



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

FERNANDA BORTOLO PESENTI

**EFEITO DA IMERSÃO EM ÁGUA FRIA NA DOR  
MUSCULAR TARDIA, RECRUTAMENTO MUSCULAR,  
CONTROLE POSTURAL DINÂMICO E QUALIDADE DO  
SONO EM ATLETAS DE FUTEBOL:  
ESTUDO RANDOMIZADO E CEGO**

---

Londrina  
2016

FERNANDA BORTOLO PESENTI

**EFEITO DA IMERSÃO EM ÁGUA FRIA NA DOR  
MUSCULAR TARDIA, RECRUTAMENTO MUSCULAR,  
CONTROLE POSTURAL DINÂMICO E QUALIDADE DO  
SONO EM ATLETAS DE FUTEBOL:  
ESTUDO RANDOMIZADO E CEGO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina [UEL] e Universidade Norte do Paraná [UNOPAR]), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Orientadora: Profa. Dra. Christiane de Souza Guerino Macedo

Co-orientador: Prof. Dr. Rubens Alexandre da Silva Junior

Londrina  
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

PESENTI, FERNANDA BORTOLO.

EFEITO DA IMERSÃO EM ÁGUA FRIA NA DOR MUSCULAR TARDIA, RECRUTAMENTO MUSCULAR, CONTROLE POSTURAL DINÂMICO E QUALIDADE DO SONO EM ATLETAS DE FUTEBOL: ESTUDO RANDOMIZADO E CEGO. / FERNANDA BORTOLO PESENTI. - Londrina, 2017.  
56 f.

Orientador: CHRISTIANE DE SOUZA GUERINO MACEDO.

Coorientador: RUBENS ALEXANDRE SILVA JUNIOR.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, 2017.

Inclui bibliografia.

1. FISIOTERAPIA - Tese. 2. FUTEBOL - Tese. 3. ELETROMIOGRAFIA - Tese. 4. CRIOTERAPIA - Tese. I. MACEDO, CHRISTIANE DE SOUZA GUERINO . II. SILVA JUNIOR, RUBENS ALEXANDRE. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação. IV. Título.

FERNANDA BORTOLO PESENTI

**EFEITO DA IMERSÃO EM ÁGUA FRIA NA DOR MUSCULAR  
TARDIA, RECRUTAMENTO MUSCULAR, CONTROLE POSTURAL  
DINÂMICO E QUALIDADE DO SONO EM ATLETAS DE FUTEBOL:  
ESTUDO RANDOMIZADO E CEGO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (Programa Associado entre Universidade Estadual de Londrina [UEL] e Universidade Norte do Paraná [UNOPAR]), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Profa. Dr<sup>a</sup> Christiane de Souza Guerino  
Macedo  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr<sup>a</sup> Dirce Shizuko Fujisawa  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr<sup>o</sup> Rinaldo R. de Jesus Guirro  
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto  
Universidade de São Paulo - USP

Londrina, 25 de novembro de 2016.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à meus pais e meu irmão, que são os principais responsáveis por esta conquista, por terem me apoiado e incentivado todo o tempo, além de me dar amor, que é a base de tudo.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, que guia todos os meus caminhos e escolhas, me apoia e orienta.

Agradeço à minha orientadora Profa. Dra. Christiane de Souza Guerino Macedo, por me encantar com sua paixão pela profissão, por acreditar no meu sonho, confiar em meu trabalho e capacidade. Por ter sido desde o primeiro ano da faculdade a minha grande fonte de inspiração e admiração. Pelas imensas oportunidades. Pela amizade, paciência e compreensão. Por fazer parte da minha vida e por querer tê-la como amiga e sempre mestre por muito tempo.

Aos meus pais, que são meus maiores exemplos e que desde minha infância sempre apoiaram minhas escolhas e orientam os melhores caminhos e condutas. Me dão forças e muito amor. São os principais responsáveis pelas minhas conquistas. Ao meu irmão por ser alguém que muito me orgulho, me inspiro e amo tanto.

Ao Igor Alex Tofalini, por dividir comigo sua vida e por permitir que eu divida a minha. Por ser tão presente e paciente nesta fase, além de incentivar minhas conquistas pessoais e sempre estar ao meu lado.

Ao professor Prof. Dr. Rubens Alexandre da Silva Junior, pela co-orientação deste trabalho, pelos ensinamentos e pelo instrumento de avaliação cedido, sem o qual este estudo não seria possível.

À professora Dirce Shizuko Fujisawa, por dividir seu instrumento de avaliação de controle postural, o qual contribuiu imensamente para a qualidade e execução deste estudo.

Às colegas Daiene Cristina Ferreira, minha companheira ao longo desta jornada e Letícia Alves da Silva, pela ajuda e bons momentos durante a pesquisa.

