

FUNDAMENTOS DA TERMORREGULAÇÃO PARA HIDROTERAPIA

**¹Elisa Felgueiras Beirão, ¹Mariana Callil Voos,
¹Jecilene Rosana Costa Frutuoso, ²Jéssica Gomes Marim,
²Fátima Aparecida Caromano**

¹ Universidade Ibirapuera - UNIB

² Universidade de São Paulo – USP

Av. Avenida Interlagos, 1329 – São Paulo - SP

caromano@usp.br

Resumo

A fisioterapia atua com recursos que impõem modificação da temperatura local ou corporal, a exemplo da termoterapia ou a hidroterapia. No segundo caso, cabe ao fisioterapeuta compreender os mecanismos fisiológicos envolvidos no mecanismo de termorregulação corporal quando grande parte do corpo é submetido a um estresse térmico, e compreender sua ação quando utilizado com objetivo terapêutico, considerando diferentes áreas expostas a diferentes temperaturas. O objetivo deste texto é apresentar uma revisão de literatura focada nos aspectos da termorregulação em imersão, considerando diferentes temperaturas, diferentes graus de imersão e a associação com a atividade física. Para atingir o objetivo, foi realizada busca de textos científicos nas bases de dados Lilacs, PeDro, Scielo e Pubmed, usando as palavras chaves hidroterapia, termorregulação, fisiologia, exercício, imersão, temperatura e termorregulação humana. O conhecimento detalhado dos mecanismos fisiológicos envolvidos em situação de imersão total ou parcial, em diferentes temperaturas, permite ao fisioterapeuta tomada de decisão clínica fundamentada, no que diz respeito à hidroterapia.

Palavras-chaves: Hidroterapia, termorregulação, exercício, imersão, fisiologia.

Abstract

Physiotherapy works with features that require modification of the local or body temperature, such as the thermotherapy or hydrotherapy. In the second case, it is for the therapist to understand the physiological mechanisms involved in body thermoregulation mechanism when much of the body is subjected to heat stress, and understand their action when used with therapeutic goal, considering different body segments exposed to different temperatures. The aim of this paper is to present a literature review focused on aspects of thermoregulation in immersion considering different temperatures, different degrees of immersion and the association with physical activity. To achieve the goal, search scientific literature was performed in the databases Lilacs, PeDro, Scielo and Pubmed, using the key words hydrotherapy, thermoregulation, physiology, exercise, immersion, temperature and human thermoregulation. The detailed knowledge of the physiological mechanisms involved in total or partial immersion at different temperatures allows the physiotherapist to make informed clinical decisions regarding hydrotherapy..

Keywords: Hydrotherapy, thermoregulation, exercise, immersion, physiology.

1. INTRODUÇÃO

Perto do final do século XIX, na Europa e logo depois nos EUA, o uso do ambiente aquático para facilitar os exercícios físicos começou a se popularizar. As propriedades singulares do ambiente aquático fornecem aos profissionais da saúde opções de tratamento que seriam de outro modo difíceis ou impossíveis de serem realizados no solo.

As principais propriedades que tornam este meio diferenciado são: densidade, flutuação e pressão hidrostática. Uma propriedade da água que pode variar é a temperatura, podendo afetar a fisiologia humana de diferentes formas e, em consequência, o desempenho de atividades físicas no ambiente aquático.

Termorregulação é um conjunto de mecanismos que permitem regular a temperatura corporal interna de um organismo, de forma a mantê-la dentro de valores compatíveis com a vida quando a temperatura do meio externo varia.

O fisioterapeuta deve compreender os mecanismos fisiológicos envolvidos no mecanismo de termorregulação corporal, quando grande parte do corpo é submetido a um estresse térmico, e compreender sua ação quando utilizado com objetivo terapêutico, considerando diferentes áreas expostas a diferentes temperaturas. O conhecimento detalhado dos mecanismos fisiológicos envolvidos em situação de imersão total ou parcial, em diferentes temperaturas, permite ao fisioterapeuta tomada de decisão clínica fundamentada, no que diz respeito à hidroterapia.

O objetivo deste texto é apresentar uma revisão de literatura focada nos aspectos da termorregulação em imersão, considerando diferentes temperaturas, diferentes graus de imersão e a associação com a atividade física.

2. MÉTODO

Para atingir o objetivo, foi realizada busca de textos científicos nas bases de dados Lilacs, PeDro, Scielo e Pubmed, usando as palavras chaves hidroterapia, termorregulação, fisiologia, exercício, imersão, temperatura e termorregulação humana.

Primeiramente, foi realizada seleção por título, seguida pela análise do resumo e finalmente texto completo que, se selecionado por ser metodologicamente correto, teve suas informações selecionadas.

