a diferentes temperaturas em repouso

Behavior of heart frequency and blood pressure during aquatic immersion in different temperatures in rest

Angélica Cristiane Ovando*, Eliane Roseli Winkelmann, M.Sc.***, Heloísa Meincke Eickhoff, M.Sc.***

.....
*Fisioterapeuta UNIJUI, **Fisioterapeuta, Docente do Curso de Fisioterapia do Departamento de Ciências da Saúde da UNIJUI, ***Fisioterapeuta, Docente do Curso de Fisioterapia do Departamento de Ciências da Saúde da UNIJUI

Resumo

A hidroterapia é uma forma de expandir as opções de tratamento por parte do fisioterapeuta. Este estudo teve por objetivo pesquisar o comportamento da frequência cardíaca (FC) e da pressão arterial (PA) em indivíduos saudáveis na água, em repouso, em diferentes temperaturas. Este estudo teve como amostra 10 indivíduos jovens, não-atletas que foram submetidos ao estudo do comportamento da FC e da PA durante imersão em água na altura do processo xifóide, em temperaturas de 29°C, 33°C e 37°C em diferentes dias para cada temperatura, com intervalo de uma semana entre os procedimentos. Os resultados foram analisados com base na média dos valores obtidos com relação a FC, pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD). O teste t de Student pareado foi utilizado para comparar os valores obtidos para a FC, PAD e PAS ao final da imersão, ou seja, após 30 minutos com os valores pré-imersão, em repouso. A FC teve um comportamento decrescente para as temperaturas de 29°C e 33°C e crescente na imersão em 37°C. Quanto a PAS e PAD observou-se um comportamento decrescente em todas as temperaturas estudadas. Conclui-se que houve uma influência da imersão nos sistema cardiovascular durante a imersão em repouso.

Palavras-chave: hidroterapia, frequência cardíaca, pressão arterial, temperaturas.

Abstract

The hydrotherapy is a resource widely used by the physical therapy. The aim of this study was to compare the behavior of the heart rate (HR) and blood pressure in healthy individuals in the water, in rest and at different temperatures. The sample was 10 young individuals, non athletes, which were submitted to the study of the behavior of HR and blood pressure during the immersion in water at the height of the xiphoid process, in temperatures of 29°C, 33°C and 37°C, in different days for each temperature, with interval of one week among the procedures. The results were analyzed based on the average values obtained regarding HR, systolic blood pressure and diastolic blood pressure. The Student t-test was used to compare the values obtained at the end of the immersion, after 30 minutes with the values pré-immersion. The HR decreased during the immersion at 29°C and 33°C and increased at 37°C. The systolic and diastolic pressure have decreased at all temperatures. The conclusion is that there is an influence of the immersion on the cardiovascular system during immersion at rest.

Key-words: hydrotherapy, heart rate, blood pressure, temperatures.

Recebido 8 de junho de 2005; aceito 15 de julho de 2006.

Endereço para correspondência: Eliane Roseli Winkelmann, Departamento de Ciências da Saúde, Curso de Fisioterapia UNIJUI, Rua do Comércio, 3000 Bairro Universitário 98700-000 Ijuí RS, Tel: (55) 9961 3097/3332 0468, E-mail: elianew@unijui.tche.br

Introdução

A terapia em piscina tem se desenvolvido marcadamente durante os últimos anos. Destinada em tempos mais antigos quase que exclusivamente a pacientes com severo déficit motor, a piscina terapêutica é hoje um recurso utilizado nas diferentes áreas de atuação da fisioterapia.

Como meio utilizado na terapêutica, é de suma importância o conhecimento e a compreensão das propriedades físicas da água e a resposta fisiológica do corpo que está sendo imerso nesse meio. O conhecimento das alterações fisiológicas em meio aquático torna-se relevante, uma vez que a fisioterapia atua com diferentes pacientes, sendo necessário uma boa indicação e orientação quanto às possibilidades terapêuticas para esse tipo de paciente.

Alguns estudos têm avaliado a influência do meio aquático no sistema cardiovascular em repouso e durante o exercício em diferentes temperaturas da água [1-4]. Porém, evidencia-se a necessidade de existir maior número de estudos sobre as alterações da frequência cardíaca (FC) e da pressão arterial (PA) no organismo submetido à imersão aquática, para que a prescrição da terapêutica na água ocorra de modo mais seguro e eficiente.

Este estudo teve como objetivo pesquisar o comportamento da FC e da PA em indivíduos saudáveis durante a imersão aquática, em repouso, nas temperaturas de 29°C, 33°C e 37°C a fim de elucidá-los e quantificá-los, colaborando para que a indicação da hidroterapia seja realizada com maior segurança e eficácia nos diferentes casos e situações clínicas, possibilitando ainda fornecer suporte para a realização de estudos posteriores nas diferentes populações.