À toda equipe do LAFESP – UEL, pela contribuição com as coletas, pilotos, sugestões, críticas ao trabalho e andamento da pesquisa.

Ao Junior Team Futebol pelo apoio e parceria.

Meus sinceros agradecimentos.

**“Toda decisão acertada é proveniente de experiência.  
E toda experiência é proveniente de uma decisão não acertada”.**

Albert Einstein

PESENTI, Fernanda Bortolo. **Efeito da imersão em água fria na dor muscular tardia, recrutamento muscular, controle postural dinâmico e qualidade do sono em atletas de futebol:** estudo randomizado e cego. 2016. 56 f. Dissertação de mestrado – Ciências da Reabilitação – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

## RESUMO

**Introdução:** A imersão em água fria é uma estratégia de recuperação pós-exercício e controle da dor muscular tardia no esporte. **Objetivo:** Avaliar o efeito da imersão em água fria na dor muscular tardia, recrutamento muscular, controle postural e qualidade do sono em atletas de futebol. **Metodologia:** Trata-se de ensaio clínico randomizado e cego. A amostra foi composta por 28 atletas de futebol masculino, entre 16 e 19 anos, de uma mesma equipe esportiva, avaliados em cinco momentos/dias diferentes. No primeiro dia de coleta aplicou-se o teste de uma repetição máxima para a análise da força muscular do quadríceps femoral, em cadeira extensora. Após três dias, os atletas responderam as escalas de qualidade do sono e dor, realizou-se a análise do recrutamento muscular em contração isométrica voluntária máxima do músculo quadríceps e o controle postural dinâmico, ambos no momento do chute. Em seguida foram submetidos ao protocolo de fadiga para o quadríceps por duas séries de repetições máximas com 60% da carga máxima, previamente estabelecida, e aleatorizados em quatro grupos de intervenção: imersão em água fria, imersão em água termo neutra, recuperação ativa ou repouso, cada um deles realizado por dez minutos. O mesmo protocolo foi repetido no *follow up* 24, *follow up* 48 e *follow up* 72 horas do protocolo de fadiga. Considerou-se as variáveis: Intensidade da dor no quadríceps, qualidade do sono, recrutamento dos músculos reto femoral, vasto medial e vasto lateral, e controle postural no momento do chute. **Resultados:** Somente o grupo imersão em água fria retornou aos valores iniciais de dor após 72 horas, enquanto os grupos imersão em água termo neutra, recuperação ativa ou repouso apresentaram maior dor. A análise do sono, recrutamento muscular e controle postural no momento do chute não apontaram diferenças para os momentos e intervenção estabelecidas. **Conclusão:** A imersão em água fria foi eficaz para a redução da dor muscular tardia, após 72 horas, quando comparada à recuperação ativa, imersão em água termo neutra e repouso.

**Palavras-Chaves:** Crioterapia. Equilíbrio postural. Eletromiografia. Futebol. Fisioterapia.

PESENTI, Fernanda Bortolo. **Cold water immersion effect on DOMS, muscle recruitment, dynamic postural control and sleep quality in soccer players: a randomized and blinded study.** 2016. 56 p. Master's thesis (Rehabilitation Sciences) - State University of Londrina, Londrina, 2016.

## ABSTRACT

**Introdução:** Cold water immersion is a strategy of post-exercise recovery and control of late muscle pain in sports. **Objective:** To evaluate the effect of immersion in cold water on late muscle pain, muscle recruitment, postural control and sleep quality in soccer athletes. **Methodology:** This is a randomized, blinded clinical trial. The sample consisted of 28 male soccer players, between 16 and 19 years, from the same sports team, evaluated in five different moments / days. On the first day of collection, a maximal repetition test was applied for the analysis of the muscular strength of the quadriceps femoris, in extensor chair. After three days, the athletes responded to the sleep quality and pain scales, the analysis of the muscle recruitment in the maximal voluntary isometric contraction of the quadriceps muscle and the dynamic postural control were performed, both at the time of the kick. They were then submitted to fatigue protocol for the quadriceps by two sets of maximal repetitions with 60% of the maximum load, previously established, and randomized into four intervention groups: immersion in cold water, immersion in water neutral, active recovery or each of them performed for ten minutes. The same protocol of assessment was repeated at the follow up 24, follow up 48 and follow up 72 hours of the protocol of fatigue. The following variables were considered: quadriceps pain intensity, sleep quality, recruitment of rectus femoris, vastus medialis and vastus lateralis, and postural control at the moment of kicking. **Results:** only the group su cold water immersion returned to the initial pain values after 72 hours, while the immersion groups in term neutral water, active recovery or rest presented greater pain. Sleep analysis, muscle recruitment and postural control at the kick did not show significant differences for the established moments and intervention. **Conclusion:** immersion in cold water was effective for the reduction of late muscle pain, after 72 hours, when compared to active recovery, immersion in neutral water and rest.