A estes textos foram somados capítulos de livros. Na sequência, os temas foram categorizados por assunto e organizados no formato de texto didático.

3. RESULTADOS

Os resultados referentes à busca de textos podem ser vistos no Quadro 1. No Quadro 2 estão discriminados o número de capítulos de livros e artigos selecionados por tema e sub-temas, visando a construção do artigo didático. Em seguida, apresentamos o texto didático resultante da pesquisa.

TERMOREGULAÇÃO EM SITUAÇÃO DE IMERSÃO Fisiologia básica da termorregulação humana

A temperatura central está em equilíbrio constante entre os fatores que elevam e os que diminuem a temperatura corporal, e este equilíbrio é mantido pelo controle da transferência de calor para periferia do corpo e sua eliminação, e se mantém cuidadosamente em situação de normalidade regulado em 37°C (com desvio padrão de 1,00°C) (McArdle et al., 2001).

A temperatura da pele, diferente da temperatura central, se eleva e diminui de acordo com a temperatura do ambiente. Este mecanismo pode ser sobrecarregado em situação de exercício físico, principalmente quando o exercício é vigoroso e o corpo está imerso em água quente. A temperatura corporal pode se elevar temporariamente para até 38,3° a 40°C. Inversamente, quando o corpo é exposto ao frio extremo, a temperatura geralmente pode cair a valores abaixo de 36,6°C. A pele, os tecidos subcutâneos e especialmente o tecido adiposo atuam em conjunto como isolantes do corpo, sendo eficiente em manter a temperatura central interna estável, mesmo que a temperatura da pele se aproxime da temperatura do ambiente (Guyton e Hall, 2006).

O fluxo sanguíneo do centro do corpo para a pele é responsável pela transferência de calor. Uma alta velocidade de fluxo na pele faz com que o calor seja conduzido do centro do corpo para a pele com grande eficiência, enquanto a redução na velocidade do fluxo para a pele pode diminuir a condução do calor do centro do corpo para valores bastante baixos (Guyton e Hall, 2006; Schrepfer, 2011).

O calor pode ser eliminado de quatro formas (McArdle et al., 2001):

1. Irradiação: O corpo humano irradia os raios de calor em todas as direções. Se a temperatura do corpo é maior do que a temperatura do ambiente, uma

maior quantidade de calor é irradiada do corpo do que a que é irradiada para o corpo.

2. **Condução:** a condução de calor do corpo para o ar é autolimitada.

3. **Convecção:** Quando o corpo é exposto ao vento, a camada de ar imediatamente adjacente à pele é substituída por ar novo com uma velocidade muito maior do que a normal, e a perda de calor por convecção aumenta proporcionalmente. Na água, é impossível para o corpo formar uma “zona de isolamento” como ocorre no ar. Portanto, a velocidade de perda de calor para a água geralmente é muito superior à velocidade de perda de calor para o ar.

4. **Evaporação:** é necessária em temperaturas do ar muito altas quando o calor pode ser eliminado por irradiação e condução. Em imersão, este processo fica na dependência da área corporal não imersa.

A temperatura do corpo é regulada quase completamente por mecanismos de feedback neurais e quase todos esses mecanismos operam por meio de centros regulatórios da temperatura localizados no hipotálamo. A área pré-óptica hipotalâmica contém grande número de neurônios sensíveis ao calor, bem como, cerca de um terço de neurônios sensíveis ao frio. Acredita-se que esses neurônios atuem como sensores de temperatura. Quando a área pré-óptica é aquecida, a pele de todo o corpo imediatamente inicia a sudorese, enquanto os vasos sanguíneos da pele de todo o corpo se dilatam, causando perda de calor. Os sinais sensoriais de temperatura da área pré-óptica-hipotalâmica anterior e dos receptores periféricos são transmitidos a área do hipotálamo posterior. Aqui, os sinais são combinados e integrados para controlar as reações de produção e de conservação de calor do corpo (McArdle et al., 2001).

4. Pele e termorregulação

A pele é dotada de receptores para o frio e para o calor. Existem muito mais receptores para o frio do que para o calor e a detecção periférica da temperatura diz respeito principalmente à detecção de temperaturas mais frias. Quando a pele é resfriada pelo corpo inteiro, efeitos reflexos imediatos são evocados e começam a aumentar a temperatura corporal de várias formas.

Os receptores corporais profundos são encontrados principalmente na medula espinal, vísceras abdominais e dentro ou ao redor das grandes veias na região superior do abdome e do tórax. Esses recep-

tores profundos atuam diferentemente dos receptores da pele, pois eles são expostos à temperatura central do corpo, em vez da temperatura da superfície corporal. Além disso, como os receptores de temperatura da pele, eles detectam principalmente o frio, ao invés do calor (McArdle et al., 2001).