Material e métodos

Este estudo teve como amostra 10 indivíduos do sexo masculino, jovens, não-atletas, com idade média de 23,2 ± 2,25 anos, peso médio 78,4 ± 7,01 kg e estatura média de 177,4 ± 3,66 cm, estudantes da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul-UNIJUI, residentes na cidade de Ijuí, RS. Os indivíduos foram selecionados de acordo com os critérios de idade, sexo, altura e conforme o interesse particular em participar do estudo. O estudo foi executado em uma piscina térmica, medindo seis metros de comprimento, três metros de largura e um metro e quarenta centímetros de profundidade. Foram utilizados os seguintes instrumentos: oxímetros (Nonin Onyx), esfigmomanômetro (Heidji) e estetoscópio (Diasyst), além de um termômetro digital.

Após a seleção da amostra e assinatura do termo de consentimento para a realização da pesquisa, os mesmos foram submetidos a um teste de esforço em esteira rolante (Imbramed) com um eletrocardiograma digital computadorizado (Micromed, com o software ErgoPc) para avaliar o nível de aptidão física. O protocolo utilizado foi o Protocolo de Bru-

ce e os critérios para interrupção do teste foram a sensação de exaustão e a incapacidade de continuar o teste ou pelo alcance da FC máxima, conforme Araújo [5]. As avaliações foram realizadas no Laboratório de Fisiologia do Exercício na Clínica-escola de Fisioterapia da UNIJUI no campus de Ijuí/RS. A média do $VO_{2\text{máx}}$ alcançado foi de 51,709 ± 4,714 ml.kg⁻¹. min⁻¹.

Posteriormente o estudo foi realizado no ambiente aquático. Para isso, os indivíduos, em data e hora marcada, foram submetidos ao estudo do comportamento da FC e PA em repouso na água.

Anteriormente ao início do estudo propriamente dito, foi realizado um teste piloto com todos os procedimentos do experimento, a fim de realizar os ajustes necessários.

A amostra foi submetida à imersão aproximada na altura do processo xifóide, em temperaturas de 29°C, 33°C e 37°C, sendo que em todas as temperaturas os procedimentos foram os mesmos. A imersão em cada temperatura foi avaliada em diferentes dias, com intervalo de uma semana entre os procedimentos. O horário da avaliação foi à tarde, com início às 15h. Foi solicitado que os participantes não realizassem exercícios por 48 horas e também, se abstivessem do consumo de bebidas que pudessem conter cafeína ou álcool depois das 21h, da noite anterior ao teste.

No local da avaliação os indivíduos permaneceram em repouso na posição sentada, durante 10 minutos. Em seguida foi verificado a PA com um esfigmomanômetro e um estetoscópio e a FC de repouso de cada indivíduo, com um oxímetro. Os valores pré-imersão foram considerados os valores de FC inicial e PA inicial. Em seguida os indivíduos foram submetidos à imersão, permanecendo em repouso na posição vertical durante 30 minutos.

Nesse período os parâmetros de FC e PA foram monitorados no quinto, décimo, vigésimo e trigésimo minuto. Para a mensuração da PA os indivíduos abduziam ± 90° o ombro esquerdo com o cotovelo estendido na borda da piscina. Ao final dos 30 minutos, os indivíduos saíram da água e permaneceram na posição sentada, em repouso, e os sinais foram novamente monitorados no quinto e décimo minuto após a saída da água.

Foram estudados os valores de FC e de PA antes da imersão, durante a imersão (no quinto, décimo, vigésimo e trigésimo minuto) e após o tempo de imersão (no quinto e décimo minuto).

Resultados e discussão

O presente estudo teve como objetivo verificar o comportamento da FC e da PA de indivíduos saudáveis no ambiente aquático nas temperaturas 29°C, 33°C e 37°C, em repouso. A seguir serão descritos os resultados das variáveis estudadas (FC, PAS e PAD) durante a imersão em repouso nas diferentes temperaturas.

Comportamento da FC nas temperaturas de 29°C, 33°C e 37°C

A Tabela I apresenta os valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação para o comportamento da FC nos 30 minutos de imersão, em repouso, nas temperaturas de 29°C, 33°C e 37°C e ainda nos 5 e 10 minutos após a saída da água.

Na temperatura de 29°C percebe-se que a FC tem um comportamento decrescente ao longo do tempo, sendo que é percebido um decréscimo altamente significativo ($p=0,001$) da FC de $11,80 \pm 7,79$ bpm, entre o tempo pré-imersão ($68,9 \pm 12,62$ bpm) e o tempo de 30 minutos ($57,1 \pm 8,44$ bpm).

Na temperatura de 33°C, observou-se que a FC diminuiu $7,4 \pm 9,43$ bpm ($FC_{\text{pré-imersão}} 76,1 \pm 9,904$ bpm e $FC_{\text{final}} 68,7 \pm 12,552$ bpm) no decorrer do tempo de imersão, sendo essa diferença considerada estatisticamente significativa ($p=0,035$), como pode ser conferido no Quadro 1.

Tabela I - Medidas descritivas da FC na imersão em repouso - temperatura de 29°C, 33°C e 37°C.