**Keywords:** Cryotherapy. Balance. Electromyography. Football. Physical therapy.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** – Fluxograma do estudo TCLE-Termo de consentimento livre e esclarecido. Teste de 1 RM – 1 repetição máxima. END– Escala numérica de dor ..... 31
- Figura 2** – Atleta posicionado sobre o membro inferior não dominante, aguardando o momento do chute. .... 33
- Figura 3** – Análise da intensidade da dor entre os momentos pré intervenção, pico de dor em 24 ou 48 horas e após 72 horas. Resultados estabelecidos pelo teste ANOVA. .... 38

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Dados de caracterização dos atletas de futebol avaliados. ....	35
<b>Tabela 2</b> – Resultados estabelecidos para o grupo submetido á agua termo neutra.....	36
<b>Tabela 3</b> - Resultados estabelecidos para o grupo submetido à imersão em água fria.....	36
<b>Tabela 4</b> – Resultados estabelecidos para o grupo recuperação ativa.....	36
<b>Tabela 5</b> – Resultados estabelecidos para o grupo Repouso .....	37

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADM	Amplitude de movimento
DMT	Dor muscular tardia
END	Escala numérica de dor
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
COP	Centro de oscilação de pressão
1RM	Uma repetição máxima
QS	Qualidade do sono
RMS	Root mean square
EMG	Eletromiografia
VMO	Vasto medial oblíquo
VL	Vasto lateral
RF	Reto femoral
CIVM	Contração isométrica voluntária máxima
MIND	Membro inferior não dominante
MID	Membro inferior dominante
AMP	Amplitude de oscilação do COP
VEL	Velocidade de oscilação do COP
AP	Ântero-posterior
ML	Médio-lateral

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....	15
2.1	O FUTEBOL.....	15
2.2	DOR MUSCULAR TARDIA.....	17
2.3	IMERSÃO EM ÁGUA FRIA.....	19
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	24
3.1	Geral.....	24
3.2	Específicos.....	24
<b>4</b>	<b>HIPÓTESE</b> .....	25
<b>5</b>	<b>Artigo</b> .....	26
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO GERAL</b> .....	45
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	46
<b>8</b>	<b>APÊNDICES</b> .....	53
8.1	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	54
8.2	APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	55

## 1 INTRODUÇÃO

Após a prática de atividade física é comum ocorrer manifestações de desconforto muscular, edema e diminuição de amplitude de movimento (ADM), com limitação das atividades diárias e prática esportiva, que podem estar associadas ao dano muscular. A dor muscular tardia (DMT) afeta a musculatura esquelética exercitada após a realização de movimentos não rotineiros ou treinamentos de alta intensidade, surge principalmente após um período de 24 horas, atinge seu pico entre 48 e 72 horas e diminui entre cinco e sete dias (1).

Com a dinâmica do futebol moderno, é inevitável a fadiga muscular durante o jogo, com aumento mais acentuado no segundo tempo (2), já que exercícios de alta intensidade demandam a glicose anaeróbia e alto índice de lactato muscular, acima dos valores de repouso, que podem contribuir para a dor muscular tardia. O acúmulo de lactato intramuscular e íons de hidrogênio têm sido associados com a produção de força prejudicada e, portanto, qualquer mecanismo de remoção pode ser benéfico (3).

Uma das formas de prevenção da DMT é a imersão em água fria, recurso que tem sido utilizado por décadas como estratégia de recuperação pós-exercício em uma variedade de esportes. Aponta-se que a aplicação de frio diminui a dor e os espasmos musculares, reduz o processo inflamatório e ajuda a recuperação após trauma (4). Diretrizes recentes sugerem que a redução da temperatura da pele para menos de 12°C é eficaz para analgesia (5, 6); também, temperaturas inferiores a 15°C são utilizadas com objetivo analgésico e de recuperação tecidual (7).

Williams et. al. (8) estabeleceram que a imersão em água fria sistêmica, imediatamente após exercício, resultou em melhor desempenho no dia seguinte. Outros

estudos apontaram redução da dor muscular tardia após imersão em água fria (9, 10), principalmente quando comparada ao repouso ou nenhuma intervenção. Também, afirma-se que imersão em água fria tende a resultar em melhora imediata nas avaliações subjetivas de recuperação física de atletas de ciclismo (11).