Para diminuir a temperatura quando o corpo está muito quente, nosso sistema utiliza diversos mecanismos, como a vasodilatação cutânea (por inibição dos centros simpáticos no hipotálamo posterior que causam a vasoconstrição), sudorese e diminuição na produção de calor. Os mecanismos que causam o excesso de produção de calor, como os calafrios e a termogênese química, são fortemente inibidos (McArdle et al., 2001; Guyton e Hall, 2006; Schrepfer, 2011).

Para elevar a temperatura quando o corpo está muito frio, o nosso sistema utiliza mecanismos como, vasoconstrição da pele por todo o corpo, piloereção, aumento na termogênese (a produção de calor por meio dos sistemas metabólicos é aumentada pela promoção de calafrios, excitação simpática da produção de calor e secreção de tiroxina). Parte do calor produzido durante exposição ao frio é ação de dois hormônios denominados calorinogênicos, e que são produzidos na medula supra renal, a adrenalina e a noradrenalina. O aumento da tiroxina, o hormônio tireóideo, induz maior metabolismo mesmo em situação de repouso (McArdle et al., 2001; Guyton e Hall, 2006; Schrepfer, 2011).

5. Termorregulação e imersão

A velocidade de mudança da temperatura depende da massa e do calor específico do objeto. A água retém 1000 vezes mais calor do que o ar e, conduz a temperatura 25 vezes mais rápido que o ar. As diferenças na temperatura entre o objeto imerso e a água equilibram-se com uma mudança mínima na temperatura da água. A transferência de calor aumenta com a velocidade, e assim, uma pessoa que se move pela água perde a temperatura corporal mais rápido do que uma imersa em repouso (Schrepfer, 2011).

A regulação da temperatura durante o exercício em imersão difere daquela do exercício no solo por causa de alterações na condução da temperatura e na habilidade do corpo de dissipar calor. Com a imersão, há menos pele exposta ao ar, resultando em menor oportunidade de dissipar calor por meio dos mecanismos normais de sudorese. O corpo humano é capaz de manter o aquecimento central adequado durante o exercício em imersão com temperaturas

abaixo de 25°C. Por outro lado, o exercício em temperaturas acima de 37°C pode ser prejudicial se prolongado ou mantido em alta intensidade. A imersão em água quente pode aumentar as demandas cardiovasculares em repouso ou no exercício. Em temperaturas acima ou iguais a 37°C, o débito cardíaco aumenta significativamente, mesmo em repouso (Schrepfer, 2011).

Para o conforto do paciente, a temperatura do ar deve ser 3°C mais alta do que a temperatura da água. Uma escolha incorreta de temperatura da água ou do ar ambiente pode afetar adversamente a habilidade do paciente de tolerar ou manter o exercício em imersão. Muitas estratégias são utilizadas com a intenção de prevenir ou minimizar a dor muscular tardia e fadiga após o exercício. Imersão em água fria, com temperaturas inferiores a 15° C, é atualmente uma das estratégias de intervenção mais usadas após o exercício.

Gregson et al. (2011) estudaram a influência da água fria (8°C e 22°C) na imersão no fluxo sanguíneo cutâneo do membro inferior. Os autores mostraram que a imersão em ambas as temperaturas resultou em fluxo de sangue semelhante, sendo que, mais sangue foi distribuído para a pele na água mais fria. Isto sugere que as temperaturas mais frias podem estar associadas à redução do fluxo sanguíneo muscular, o que pode fornecer uma explicação para os benefícios da imersão em água fria para aliviar a lesão muscular induzida pelo exercício.

Al Haddad et al. (2012) investigaram o efeito de imersão diária em água fria, durante uma semana de treinamento típico (nadadores), na atividade parassimpática e avaliações subjetivas de bem-estar e concluíram que cinco minutos de imersão em água fria pós-treino pode reduzir a diminuição parassimpática induzida pelo exercício habitual e está associada com uma melhora na qualidade do sono.

Buchheit et al. (2009) também investigaram a atividade parassimpática, procurando saber o efeito da imersão em água fria na reativação parassimpática pós-exercício. Dez sujeitos foram submetidos a atividade de ciclismo seguido de 5 min de imersão, a 14°C, ou repouso em câmara a 35°C. O estudo mostra que a imersão pode restaurar de forma significativa os índices de deficiência vagal relacionados a variabilidade de frequência cardíaca (FC) observada pós-exercício e a imersão pode servir como meio eficaz para acelerar a reativação parassimpática durante o período imediatamente após o exercício máximo.