Variável	n	Média e DP cv 29°C		Média e DP cv 33°C		Média e DP cv 37°C.	
		29°C	29°C	33°C	33°C	37°C.	37°C.
FC pré-imersão	10	$68,9^a \pm 12,618$	18,31%	$76,1^c \pm 9,9045$	13,01%	$74,4^e \pm 12,231$	16,44%
FC 5'	10	$61,8 \pm 11,013$	17,82%	$72,6 \pm 13,0571$	17,98%	$77,4 \pm 9,131$	11,80%
FC 10'	10	$57,6 \pm 8,618$	14,96%	$72,6 \pm 10,2437$	14,10%	$77,8 \pm 10,009$	12,86%
FC 20'	10	$58,6 \pm 9,969$	17,01%	$69,7 \pm 10,7914$	15,48%	$81,4 \pm 9,663$	11,87%
FC30'	10	$57,1^b \pm 8,439$	14,78%	$68,7^d \pm 12,5525$	18,27%	$80,9^e \pm 9,826$	12,15%
FC 5' após imersão	10	$64,7 \pm 9,031$	13,96%	$72,3 \pm 15,3409$	21,21%	$75,4 \pm 6,150$	8,16%
FC10' após imersão	10	$63,8 \pm 10,337$	16,20%	$72,8 \pm 14,6348$	20,10%	$80,0 \pm 7,454$	9,32%

Fonte: Coleta de dados por Ovando, Angélica C. Orientação: Winkelmann, Eliane R; Eickhoff, Heloísa M. Análise estatística por Battisti, Iara. Abril, 2004.

Nota 1: DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação

^{ab} médias diferentes pelo teste t pareado ($p = 0,001$).

^{cd} médias diferentes pelo teste t pareado ($p = 0,035$).

^e médias não diferentes pelo teste t pareado ($p = 0,155$).

Observa-se através do Quadro 1 que o comportamento da FC em 29°C e 33°C, é decrescente no decorrer do tempo, porém os valores parecem mudar mais expressivamente até o 5º minuto de imersão, tendendo para uma estabilização nos 10, 20 e 30 minutos. Esse comportamento nos leva a considerar que as alterações cardiovasculares que ocorrem após a imersão são imediatas, tendendo o organismo a uma adaptação a essa nova condição após alguns minutos.

Na temperatura de 37°C, entretanto, observa-se que a FC dos indivíduos aumentou $6,5 \pm 13,25$ bpm entre o tempo inicial pré-imersão ($74,4 \pm 12,23$ bpm) e o tempo final ($80,9 \pm 9,83$ bpm), comportando-se diferentemente das demais temperaturas analisadas, cujo comportamento foi decrescente. No entanto, nessa temperatura não houve diferença estatística significativa entre o tempo pré-imersão e o tempo final. Percebe-se que há uma grande variabilidade na diferença, que pode ser atribuída a 1 ou 2 indivíduos que tiveram uma grande

alteração de sua FC, comparando-se diferente dos demais da amostra. Os valores podem ser conferidos no Quadro 1. Ao observar o comportamento das médias ao longo do tempo nessa temperatura, percebe-se que as mesmas vão aumentando ao longo do tempo, observando-se uma estabilização desse valor no tempo de 20 minutos.

Através do teste t pareado, buscou-se uma comparação entre a FC pré-imersão e a FC aos 5 minutos de imersão, com o propósito de estudar se houve diferença significativa nos valores da FC imediatamente após a imersão (5 minutos), comparado com seu valor em repouso na terra. Na temperatura de 29°C houve uma diferença ($7,1 \pm 6,47$ bpm) estatisticamente significativa ($p = 0,007$) entre o valor pré-imersão ($68,9 \pm 12,62$) e a FC aos 5 minutos ($61,8 \pm 11,01$). No entanto, não houve diferença significativa entre o tempo pré-imersão e o tempo de 5 minutos para as temperaturas de 33°C e 37°C.

Tabela II - Teste t pareado para testar diferença da FC em repouso entre o valor pré-imersão e o tempo de 5 minutos em 29°C, 33°C e 37°C.

Temperatura	Pré-imersão	Tempo 5 minutos	Média (bpm)	P*
Média (bpm)	Média(bpm)	Desvio-padrão		
Desvio-padrão	Desvio-padrão			
29 °C	$68,9 \pm 12,62$	$61,8 \pm 11,01$	$7,1 \pm 6,47$	0,007
33 °C	$76,1 \pm 9,90$	$72,6 \pm 13,05$	$3,5 \pm 10,96$	0,339242
37 °C	$74,4 \pm 12,23$	$77,4 \pm 9,13$	$-3 \pm 6,66$	0,188454

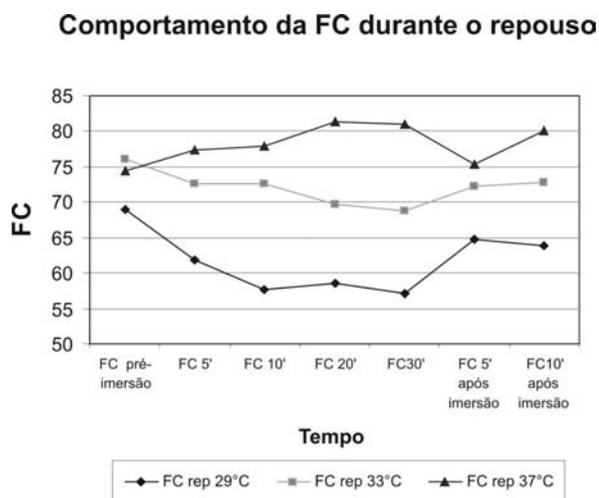
Fonte: Coleta de Dados por Ovando, Angélica C. Orientação: Winkelmann, Eliane R; Eickhoff, Heloísa M. Análise estatística por Battisti, Iara. Abril, 2004.