Baylei et al. (12) analisaram 20 homens saudáveis e ativos que completaram 90 minutos de corrida intermitente. Após o exercício os mesmos foram aleatorizados em grupo imersão (10 minutos com temperatura de 10C°) e grupo controle (não imersão). Avaliação da dor percebida, mudanças da função muscular e o efluxo de proteínas intercelulares foram monitoradas antes do exercício, durante o tratamento, e por intervalos regulares até sete dias pós-exercício. O exercício resultou em dor muscular tardia severa, disfunção muscular temporária e quantidades sanguíneas elevadas de marcadores de danos musculares, todos com pico após 48 horas do exercício. A imersão em água fria resultou na diminuição da dor muscular percebida em uma, 24 e 48 horas após o exercício. Estes autores, afirmam ainda que a contração isométrica máxima dos flexores de joelho foi reduzida após a imersão em água fria em 24 e 48 horas.

Em contrapartida, Roswell et al. (13) avaliaram atletas de futebol, compararam a imersão em água fria com imersão em água em temperatura ambiente (termo neutra), e estabeleceram que a imersão em água fria não favoreceu a restauração do desempenho físico. Além disso, não parece existir qualquer efeito benéfico da imersão em água fria sobre imersão termo neutra para a remoção de marcadores de danos musculares ou redução dos marcadores de inflamação após dias sucessivos de torneio de futebol. No entanto, os resultados apresentados sugeriram que a imersão em água fria foi útil para reduzir a percepção de fadiga geral e dor após jogos sucessivos.

Na prática esportiva, a imersão em água fria permanece como um recurso de grande escolha para recuperação da DMT; entretanto, não foram apresentadas até o momento evidências consistentes que comprovem seu benefício, além de que as conclusões até hoje estabelecidas derivam de estudos de baixa qualidade metodológica e amostras de pequenas dimensões (7).

Dessa forma, a partir da análise da literatura existente sobre imersão em água fria na dor muscular tardia de atletas, não foi possível estabelecer um consenso ou dados para amparar fidedignamente esta intervenção (14), o que aponta uma lacuna na literatura e a necessidade de mais estudos na área. Também não foram observados resultados esclarecedores quando analisados os gestos esportivos específicos das modalidades e o efeito da imersão em água fria sobre as variáveis biomecânicas do esporte (15).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO

### 2.1 O FUTEBOL

Inicialmente o futebol era caracterizado como um esporte de elite, porém logo foi “tomado” pelas classes mais populares e incorporado a cultura de base negro-mestiça que operava à margem da sociedade “oficial” – das esferas da política, da cidadania e do mercado. Assim, o futebol foi reinventado a partir de um outro tipo de inteligência corporal. Ao mesmo tempo, ativou as forças da tradição oral e da emergente cultura de massa, tornando-se uma poderosa narrativa mítica do país. A partir de 1930, o esporte se emaranhou como um mito moderno da nação popular e mestiça, operando no registro da simultaneidade, suas lendas de fracasso e conquista passaram a atizar os medos e os desejos coletivos, definindo dentro de campo, em jogadas e gols, as possibilidades do país como nação e do brasileiro como povo (16).

O futebol é uma atividade física complexa, que exige do atleta o desenvolvimento máximo das capacidades físicas, devido à ampla exigência motora, no qual os atletas devem estar preparados tática, física e tecnicamente (17). A atividade física é intermitente e solicita variadas fontes energéticas, pois alternam corridas de alta, média e baixa intensidade, além das exigências de força e potência muscular, saltos, corridas laterais, mudanças de direção e períodos de recuperação com corridas contínuas de baixa intensidade e caminhadas. A divisão das ações na distância total percorrida no futebol é: andar (25%), trotar (37%), piques (11%), deslocar para trás (6%) e corrida submáxima (20%) (18). Tais dados levam a concluir que o metabolismo aeróbio é o principal fornecedor de energia durante a partida, porém o metabolismo anaeróbio é o determinante para o sucesso na atividade.

Trata-se de esporte caracterizado por esforços físicos intermitentes e de alta intensidade, permitindo que seja classificado fisiologicamente como misto (19). Neste sentido, alguns autores (20) descrevem brevemente os aspectos fisiológicos relevantes para o futebol, e apontam como importantes as seguintes características: potência aeróbia, potência anaeróbia, composição corporal, força, flexibilidade, agilidade e velocidade.

O metabolismo aeróbio é a principal fonte de energia, para a realização de grande parte das atividades de jogo. No entanto, é com base no metabolismo anaeróbio que os jogadores obtêm a energia necessária à realização dos curtos períodos de atividade intensa que constituem as ações mais decisivas, para o resultado final do jogo (21). Segundo Reilly e Rigby (22) no decurso de um jogo de futebol e/ou durante os programas de treino, a maioria dos sistemas fisiológicos do organismo são colocados sobre elevado stress. Isto inclui os sistemas energéticos, os sistemas músculo-esqueléticos, endócrinos e nervoso.