Stanley et al. (2013) estudaram o desempenho e a variabilidade da FC em dias consecutivos de ciclismo seguido de imersão em água fria ou recuperação passiva após cada sessão de treino foi feita em água fria (10°C) ou à temperatura ambiente (27°C) durante 5 minutos. A imersão permitiu uma melhor manutenção do poder de arranque e FC média durante o exercício em comparação com a recuperação passiva.

Halson et al. (2008) examinaram a segurança e respostas termorregulatórias agudas, cardiovasculares, metabólicas, endócrinas, e inflamatórias da imersão em água fria pós ciclismo no calor. A recuperação aconteceu em imersão (11°C) por 60s repetindo três vezes ou repouso sem imersão. A imersão reduziu significativamente a frequência cardíaca e temperatura interna, no entanto, todos os outros marcadores não foram afetados.

A revisão de Bleakley et al. (2012) e o estudo experimental de Halson et al. (2008), tiveram por objetivo de determinar os efeitos de imersão em água fria para dor muscular após o exercício. A revisão mostrou que a imersão em água fria reduz a dor muscular tardia após o exercício em comparação com intervenções passivas envolvendo repouso ou nenhuma intervenção. O estudo demonstrou que a imersão alivia os sintomas da dor muscular tardia no pós-exercício e foi eficaz em 24 e 48 horas após o exercício de alta intensidade.

Segundo Bastos et al. (2012), os potenciais benefícios da imersão em água fria (CWI) e recuperação ativa (RA) sobre a concentração de lactato sanguíneo (Lac) e variabilidade da FC (VFC) após o exercício de alta intensidade e mostraram que AR e CWI oferecem benefícios em relação à remoção de lactato. Embora limitados, CWI resulta em alguma melhora da regulação autonômica cardíaca em comparação com AR e recuperação passiva no pós-exercício.

Vaile et al. (2008a) avaliaram o efeito da CWI e RA na termorregulação e desempenho no ciclismo no calor. A recuperação foi feita em 15 minutos de imersão em água fria intermitente em 10°C, 15°C e 20 °C, imersão em água fria contínua em 20 °C com recuperação ativa. Não foram observadas diferenças significativas no trabalho total entre qualquer um dos protocolos de imersão em água fria nem diferenças significativas na concentração de lactato sanguíneo entre as intervenções. Após recuperação ativa a concentração de lactato sanguíneo foi significativamente menor. Todos os protocolos de CWI foram eficazes na redução da depressão térmica e foram mais eficazes na

manutenção subsequente desempenho no ciclismo de alta intensidade do que a RA.

O estudo de Baroni et al. (2010) analisou o efeito da crioterapia de imersão sobre a remoção do lactato sanguíneo após exercício de alta intensidade. A recuperação foi feita com imersão de membros inferiores imersos a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ por 10 min e o outro grupo 10 min em repouso. A recuperação passiva apresentou decréscimo significativo da concentração de lactato enquanto o mesmo não foi verificado com a crioterapia.

Herrera et al. (2011) compararam o efeito de três protocolos de crioterapia (criomassagem, pacote de gelo e imersão em água gelada - uma perna) na velocidade de condução nervosa (VCN) pós-resfriamento e analisou o efeito da marcha pós-resfriamento na recuperação da VCN sensorial e motora. A imersão em água gelada foi o procedimento mais eficaz para manter diminuída a condução nervosa sensorial após o resfriamento. A marcha pós-crioterapia, nos três protocolos, acelerou a recuperação da VCN sensorial e motora.

Giesbrecht et al. (2007) mostraram a eficácia de imersão dos antebraços e mãos em 10 e 20°C após exercício em reduzir a tensão provocada pelo calor e aumentar o desempenho do trabalho em um ambiente quente e úmido.

Lee et al. (2007) examinaram os efeitos metabólicos e térmicos da imersão em água fria (15°C e 25°C) em diferentes profundidades (joelhos, quadril e ombros). Os níveis de água acima do joelho em 15°C e do quadril acima de 25°C causam depressão das temperaturas internas, principalmente devido à produção de calor insuficiente para compensar a perda de calor, mesmo durante exercícios leves.

O estudo de Fagundes (2006) explorou o efeito da água aquecida sobre o sistema respiratório, mostrando aumento na Pressão Inspiratória Máxima (PIMAX) e redução na Capacidade Inspiratória (CI).

Allison e Reger (1998) compararam as respostas de termorregulação e cardiovascular em duas temperaturas: 40 e $41,5^\circ\text{C}$ e seus resultados sugerem que os riscos de hipertermia ou efeitos cardiovasculares adversos podem não ser maiores em água acima de 40°C a não ser que o julgamento perceptivo seja prejudicado.