Nota: * teste t pareado ($p < 0,05$).

Na Figura 1, é possível visualizar o comportamento da FC ao longo do tempo de imersão, bem como nos 5 e 10 minutos após a saída do ambiente aquático, nas três temperaturas estudadas. Estes resultados podem estar demonstrando que acontecem alterações cardiovasculares em função da imersão, em maior ou menor intensidade.

No que diz respeito às respostas cardiovasculares à imersão, temos duas situações diferentes a considerar. Uma delas seria a consequência da pressão hidrostática, que faz com que, imediatamente após a imersão ocorra um deslocamento de 700 ml de sangue dos membros inferiores para região do tórax, causando um aumento no retorno venolinfático e aumentando 60 % o volume central. A pressão intratorácica aumenta de 0,4 mmHg para 3,4 mmHg e a pressão no átrio direito aumenta de 14 mmHg para 18 mmHg. A pressão venosa central aumenta de 2 a 4 mmHg para 3 a 16 mmHg, sendo que a pressão arterial pulmonar aumenta de 5 mmHg no solo para 22 mmHg em imersão. O débito cardíaco aumenta de 30,0 % a 32,0% associados a uma diminuição de aproximadamente 10 batimentos por minuto ou de 4,0 % a 5,0 % comparado a frequência cardíaca em bipedestação no solo [6-9]. Esses autores citam que ocorrem essas alterações, porém não mencionam em qual temperatura aquática.

Figura 1 - Média da FC na imersão em repouso nas temperaturas de 29°C, 33°C e 37°C.



Fonte: Coleta de Dados por Ovando, Angélica C. Orientação: Winkelmann, Eliane R; Eickhoff, Heloísa M. Análise estatística por Battisti, Iara. Abril, 2004.
Nota: O espaçamento no eixo horizontal não representa uma série temporal.

A outra situação seria o fato de que, partes das alterações cardiovasculares decorrentes da imersão são atribuídas ao reflexo de mergulho, que inclui bradicardia, vasoconstrição periférica e desvio de sangue para órgãos vitais. Nos homens é consequência da interação e competição de vários fatores mecânicos e neurais [8].

No presente estudo, foram observados uma bradicardia em imersão nas temperaturas de 29°C e 33°C e um leve aumento da FC na temperatura de 37°C.

A diminuição da FC nas temperaturas de 29°C e 33°C no presente estudo pode ser decorrente da ação do reflexo de mergulho, evidenciada por Bookspan [8]. O reflexo de mergulho ocorre em situações significativamente diferentes como, molhar a face, imergir o corpo com a cabeça fora da água e imersão total com apnéia.

A bradicardia relativa em temperaturas mais baixas tem sido documentada tanto durante o estado de repouso como durante exercício [10] e parece ser dependente do nível de imersão. Esta é mediada provavelmente através da inervação vagal cardíaca, sendo reduzida em indivíduos com neuropatia autonômica diabética [3]. O retorno venoso aumentado com a imersão aumenta a pressão no seio carotídeo, diminuindo reflexamente a FC [8].

Weston *et al.* [3] observou as mesmas tendências do referido estudo. Ao estudar as alterações hemodinâmicas durante a imersão nas temperaturas de 33°C, 35°C, 37°C e 39°C, com água na altura do processo xifóide, observou uma diminuição da FC na temperatura de 33°C e 35°C, (12 e 9 bpm respectivamente) e um aumento da FC na imersão nas temperaturas de 37°C e 39°C (5 e 27 bpm respectivamente).

Em outro estudo análogo, Sramek *et al.* [4] investigou as respostas cardiovasculares e hormonais durante uma hora de imersão em homens jovens em temperaturas de 32°C, 20°C e 14°C. Os resultados mostraram que na imersão a temperatura de 32°C a FC diminuiu 15 %. A imersão na temperatura de 20°C induziu um a queda similar na FC do mesmo modo que a imersão na temperatura termoneutra, embora tenha diminuído a temperatura retal de 37,1°C antes da imersão para 36,1°C ao final de uma hora. A imersão na temperatura de 14°C diminuiu a temperatura retal para 35,6°C, e aumentou a FC em 5%.

No presente estudo, na temperatura de 37°C a FC teve um comportamento diferente, pois ela aumentou ao final dos trinta minutos. Vários estudos relataram um aumento da FC em temperaturas mais altas [1,3].