A atividade habitual dos jogadores de futebol, durante a época competitiva, envolve um ciclo de treinos, competição e recuperação ao longo de uma semana. No futebol de elite, este ciclo semanal é perturbado pela irregularidade no padrão competitivo, em que os dias de jogo podem ser diferentes de uma semana para a outra (23). Em função disto, o sistema de preparação de atletas deve envolver três etapas que se relacionam constantemente: o treino, a competição e a restauração dos efeitos do treino e da competição (24). Ainda, observa-se que os treinamentos e competições sofreram, nas últimas décadas, um aumento da intensidade. Quanto mais intensos os treinos e os jogos, maior ênfase deve ser dada à recuperação (25), porque, se não realizada de forma adequada, a habilidade para treinar e competir ao mais alto nível estará comprometida (24). Assim, pode-se afirmar que 50% do desempenho final do atleta depende diretamente da sua capacidade de recuperação (26).

## 2.2 DOR MUSCULAR TARDIA

A dor muscular tardia (DMT) é uma ocorrência comum após atividades físicas não rotineiras, e tem sido diferenciada entre aguda e de aparecimento tardio (27). É classificada como um tipo de lesão por tensão muscular, apresentando-se com sensibilidade ou rigidez a palpação e/ou movimento e relacionando-se à dor no músculo esquelético após exercícios excêntricos ou exercícios isométricos intensos (28). O arranjo oblíquo das fibras musculares exatamente antes da junção miotendinosa reduz sua habilidade de resistir a altas forças tensivas (29). Como resultado, o elemento contrátil dessas fibras nas junções é vulnerável a microlesões, principalmente durante as contrações excêntricas, pois a quantidade de força desenvolvida é, aproximadamente, duas vezes superior à força desenvolvida durante contrações isométricas, enquanto, o número total de pontes cruzadas ativas é somente 10% maior (30).

No início, geralmente, a dor é concentrada na porção distal do músculo. Esta localização pode ser atribuída à alta concentração de receptores de dor no tecido conjuntivo da região miotendinosa (31). A intensidade do desconforto aumenta com as primeiras 24 horas após o término do exercício, com picos entre 24 e 72 horas. Na sequência, a dor diminui e eventualmente desaparece entre cinco e sete dias pós-exercício, porém pode perdurar até 10 dias (32).

A literatura estabelece que a DMT induzida pelo exercício é caracterizada por uma complexa interação de adaptações centrais e periféricas que envolvem mecanismos celulares, mecânicos e neurais (33), pode ser associada a alterações da capacidade funcional, com perda de vigor, modificações no comprimento de tensão (34) e adaptações neuromusculares (35). Outros sintomas associados com dor muscular tardia incluem reduções

em amplitude de movimento e produção de força, aumento de volume do membro, inchaço e rigidez, e vazamento de proteínas miofibrilares no sangue (36).

Ainda, a dor muscular tardia pode estar associada às microlesões musculares induzidas pelo exercícios, com conseqüente redução na capacidade de treinar em intensidade ou carga necessárias, o que pode influenciar negativamente o desempenho do atleta. Barnett (37) estabelece que a falta de plena recuperação da DMT pode estar relacionada a uma incapacidade para treinar na intensidade necessária, ou para completar a carga necessária em sessões de treinamento subsequentes; fatores que podem comprometer diretamente o desempenho durante treinos e competições. Somado a isso, as alterações na função muscular e articular associadas à DMT, em conjunto com graus mais elevados de fadiga podem aumentar consideravelmente o risco de lesões relacionadas ao esporte (38).

Atualmente a recuperação pode ser definida como o ponto em que o atleta é capaz de treinar sem limitações de dores musculares ou um aumento do risco de lesões. O objetivo da recuperação é restaurar a função celular aos índices pré-exercício (39). Apesar recuperação ter sido descrita como um processo passivo, recentemente há muita ênfase sobre o reforço do processo de recuperação para minimizar os efeitos da dor muscular tardia e futuras lesões associadas. Numerosas estratégias têm sido desenvolvidas para promover ou acelerar a recuperação da DMT, facilitar um retorno mais rápido ao treinamento e maximizar a performance do atleta (37). Portanto, sem os períodos e as intervenções necessários de recuperação, é muito difícil que o atleta mantenha um elevado nível do desempenho físico (40).