Viitasalo et al. (1995) estudaram os efeitos dos jatos de água quente debaixo d'água sobre a função neuromuscular em atletas, e sugeriu que o uso

do jato aumenta a libertação de proteínas a partir de tecido muscular no sangue e melhora a manutenção do desempenho neuromuscular.

6. IMERSÃO, EXERCÍCIO E TERMOREGULAÇÃO

Hall et al. (1998) compararam as respostas cardiorrespiratórias ao exercício de caminhada submáxima em terra e na água na altura do processo xifóide em duas temperaturas (28 e 36°C) em mulheres saudáveis. Os resultados mostram que o consumo de oxigênio (VO_2) foi significativamente mais elevado em água do que em terra, mas não houve qualquer efeito da temperatura. A FC foi significativamente maior na água a 36°C , em comparação com água a 28°C , e em comparação com a terra. Andar com água na altura do peito leva a gastos de energia mais elevados do que andar em velocidades semelhantes em terra, como esperado.

Candeloro e Caromano (2008) analisaram respostas cardiocirculatórias na pressão arterial (PA) e FC em mulheres idosas saudáveis e sedentárias em programa de 32 sessões a $32,5^\circ\text{C}$. Observou quedas significantes na média da PA sistólica e diastólica de repouso e aumento, não estatisticamente significativo da FC de repouso. Os achados sugerem que, exercícios de força e flexibilidade em imersão, com grau de dificuldade crescente, não sobrecarregam e podem afetar positivamente o sistema cardiocirculatório de idosas.

As alterações que ocorrem em diferentes temperaturas de água (entre 27°C e 37°C) e imersão em diferentes profundidades foram estudadas por diversos pesquisadores. Encontraram ocorrência de bradicardia em todas as temperaturas que tende a aumentar com a diminuição da temperatura, influenciada pela profundidade de imersão, pela ausência ou presença de esforço, pelo tipo e intensidade do exercício. Em relação PA, foi observado um comportamento decrescente em todas as temperaturas estudadas (Graef et al., 2005; Ovando et al., 2006; Graef e Kruehl, 2006).

Os efeitos da imersão em diferentes temperaturas (água quente, termoneutra e fria) também foram estudados por Bonde-Petersen et al. (1992) e Muller et al. (2012). Os autores concluíram que a imersão em água, por si, só aumenta o volume sistólico (VS), mas principalmente durante a imersão em água termoneutra e fria, onde a FC foi reduzida. A PA e a resistência periférica total (RPT) aumentaram significativamente na água fria devido a um aumento da resistência vascular periférica, enquanto diminuições

significativas na RPT foram observados em água quente e tendências para diminuições foram encontrados em água termoneutra. Além disso, a água fria reduz a temperatura central.

Com foco na imersão associada ao exercício físico, o estudo de Ovando et al. (2009) discutiu efeito da temperatura da água nas respostas cardiovasculares durante a caminhada aquática em três temperaturas (29°C, 33°C e 37°C), em imersão na altura do processo xifoide. Foi visto que a FC aumentou gradativamente no decorrer da caminhada, especialmente na temperatura de 37°C. A temperatura parece ter tido pouco efeito sobre a PAS e a PAD, diminuindo gradativamente no decorrer da caminhada, especialmente na temperatura de 37°C. Recomendou valores entre 29°C e 33°C para menor estresse cardiovascular.

Israel et al. (1989) estudaram os efeitos da imersão na temperatura central durante o exercício submáximo, em diferentes temperaturas de água (21,1°C, 25,3°C e 29,4°C e exercícios ao ar ambiente de 21,1°C). A imersão na água de 25,3°C e 21,1°C atenua o aumento da temperatura central durante o exercício, enquanto em imersão em água a 29,4°C, isso não ocorre. Tanto a temperatura da pele quanto a retal afetam a percepção do estado térmico, mas não dão uma estimativa precisa do equilíbrio térmico.

Stanley et al. (2012) investigaram o efeito da hidroterapia no desempenho e reativação parasimpática cardíaca durante a recuperação pós-treino intenso, que ocorreu de três formas: recuperação passiva (RP), imersão em água fria (CWI), ou imersão em água contraste (CWT). A fadiga geral e a dor das pernas foi muito menor nos grupos CWI e CWT.

Vaile et al. (2008b) estudaram os efeitos de três intervenções (imersão em água fria - CWI, imersão em água quente - HWI, terapia da água contraste - CWT), comparando com a RP, nos sintomas fisiológicos e funcionais da dor muscular tardia. Em geral, CWI e CWT foram eficazes na redução dos défices fisiológicas e funcionais associados com a dor muscular tardia, incluindo a melhoria da recuperação da força isométrica e potência dinâmica e uma redução de edema localizado. Enquanto HWI foi eficaz na recuperação de força isométrica, foi ineficaz para a recuperação de todos os outros marcadores em comparação com PAS.