Bookspan [8] diz que a FC aumenta em função da vasodilatação periférica induzida pelo calor. Weston [3] relata que é provável que a variação na temperatura da imersão produza complexas mudanças no controle dos barorreceptores, em resposta a alterações na pressão de pulso, pressão arterial média e resistência periférica. Embora as variações nos barorreceptores contribuam para a taquicardia em temperaturas mais altas, talvez o fator mais importante seja atribuído ao aumento na taxa de despolarização do nodo sinoatrial pelo aumento da temperatura corporal em imersão a essas temperaturas mais altas. No presente estudo não houve uma monitoração da temperatura corporal, mas alguns estudos [3,4] confirmam um aumento na temperatura corporal em imersão a temperatura de 37°C.

Comportamento da PAS nas temperaturas de 29°C, 33°C e 37°C

Ao analisar o comportamento da pressão arterial sistólica (PAS) durante imersão em repouso (Tabela III), o presente

estudo demonstra que, nas diferentes temperaturas estudadas (29, 33 e 37°C), houve um decréscimo estatisticamente significativo da pressão arterial sistólica ($p < 0,01$), entre o tempo pré-imersão e ao final dos 30 minutos de imersão, em todas as temperaturas.

Aos 29°C, decresceu $15 \pm 10,8$ mmHg ($PAS_{\text{pré-imersão}} 117 \pm 15,59$ mmHg e $PAS_{\text{final}} 102 \pm 10,32$ mmHg); aos 33°C diminuiu $12 \pm 6,32$ mmHg ($PAS_{\text{pré-imersão}} 121 \pm 12,36$ mmHg e $PAS_{\text{final}} 109 \pm 8,75$ mmHg); e aos 37°C, diminuiu $14 \pm 9,66$ mmHg ($PAS_{\text{pré-imersão}} 121 \pm 12,36$ mmHg e $PAS_{\text{final}} 107 \pm 8,32$ mmHg).

Tabela III - Medidas da pressão arterial sistólica (PAS) durante imersão em repouso.

Variável	n	Média e DP 29°C.	CV 29°C	Média e DP 33°C.	CV 33°C	Média e DP 37°C.	CV 37°C
PAS pré-imersão	10	117,0a \pm 11,595	9,91%	121c \pm 11,00505	9,09%	121,0e \pm 12,867	10,63%
PAS 5'	10	111,0 \pm 8,756	7,89%	115 \pm 12,69296	11,03%	112,2 \pm 9,163	8,17%
PAS 10'	10	108,0 \pm 6,325	5,86%	112 \pm 12,29273	10,97%	107,4 \pm 9,663	9,00%
PAS 20'	10	105,0 \pm 7,071	6,73%	110 \pm 9,42809	8,57%	108,0 \pm 7,888	7,30%
PAS 30'	10	102,0b \pm 10,328	10,13%	109d \pm 8,75595	8,03%	107,0f \pm 8,233	7,69%
PAS 5' após imersão	10	114,0 \pm 9,661	8,47%	113 \pm 13,37494	11,84%	111,0 \pm 8,756	7,89%
PAS 10' após imersão	10	111,0 \pm 7,379	6,65%	116 \pm 12,64911	10,9%	112,0 \pm 6,325	5,65%

Fonte: Coleta de Dados por Ovando, Angélica C. Orientação: Winkelmann, Eliane R; Eickhoff, Heloísa M. Análise estatística por Battisti, Iara. Abril, 2004.

Nota: DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variabilidade

^{ab} médias diferentes pelo teste t pareado ($p < 0,01$)

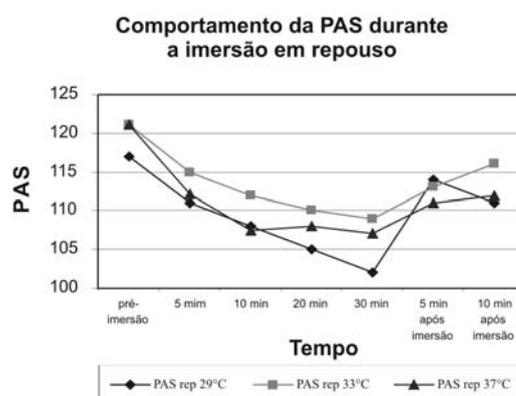
^{cd} médias diferentes pelo teste t pareado ($p < 0,01$).

^{ef} médias diferentes pelo teste t pareado ($p < 0,01$).

Através da Tabela III é possível observar os valores das médias da PAS durante todo o tempo de imersão nas três temperaturas estudadas. Percebe-se que durante a imersão a 29°C os valores vão decrescendo ao longo do tempo, parecendo não haver uma estabilização desses valores ao longo do tempo. Após a saída da água esses valores começam a subir, tendendo a voltar ao valor pré-imersão. Na temperatura de 33°C observa-se uma estabilização no tempo de 20 minutos de imersão, enquanto que na temperatura de 37°C esses valores parecem se estabilizar aos 10 minutos de imersão. Esse comportamento pode ser visualizado no gráfico 2.

Da mesma forma que na FC, foi utilizado o teste t pareado para verificar se houve diferença estatística entre a PAS pré-imersão e aos 5 minutos de imersão, procurando observar os efeitos imediatos da imersão nas diferentes temperaturas sobre a PAS. Como pode ser observado na Tabela IV, houve diferença estatisticamente significativa para a imersão em 33°C e 37°C entre os valores pré-imersão e os valores alcançados aos 5 minutos de imersão. Não houve diferença estatística para a temperatura de 29°C, demonstrando a dificuldade em evidenciar o efeito imediato da imersão sobre a PAS, do ponto de vista estatístico.