### 2.3 IMERSÃO EM ÁGUA FRIA

A recuperação após o exercício é reconhecida, cada vez mais, como um componente significativo do desempenho esportivo, por diminuir a fadiga, acelerar a regeneração fisiológica, realçar as adaptações e, possivelmente, diminuir o risco de lesão (41); ou seja, por neutralizar os efeitos subsequentes aos estímulos excedentes ocorridos durante o esforço físico e permitir que ocorra o retorno do músculo ao seu estado pré exercício, reabastecendo as moléculas de energia, com facilitação da remoção dos metabólitos.

Ao considerar a habilidade aumentada do corpo de se refrigerar quando em imersão em água fria, diversos autores concluíram que este método de resfriamento pode ser considerado o mais rápido e eficaz. Tanto que diversas instituições como: a Faculdade Americana da Medicina do Esporte, as Forças Armadas dos Estados Unidos, a Federação Atlética Amadora Internacional e a Associação Nacional dos Instrutores têm indicado esta técnica no período de recuperação após esforço (42). Cita-se que comparada com intervenções controladas e outras técnicas tradicionais de recuperação, a imersão em água fria alcança resultados positivos de redução de dor muscular após uma gama de tipos de exercícios (43).

Várias técnicas de recuperação pós-exercício são, atualmente, utilizadas numa tentativa de retorno do corpo ao seu estado pré-exercício (44). Entre elas, a imersão em água fria se tornou a forma mais popular nos esportes (45), pois é de baixo custo e pode ser facilmente realizada em diferentes situações (6).

A imersão em água fria é descrita para aliviar a dor em função da diminuição na velocidade condução nervosa e diminuir os déficits funcionais induzidos pelo exercício (46). Também, para controle na formação do edema, diminuição da taxa do

metabolismo e, conseqüentemente, redução do risco da ocorrência do fenômeno da hipóxia secundária à lesão (47). Aponta-se ainda que mesmo a imersão local de tornozelo e pé pode diminuir a resposta dos músculos diretamente resfriados e também dos que não foram submetidos ao frio (48).

Sabe-se também que a imersão em água fria estabelece um decréscimo da reação inflamatória em situações experimentais (49). A aplicação de frio à superfície corporal provoca um declínio imediato e rápido da temperatura da mesma, numa velocidade constante até que chegue a um platô, apenas alguns graus acima da temperatura da modalidade aplicada.

Na imersão em água, a porção do corpo imersa sofre a ação da pressão hidrostática, com significativo deslocamento do fluido extra vascular para o meio intravascular. Adicionalmente, o volume sanguíneo intravascular é redistribuído para a cavidade central, o que provoca o aumento da pré carga cardíaca. Essa resposta cardiovascular aumentada, sem aumento da energia, aumenta a movimentação dos resíduos metabólicos em direção aos órgãos de metabolização, e faz com que ocorra diminuição nos níveis séricos dos mesmos (50). Durante a aplicação da técnica em água fria, o calor é retirado do corpo e provoca uma série de sinais locais e sistêmicos que resultam em redução da temperatura tecidual local e das respostas termorreguladoras. A magnitude da mudança de temperatura nos tecidos é dependente da magnitude da aplicação de frio, ou seja, a quantidade de calor retirada do corpo (42). A mudança de temperatura muscular depende do método de aplicação, de sua duração, da temperatura inicial e da gordura subcutânea. A água possui calor específico milhares de vezes maior do que o do ar, de modo que a velocidade de perda de calor para a água, em temperaturas moderadamente baixas, é muitas vezes maior do que a perda de calor para o ar, na mesma temperatura.

Acredita-se que imersão em água fria pode melhorar a percepção de recuperação e bem-estar por meio da redução da velocidade de condução nervosa associada a tolerância ao aumento da dor (50), a melhora da ativação parasimpática (11), redução da resposta inflamatória (12) ou fluxo sanguíneo muscular reduzido (51). Além desses efeitos, é importante notar que a imersão em água fria reduz a permeabilidade celular de vasos sanguíneos, linfáticos e capilares devido à vasoconstrição, e faz com que ocorra diminuição da difusão dos fluidos nos espaços intersticiais. Essa cascata de respostas é favorável à diminuição da inflamação provocada por danos teciduais, além de reduzir a dor, o edema e o espasmo muscular (50). Ainda no âmbito fisiológico, nota-se que componentes neurais também são afetados com baixas temperaturas. O resfriamento dos tecidos diminui a transmissão nervosa, reduz a liberação de acetilcolina e, possivelmente, estimula células superficiais inibitórias a aumentar o limiar de dor.

A partir disso, Wilcock et al. (50) destacam dois efeitos para transmissão do impulso nervoso com a utilização da crioterapia: (i) reduzir a percepção de dor (analgesia); e (ii) diminuir o espasmo muscular. Outra hipótese é que a imersão pode modificar respostas em nível periférico e central; dessa forma, a redução na sensação de fadiga pode estar relacionada com diminuição da resposta neuromuscular. No entanto, o mecanismo associado a esta resposta ainda é desconhecido (12) e permanece em estudo.