A influência na recuperação e percepção de fadiga também foi estudada. Rowsell et al. (2009), estudaram a imersão em água fria (10°C) ou imersão em água termoneutra (34°C), Di Nardi et al. (2011)

avaliaram o uso da água fria e terapia de contraste e o terceiro com massagem e água fria. Rowsell et al. (2009) concluíram que, as percepções de dor na perna e fadiga geral foram menores no grupo imersão em água fria do que o grupo de imersão termoneutra e que a água fria não influencia os índices de lesão muscular e inflamação. De Nardi et al. (2011) também concluíram que o principal efeito da CWI foi uma percepção reduzida de cansaço após a sessão de treinamento e que a água fria/termoneutra não induziu modificações de marcadores inflamatórios.

Estudo foram realizados sobre o efeito da imersão em diferentes temperaturas na recuperação pós-exercício com água fria, quente e com terapia de contraste. Os resultados de Vaile et al. (2008c) e Higgins et al. (2012) mostraram que imersão tanto em água fria quanto em esquema de contraste são eficazes para melhorar a recuperação e os achados de Elias et al. (2012) mostraram que a imersão em água fria foi mais eficaz na recuperação.

Pournot et al. (2011) estudaram o efeito de diferentes técnicas de recuperação de imersão em água (temperatura moderada - 36°C -TWI), água fria - 10°C (CWI), terapia de contraste - 10-42 °C (CWT) e uma recuperação passiva (RP) na força máxima, potência e resposta inflamatória pós-exercício. A imersão em água fria e terapia de contraste mostraram foram mais eficazes para promover uma recuperação aguda mais rápida após um exercício exaustivo intermitente. Estes resultados foram explicados pela supressão das concentrações plasmáticas de marcadores de inflamação e danos, sugerindo reduzida fuga passiva a partir do músculo esquelético, o que pode resultar no aumento de produção de força durante a subsequente sessões de exercício.

Lee et al. (2013) estudaram as respostas do IL-6, a imersão em água em duas temperaturas, fria (11°C) e quente (23°C). Imersão em água fria está relacionada com sutis aumentos de valores de IL-6 pós-exercício e as temperaturas de água quente com sua diminuição.

Graef e Kruehl (2006) estudaram o efeito de contraste (36°C e 12°C) na imersão em água (CWI) e demonstraram que a taxa de diminuição da concentração de lactato no plasma durante o período de recuperação foi significativamente maior no grupo em comparação com a RP.

Versey et al. (2011) mostraram que a terapia de contraste (38°C e 14°C) com água (CWT) possui efeito na recuperação dose-resposta do exercício de

alta intensidade. Sendo que, a duração da CWT não tem um efeito dose-resposta na recuperação do exercício de alta intensidade. Hamlin (2007) mostrou que comparada à RA, a terapia de contraste diminui a concentração de lactato no sangue e a FC.

8. Água Termoneutra

Keller et al. (2011) avaliaram o comportamento da PA e da FC em indivíduos hipertensos e normotensos durante repouso e caminhada em água com temperatura neutra em diferentes profundidades. Observou que com o indivíduo imerso em repouso, após sair da água, a pressão teve um aumento súbito. Quando associou a imersão com a atividade aeróbica, após a saída da água, a PA teve uma diminuição e ela se manteve, pelo menos por 20 minutos. O exercício aeróbico realizado na água em temperatura neutra contribui para a diminuição da pressão arterial tanto de indivíduos hipertensos como de normotensos, tornando-se um importante aliado no controle da pressão arterial.