Gráfico 2 - Média da PAS na imersão em repouso nas temperaturas de 29°C, 33°C e 37°C.



Fonte: Coleta de Dados por Ovando, Angélica C. Orientação: Winkelmann, Eliane R; Eickhoff, Heloísa M. Análise estatística por Battisti, Iara. Abril, 2004.

Nota: O espaçamento no eixo horizontal não representa uma série temporal.

Tabela IV - Teste t pareado para testar diferença da PAS em repouso entre o valor pré-imersão e o tempo de 5 minutos em 29°C, 33°C e 37°C.

Temperatura	Pré-imersão Média (mmHg) e DP	Tempo 5 Média (mmHg) e DP	Diferença Média (mmHg) e DP	P*
29 °C	117 \pm 11,59	111 \pm 8,75	6 \pm 9,66	0,08
33 °C	121 \pm 11	115 \pm 12,69	6 \pm 5,16	0,005
37 °C	121 \pm 12,86	112,2 \pm 9,1627	8,8 \pm 9,94	0,02

Fonte: Coleta de Dados por Ovando, Angélica C. Orientação: Winkelmann, Eliane R; Eickhoff, Heloísa M. Análise estatística por Battisti, Iara. Abril, 2004.

Nota: DP: desvio padrão; * teste t pareado ($p < 0,05$)

Muitos investigadores têm falhado em observar mudanças na pressão arterial média, enquanto outros têm observado uma queda da pressão arterial durante a imersão em meio aquático. De acordo com Sramek *et al.* [4], as mudanças na pressão arterial induzidas pela imersão não são uniformes.

Em seu estudo, Sramek *et al.* [4] investigou as respostas cardiovasculares e hormonais durante uma hora de imersão em homens jovens em temperaturas de 32°C, 20°C e 14°C. Os resultados mostraram que na imersão a temperatura de 32°C a PAS diminuiu 11%. A imersão na temperatura de 20°C induziu uma queda similar na PAS, e a imersão na temperatura de 14°C aumentou a PAS em 7%.

Sabe-se que a estimulação dos barorreceptores durante a imersão em temperaturas termoneutras induzem um decréscimo da atividade do sistema nervoso simpático [4]. Esse fato poderia estar contribuindo para uma queda na pressão arterial sistólica observada no presente estudo.

Boone *et al.* [1] também observaram uma diminuição da PAS quando estudaram o efeito cardiovascular de 15 minutos de imersão em água quente a 39°C até a altura dos ombros.

No trabalho de Weston *et al.* [3] que estudou as alterações hemodinâmicas durante a imersão nas temperaturas de 33°C, 35°C, 37°C e 39°C, com água na altura do processo xifóide

observou-se que a pressão arterial sistólica não mudou significativamente durante o estudo, embora a pressão arterial média tenha sofrido uma alteração devido a uma queda na pressão diastólica.

Embora algumas pesquisas já tenham sido feitas com o intuito de verificar, entre outras coisas, o comportamento da PA em imersão, o que se observa é que ainda faltam estudos que possam contribuir para a elucidação do comportamento da PAS nas diferentes temperaturas em repouso. No presente estudo, entretanto, observou-se um decréscimo em todas as temperaturas durante a imersão em repouso, da mesma forma que foi observado em outros estudos [4,3].

Comportamento da PAD nas temperaturas de 29°C, 33°C e 37°C

Ao estudar o comportamento da pressão arterial diastólica (PAD), observa-se que a mesma, nas três temperaturas estudadas, apresentou um comportamento decrescente entre o início e o final dos 30 minutos de imersão.

Na temperatura de 29°C percebe-se um decréscimo estatisticamente significativo ($p = 0,04$) de $10 \pm 13,33$ mmHg entre a PAD pré-imersão ($60 \pm 13,33$ mmHg) e o tempo de 30 minutos ($70 \pm 8,65$ mmHg).

Tabela V - Medidas descritivas para PA diastólica - imersão em repouso na temperatura de 29°C, 33°C e 37°C.

Variável	n	Média e DP 29°C	cv 29°C	Média e DP 33°C	cv 33°C	Média e DP 37°C	cv 37°C
PAD pré-imersão	10	70,0a \pm 8,165	11,66%	76c \pm 6,992059	9,2 %	73,0 \pm 10,593	14,51%
PAD 5'	10	70,0 \pm 8,165	11,66%	68 \pm 7,888106	11,60%	61,0 \pm 7,379	12,10%
PAD 10'	10	65,0 \pm 10,801	16,62%	64,5 \pm 8,31665	12,89%	55,0 \pm 9,718	17,67%
PAD 20'	10	62,0 \pm 12,293	19,83%	63 \pm 9,486833	15,05%	51,0 \pm 9,944	19,50%
PAD 30'	10	60,0b \pm 13,333	22,22%	58d \pm 10,32796	17,80%	46,0 \pm 9,661	21,00%
PAD 5' após imersão	10	73,0 \pm 9,487	13,00%	71 \pm 5,676462	7,99%	67,0 \pm 6,749	10,07%
PAD 10' após imersão	10	72,0 \pm 7,888	10,96%	72 \pm 6,324555	8,78%	70,0 \pm 4,714	6,73%

Fonte: Coleta de Dados por Ovando, Angélica C. Orientação: Winkelmann, Eliane R; Eickhoff, Heloísa M. Análise estatística por Battisti, Iara. Abril, 2004.