Essa técnica é traduzida em imersões dos segmentos do corpo em água com temperatura igual ou inferior a 15°C, realizada em diferentes condições, com variações quanto ao tempo, temperatura e frequência de exposição (50). Sabe-se que a imersão em água fria pode ser realizada com o atleta submerso até as cristas ilíacas (52), até a altura do esterno (44) ou até os ombros (53), em água com temperatura que varia de 11 até 15 graus celsius (54).

Quanto ao momento de iniciar a imersão em água fria corporal, a maioria

dos estudos utilizou imediatamente após o exercício físico ou treinamento (9, 10, 12), ou dentro de aproximadamente 10 minutos (55) ou 20 minutos (56) após atividade física.

Um crescente corpo de evidências sugere que a aplicação de imersão em água fria após o exercício de força pode acelerar a recuperação com alívio dos sintomas da dor muscular de início tardio (DMT) e lesão muscular (43). Eston e Peters (57) e Yanagisawa et al. (9) utilizaram a criomersão por 15 minutos, com temperatura de  $15\pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $5^{\circ}\text{C}$ , e obtiveram como resultado diminuição de creatinoquinase no terceiro e no quarto dia, respectivamente, após o esforço para ambos os grupos.

Para Armstrong et al. (58) a imersão foi benéfica para tirar o sujeito do estado de hipertermia, além de melhorar a sensação de recuperação pós-exercício. Eston e Peters (57), Yanagisawa et al. (9) e Bieuzen et al. (59) mostram que a imersão em água fria foi mais eficaz que qualquer tipo de recuperação passiva ou de descanso após o exercício; e destacam que as magnitudes desses efeitos podem ser mais relevantes para uma população de atletas de elite.

Além disso, a meta-análise de Leeder et al. (43) concluiu que imersão em água fria foi eficaz na redução de medidas subjetivas de dor muscular até 96 horas pós-exercício, com os seus efeitos também sobre a função muscular. Estes resultados são confirmados por meio da metanálise de Machado et al. (54) que concluiu que imersão em água fria foi eficaz na redução da dor muscular tardia, e também mais eficaz que estratégias de recuperação passiva.

O estudo de Pournot et al. (45) afirmam a eficácia da imersão em água fria para redução de creatinoquinase após imersão de 15 minutos à  $10^{\circ}\text{C}$ , em jogadores de rugby, submetidos à 20 minutos de exercício intenso; e complementa que foi mais eficaz do que imersão em água termo neutra ou água aquecida.

Broatch et al. (15) examinou o mérito fisiológico da imersão em água fria para a recuperação do exercício de alta intensidade, com enfoque na investigação de um possível efeito placebo para o melhor desempenho ou benefícios psicológicos. Para aumentar a discussão e destacar os resultados controversos da literatura, estes autores encontraram melhor recuperação da força muscular ao longo de 48 horas no grupo placebo em comparação ao submetido a imersão em temperatura ambiente. Tais descobertas podem ser atribuídas à natureza subjetiva da percepção da dor muscular.

Embora os resultados atuais possam adicionar mais segurança sobre a eficácia da imersão em água fria na recuperação da DMT, é prudente que novos estudos sejam realizados, uma vez que o efeito placebo não pode ser excluído. Destaca-se também a necessidade de estabelecer respostas fidedignas relacionadas aos efeitos da imersão em água fria sobre o controle postural, ação muscular, biomecânica articular, sono, entre outros fatores relacionados ao desempenho do atleta e ainda não elucidados na literatura.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Geral**

- Avaliar o efeito da imersão em água fria, imersão em água termo neutra, recuperação ativa e repouso na dor muscular tardia, recrutamento muscular, controle postural e qualidade do sono em atletas de futebol.

#### **3.2 Específicos**

- Apontar o efeito da imersão em água fria na dor muscular tardia de atletas;
- Estabelecer o efeito da imersão em água fria sobre o recrutamento muscular do quadríceps no movimento de chute;
- Avaliar efeito da imersão em água fria, no controle postural durante movimento de chute;
- Descrever o efeito da imersão em água fria na qualidade do sono em atletas de futebol.
- Verificar as possíveis diferenças entre as intervenções (imersão em água fria, imersão em água termo neutra, recuperação ativa e repouso) para a dor, recrutamento muscular, controle postural e sono de atletas de futebol.

#### **4. HIPÓTESE**

A hipótese a ser testada foi de que o grupo submetido à imersão em água fria, quando comparado a imersão em água termo neutra, recuperação ativa e ao repouso, apresentaria melhora na sensação de dor muscular tardia, melhor controle postural, alteração no recrutamento do músculo quadríceps durante o gesto esportivo do chute e maior qualidade do sono até 72 horas após a intervenção.