Marino e Booth (1998) mostraram que a imersão em temperatura inicial de 28°C com queda até 23°C no final é uma forma eficaz para diminuir a temperatura do corpo sem respostas fisiológicas graves, geralmente associadas ao stress frio repentino.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLISON TG; REGER WE. Comparison of responses of men to immersion in circulating water at 40.0 and 41.5 degrees C. *Aviat Space Environ Med.* v. 69, n. 9, p. 845-90; 1998.
- AL HADDAD H; PAROUTY J; BUCHHEIT M. Effect of daily cold water immersion on heart rate variability and subjective ratings of well-being in highly trained swimmers. *Int J Sports Physiol Perform.* v. 7, n. 1, p. 33-8; 2012.
- BARONI BM; LEAL JUNIOR ECP; GENEROSI RA; GROSSELLI G; CENSI S; BERTOLLA F. Efeito da crioterapia de imersão sobre remoção do lactato pós-exercício. *Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.* v. 12, n. 3, p. 179-85; 2010.
- BASTOS FN; VANDERLEI LC; NAKAMURA FY; BERTOLLO M; HOSHI RA; JUNIOR JN; PASTRE CM. Effects of cold water immersion and active recovery on post-exercise heart rate variability. *Int J Sports Med.* v. 33, n. 11, p. 873-9; 2012.
- BLEAKLEY C; MCDONOUGH S; GARDNER E; BAXTER GD; HOPKINS JT; DAVISON GW. Cold-water immersion (cryotherapy) for preventing and treating muscle soreness after exercise. *Cochrane Database Syst Rev.* 15;(2):CD008262; 2012.
- BONDE-PETERSEN F; SCHULTZ-PEDERSEN L; DRAGSTED N. Peripheral and central blood flow in man during cold, thermoneutral, and hot water immersion. *Aviat Space Environ Med.* v. 63, n. 5, p. 346-50; 1992.
- BUCHHEIT M; PEIFFER JJ; ABBISS CR; LAURSEN PB. Effect of cold water immersion on post exercise parasympathetic reactivation. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* v. 296, n. 2, p. H421-7; 2009.
- CANDELORO JM; CAROMANO FA. Efeitos de um programa de hidroterapia na pressão arterial e frequência cardíaca de mulheres idosas. *Fisioter Pesquisa.* v. 15, n. 1, p. 26-32; 2008.
- DE NARDI M; LA TORRE A; BARASSI A; RICCI C; BANFI G. Effects of cold-water immersion and contrast-water therapy after training in young soccer players. *J Sports Med Phys Fitness.* v.51, n. 4, p. 609-15; 2011.
- ELIAS GP; VARLEY MC; WYCKELSMAN VL; MCKENNA MJ; MINAHAN CL; AUGHEY RJ. Effects of water immersion on posttraining recovery in footballers. *Int J Sports Physiol Perform.* v.7, n. 4, p. 357-66; 2012.
- FAGUNDES AA. Efeitos da imersão em água aquecida sobre o sistema respiratório. *Fisioter Mov.* v.19, n. 4, p. 113-8; 2006.
- GIESBRECHT GG; JAMIESON C; CAHILL F. Cooling hyperthermic firefighters by immersing forearms and hands in 10 degrees C and 20 degrees C water. *Aviat Space Environ Med.* v. 78, n. 6, p. 561-7; 2007.
- GRAEF F; TARTARUGA L; ALBERTON C; KRUEL LFM. Frequência cardíaca em homens imersos em diferentes temperaturas de água. *Rev Port Cien Desp.* v.5 n.3, p. 266-73; 2005.
- GRAEF F; KRUEL LFM. Frequência cardíaca e percepção subjetiva do esforço no meio aquático - diferenças em relação ao meio terrestre. *Rev Bras Med Esporte.* v.12, n.4, p. 198-204; 2006.
- 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*. v.12, n.4, p. 221-8; 2006.
- GREQSON W; BLACK MA; JONES H; MILSON J; MORTON J; DAWSON B; ATKINSON G; GREEN DJ. Influence of cold water immersion on limb and cutaneous blood flow at rest. *Am J Sports Med*. v. 39, n. 6, p. 1316-23; 2011.
- GUYTON AC, HALL. *Tratado de Fisiologia Médica*. 11° ed. 2006.
- HALL J; MACDONALD IA; MADDISON PJ; O'HARE JP. Cardiorespiratory responses to underwater treadmill walking in healthy females. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. v.77, n. 3, p. 278-84; 1998.
- HALSON SL; QUOD MJ; MARTIN DT; GARDNERAS; EBERT TR; LAURSEN PB. Physiological responses to cold water immersion following cycling in the heat. *Int J Sports Physiol Perform*. v. 3, n. 3, p. 331-46; 2008.
- HAMLIN MJ. The effect of contrast temperature water therapy on repeated sprint performance. *J Sci Med Sport*. v.10, n. 6, p. 398-402; 2007.
- HERRERA E; SANDOVAL MC; CAMARGO DM; SALVINI TF. Efeito da marcha e do repouso após aplicação de três protocolos de crioterapia na recuperação da velocidade de condução sensorial e motora em sujeitos saudáveis. *Rev. Bras. Fisioter*. v.15, n. 3, p. 233-40; 2011.
- HIGGINS T; CAMERON M; CLIMSTEIN M. Evaluation of passive recovery, cold water immersion, and contrast baths for recovery, as measured by game performance markers, between two simulated games of rugby union. *J Strength Cond Res*. 11. 2012. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31825c32b9.
- ISRAEL DJ; HEYDON KM; EDLICH RF; POZOS RS; WITTMERS JR LE. Core temperature response to immersed bicycle ergometer exercise at water temperatures of 21 degrees, 25 degrees, and 28 degrees C. *J Burn Care Rehabil*. v.10, n. 4, p. 336-45; 1989.
- KELLER KD; KELLER BD; AUGUSTO IK; BIANCHI PD; SAMPEDRO RMF. Avaliação da pressão arterial e da frequência cardíaca durante imersão em repouso e caminhada. *Fisioter Mov*. v. 24, n. 4, p. 729-36; 2011.
- LEE DT; TONER MM; MCARDLE WD; VRABAS IS; PANDOLF KB. Thermal and metabolic responses to cold-water immersion at knee, hip, and shoulder levels. *J Appl Physiol*. v. 82, n. 5, p. 1523-30; 1997.
- LEE EC; WATSON G; CASA D; ARMSTRONG LE; KRAEMER W; VINGREN JL; SPIERING BA; MARESH CM. Interleukin-6 responses to water immersion therapy after acute exercise heat stress: a pilot investigation. *J Athl Train*. v.47, n. 6, p. 655-63; 2013.
- MARINO F; BOOTH J. Whole body cooling by immersion in water at moderate temperatures. *J Sci Med Sport*. v.1, n. 2, p. 73-82; 1998.
- MCARDLE WD; KATCH FI; KATCH VL. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano*, 5a. ed., Trad. Giuseppe Taranto, São Paulo: Guanabara Koogan, 2001.
- MULLER MD; KIM CH; SEO Y; RYAN EJ; GLICKMAN EL. Hemodynamic and thermoregulatory responses to lower body water immersion. *Aviat Space Environ Med*. v. 83, n. 10, p. 935-41; 2012.
- OVANDO AC; WINKELMANN, ER; EICKHOFF HM. O comportamento da frequência cardíaca e da pressão arterial durante imersão aquática a diferentes temperaturas em repouso. *Fisioter Bras*. v. 7, n. 4, p. 260-7; 2006.
- OVANDO AC; EICKHOFF HM; DIAS JA; WINKELMANN ER. Efeito da temperatura da água nas respostas cardiovasculares na caminhada aquática. *Rev Bras Med Esporte*. v.15, n. 6, p. 415-9; 2009.
- POURNOT H; BIEUZEN F; DUFFIELD R; LEPRETRE PM; COZZOLINO C; HAUSSWIRTH C. Short term effects of various water immersions on recovery from exhaustive intermittent exercise. *Eur J Appl Physiol*. v. 111, n. 7, p.1287-95; 2011.
- ROWSELL GJ; COUTTS AJ; REABURN P; HILL-HAAS S. Effects of cold-water immersion on physical performance between successive matches in high-performance junior male soccer players. *J Sports Sci*. v. 27, n. 9, p. 565-73; 2009.
- SCHREPFER R. Exercícios Aquáticos. IN: Kisner C. *Exercícios Terapêuticos - Fundamentos e Técnicas*. p. 283-304; 2011.
- STANLEY J; BUCHHEIT M; PEAKE JM. The effect of post-exercise hydrotherapy on subsequent exercise performance and heart rate variability. *Eur J Appl Physiol*. v. 112, n. 3, p. 951-61; 2012.
- STANLEY J; PEAKE JM; BUCHHEIT M. Consecutive