Nota: DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variabilidade

^{ab} médias diferentes pelo teste *t* pareado ($p = 0,04$).

^{cd} médias diferentes pelo teste *t* pareado ($p < 0,001$).

Nas temperaturas de 33°C e 37°C o decréscimo foi altamente significativo ($p < 0,001$) sendo que a PAD diminuiu $18 \pm 10,32$ mmHg (PAD_{pré-imersão} $76 \pm 6,99$ mmHg e PAD_{final} $58 \pm 10,32$ mmHg) e $27 \pm 13,37$ mmHg (PAD_{pré-imersão} $73 \pm 10,59$ mmHg e PAD_{final} $46 \pm 9,66$ mmHg) nas temperaturas de 33°C e 37°C respectivamente, entre o valor pré-imersão e o final dos 30 minutos de imersão.

Quando se analisam os valores apresentados na tabela V, observa-se que a PAD teve um comportamento decrescente em todo o tempo de imersão, sendo que pareceu não existir uma estabilização desses valores nas três temperaturas estudadas. Fica então a dúvida de como se comportaria essa variável

(PAD) se o tempo de imersão fosse maior, ou seja, quanto tempo levaria para se observar uma estabilização da PAD.

O teste *t* pareado foi usado para verificar se houve diferença estatística entre a PAD pré-imersão e o valor aos 5 minutos dentro da água, no intuito de avaliar o efeito imediato do ambiente aquático na PAD. Observa-se através da tabela VI que na temperatura de 29°C a média da PAD foi a mesma nos 5 minutos comparada com o valor pré-imersão. Nas temperaturas de 33°C e 37°C observa-se que há uma diferença estatisticamente significativa entre o tempo pré-imersão e o tempo de 5 minutos.

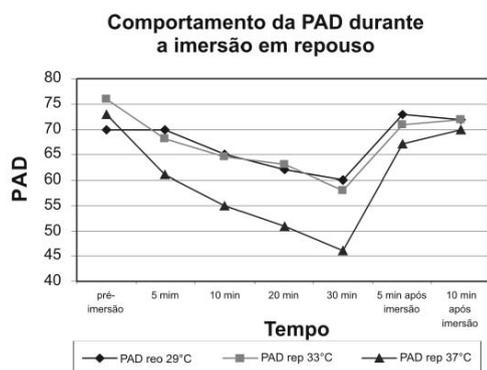
Tabela VI - Teste *t* pareado para testar diferença da PAD em repouso entre o valor pré-imersão e o tempo de 5 minutos em 29°C, 33°C e 37°C.

Temperatura	Média (mmHg) e DP	Tempo 5	Diferença	P*
		Média (mmHg) e DP	Média (mmHg) e DP	
29 °C	70 ± 8,16	70 ± 8,16	0 ± 10,54	1
33 °C	76 ± 6,99	68 ± 7,88	8 ± 4,21	<0,001
37 °C	73 ± 10,59	61 ± 7,37	12 ± 13,16	0,018

Fonte: Coleta de Dados por Ovando, Angélica C. Orientação: Winkelmann, Eliane R; Eickhoff, Heloísa M. Análise estatística por Battisti, Iara. Abril, 2004.

Nota: DP: desvio padrão; * teste *t* pareado ($p < 0,05$)

Gráfico 3 - Média da PAD na imersão em repouso nas temperaturas de 29°C, 33°C e 37 °C.



Fonte: Coleta de Dados por Ovando, Angélica C. Orientação: Winkelmann, Eliane R; Eickhoff, Heloísa M. Análise estatística por Battisti, Iara. Abril, 2004.

Nota: O espaçamento no eixo horizontal não representa uma série temporal.

No gráfico 3 é possível visualizar um comportamento semelhante decrescente no decorrer do tempo nas diferentes temperaturas.

Destaca-se o comportamento da PAD na temperatura de 37°C, onde a queda foi mais acentuada (27 mmHg) em relação às outras temperaturas. Weston *et al.* [3] estudando as alterações hemodinâmicas durante a imersão nas temperaturas de 33°C, 35°C, 37°C e 39°C, com água na altura do processo xifóide, encontrou valores semelhantes aos do presente estudo. Nesse estudo observa-se a média da PAD baixou em todas as temperaturas, em valores de 9 mmHg em 33°C e 35°C, 18 mmHg em 37°C e 30 mmHg em 39°C. Nesse estudo também foi mensurada a resistência periférica, a qual reduziu progressivamente com o incremento da temperatura.

Sramek *et al.* [4] investigou as respostas cardiovasculares e hormonais durante uma hora de imersão em homens jovens em temperaturas de 32°C, 20°C e 14°C. Os resultados mostraram que na imersão a temperatura de 32°C a FC diminuiu 15 % e a PAS e PAD diminuíram 11% e 12 % respectivamente. A imersão na temperatura de 20°C induziu um a queda similar na FC e PAS e PAD, do mesmo modo que a imersão na temperatura termoneutra, embora tenha

diminuído a temperatura retal de 37,1°C antes a imersão para 36,1°C ao final de uma hora. A imersão na temperatura de 14°C diminuiu a temperatura retal para 35,6°C, e aumentou a FC, PAS e PAD em 5%, 7% e 8% respectivamente.

Vários estudos têm demonstrado uma queda da PAD em temperaturas termoneutras, quentes e até mesmo em temperaturas mais frias (20°C), como no estudo de Sramek *et al.* [4] associado também a uma queda da resistência periférica em todas as temperaturas, especialmente nas temperaturas mais quentes. Estes estudos vêm confirmar nossos achados, onde a queda da PAD é maior à medida que aumenta a temperatura de imersão.

As alterações da PAD (diminuição em todas as temperaturas) nos indivíduos estudados podem ser decorrentes do fato de que, no momento da imersão, há um leve aumento da resistência na circulação periférica, que ocorre em função da constrição momentânea dos vasos cutâneos. Entretanto, logo após esse aumento o corpo se ajusta e as arteríolas se dilatam, produzindo uma redução da pressão sanguínea. Isso pode significar maior tolerância a exercícios para pacientes hipertensos [11].

No caso da imersão em temperaturas mais quentes há ainda o fator da temperatura aumentada que favorece a vasodilatação cutânea e a diminuição da resistência vascular periférica com queda ainda maior da PAD.

Conclusões

Este estudo possibilitou evidenciar algumas considerações sobre o comportamento da FC e PA durante a imersão em repouso em diferentes temperaturas aquáticas. Este tema é importante uma vez que a fisioterapia utiliza o meio aquático como um recurso na reabilitação com seus próprios méritos nas mais diversas áreas da fisioterapia.

No presente estudo observou-se que a imersão em si, provoca algumas alterações na FC (frequência cardíaca) e PA (pressão arterial) em indivíduos jovens e saudáveis. Observou-se que em temperaturas termoneutras (29°C e 33°C), houve uma tendência a diminuição da FC e PAS e PAD quando o organismo é submetido a imersão em repouso. Na temperatura mais quente (37°C) houve um aumento da FC durante a imersão em repouso, embora tenha ocorrido uma diminuição da PAS e PAD.

Após a realização deste estudo e com base na literatura, fica claro que as respostas cardiovasculares à imersão são respostas variadas, que ainda devem ser amplamente investigadas. Imersão não é uma condição única, portanto, essas respostas têm diversos mecanismos subjacentes.

Sugere-se assim, a realização de novas pesquisas, com novas metodologias ou complementos, visando a busca de esclarecimento sobre o comportamento da FC e PA na água, tanto em repouso quanto ao exercício, em pessoas saudáveis e também com pacientes portadores de patologias cardiovasculares.

Referências

1. Boone T, Westendorf T, Ayres P. Cardiovascular responses to a hot tub bath. *J Altern Complement Med* 1999;5(3):301-4.
2. Christie JLI, Sheldahl LM, Tristani FE, Wann LS, Sagar KB, Levandoski SG, Ptacin MJ, Sobocinski KA, Morris RD. Cardiovascular regulation during head-out water immersion exercise. *J Appl Physiol* 1990;69(2):657-64.
3. Weston CF, O'Hare JP, Evans JM, Corral RJ. Haemodynamic changes in man during immersion in water at different temperatures. *Clinical Sciences (Lond)* 1987;73(6):613-6.
4. Sramek P, Simeckova M, Jansky L, Savlikova J, Vybiral S. Human physiological responses to immersion into water of different temperatures. *Eur J Appl Physiol* 2000; 81(5):436-42.
5. Araújo GSG. Manual do ACSM para teste de esforço e prescrição de exercício. Rio de Janeiro: Revinter; 2000. 314p.
6. Denison DM, Wagner PD, Kingaby GL, West JB. Cardiorespiratory responses to exercise in air and underwater. *J Appl Physiol* 1972;33(4):426-430.
7. Greenleaf JE. Physiological responses to prolonged bed rest and fluid immersion in humans – brief review. *J Appl Physiol* 1984;57(3):619-33.
8. Bookspan J. Efeitos fisiológicos da imersão em repouso. In: Routi RG, Morris DM, Cole AJ. Reabilitação aquática. São Paulo: Manole; 2000. 463p.
9. Becker BE. Princípios físicos da água. In: Routi RG, Morris DM, Cole AJ. Reabilitação aquática. São Paulo: Manole; 2000. 463.
10. MacArdle WS, Magel JR, Lesmes GR, Fechar GS. Metabolic and cardiovascular adjustments to work in air and water at 18, 25 and 33°C. *J Appl Physiol* 1976;40:85-90.
11. Koury JM. Programa de fisioterapia aquática. São Paulo: Manole; 2000. 295p.