days of cold water immersion: effects on cycling performance and heart rate variability. *Eur J Appl Physiol.* v. 113, n. 2, p.371-84; 2013.

VAILE J; HALSON S; GILL N; DAWSON B. Effect of cold water immersion on repeat cycling performance and thermoregulation in the heat. *J Sports Sci.* v. 26, n. 5, p. 431-40; 2008a.

VAILE J; HALSON S; GILL N; DAWSON B. Effect of hydrotherapy on the signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *Eur J Appl Physiol.* v.102, n. 4, p. 447-55; 2008b.

VAILE J; HALSON S; GILL N; DAWSON B. Effect of hydrotherapy on recovery from fatigue. *Int J Sports Med.* v. 29, n. 7, p. 539-44; 2008c.

VERSEY N; HALSON S; DAWSON B. Effect of contrast water therapy duration on recovery of cycling performance: a dose-response study. *Eur J Appl Physiol.* v. 111, n. 1, p. 37-46; 2011.

VIITASALO JT; NIEMELÄ K; KAAPPOLAR; KORJUS T; LEVOLA M; MONONEN HV; RUSKO HK; TAKALA TE. Warm underwater water-jet massage improves recovery from intense physical exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* v. 71, n. 5, p. 431-8; 1995.

Quadro 1. Número de artigos científicos selecionados, segundo banco de dados.

Base	Pesquisa completa	Por título	Por resumo	Por texto
Lilacs	728	15	12	7
Scielo	250	24	12	4
Pubmed	900	81	50	15
PeDro	300	34	24	5
Total	2178	154	103	31