## **5 Artigo**

### **Full title:**

Eficácia da imersão em água fria na dor, recrutamento muscular e controle postural em atletas de futebol: estudo randomizado e cego.

**Running title:** Eficácia da imersão em água fria em atletas.

### **Autores:**

Fernanda Bortolo Pesenti<sup>1</sup>

Rubens Alexandre da Silva Junior<sup>1</sup>

Leticia Alves da Silva<sup>2</sup>

Ariobaldo Frisseli<sup>3</sup>

Christiane de Souza Guerino Macedo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós Graduação em Ciências da Reabilitação – UEL/Unopar

<sup>2</sup> Graduação em Fisioterapia - Universidade Estadual de Londrina

<sup>3</sup> Centro de Educação Física e Esporte - Universidade Estadual de Londrina

### **Contato:**

Profa. Dra. Christiane de Souza Guerino Macedo

Av. Robert Koch, 60 - Operária, Londrina - PR, 86038-350

Telefone: +55 43 91015123

Email: chmacedouel@yahoo.com.br

## RESUMO

Foi analisada a eficácia da imersão em água fria na dor muscular tardia, recrutamento muscular e controle postural em 28 atletas de futebol masculino, em cinco momentos/dias diferentes. Foi estabelecida a carga máxima de força muscular do quadríceps femoral. Após três dias, aplicou-se a escala de dor, estabeleceu-se o recrutamento muscular do quadríceps em contração isométrica voluntária máxima e no momento do chute associado ao controle postural. Em seguida, os atletas foram submetidos ao protocolo de fadiga do quadríceps, com duas séries de repetições máximas a 60% da carga, em cadeira extensora. E aleatorizados em quatro grupos de intervenção: imersão em água fria (n=7), imersão em água termo neutra (n=7), recuperação ativa (n=7) ou repouso (n=7), realizados por dez minutos. As reavaliações ocorreram após 24 (follow-up 24), 48 (follow-up 48) e 72 (follow-up 72) horas do protocolo de fadiga. O grupo imersão em água fria foi capaz de retornar aos valores iniciais de dor após 72 horas, enquanto os grupos imersão em água termo neutra, recuperação ativa ou repouso continuaram a apresentar maior dor. Para o recrutamento muscular e controle postural no momento do chute não houve diferença para momentos e intervenção estabelecidas.

**Keywords:** Crioimersão, controle postural, eletromiografia, futebol, fisioterapia.

## Introdução

Várias estratégias de recuperação tem sido utilizadas para minimizar a perda de desempenho relacionada à dor muscular tardia em atletas, e tornaram-se parte dos programas de prevenção e treinamento da maioria dos esportes de alto nível. A recuperação adequada permite melhor funcionamento fisiológico e psicológico, minimiza os efeitos da fadiga e permite que os atletas possam treinar e competir em melhor performance (1).

A prática esportiva utiliza vários métodos de *recovery* como massagens esportivas, exercícios ativos, banhos de contraste e imersão em água fria. A imersão em água fria é a mais utilizada como *recovery* em vários esportes, pois é facilmente realizada em diferentes situações (2), para manter o desempenho físico, reduzir a dor muscular tardia e

ajudar a recuperação do dano muscular, que pode ocorrer após exercícios repetitivos de alta intensidade (3).

Nos últimos anos observam-se vários ensaios clínicos, revisões sistemáticas e metanálises sobre imersão em água fria para recovery no esporte (4). Alguns compararam os efeitos da técnica com outras estratégias de recuperação de dor como recuperação ativa, repouso e imersão em água termoneutra (5, 6, 7, 8, 9). Entretanto ainda não é possível estabelecer um consenso ou dados reais para amparar fielmente esta intervenção (10), também não foram observados resultados esclarecedores quando analisados gestos esportivos e o efeito da imersão em água fria sobre as variáveis biomecânicas do esporte (11). O que destaca uma lacuna na literatura e a necessidade de mais estudos na área.

Assim, o presente estudo aponta, compara e discute o efeito da imersão em água fria, recuperação ativa, imersão em água termo-neutra e repouso na dor muscular tardia, recrutamento muscular e controle postural dinâmico de atletas de futebol, no momento exato do chute. O que favorece futuras associações com o esporte e gesto esportivo específico.

## **Métodos**

Trata-se de ensaio clínico randomizado cego na área de desempenho físico, controle postural e biomecânica do esporte. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição (Parecer 1.700.748) e cadastrada como ensaio clínico no [www.clinicaltrials.org](http://www.clinicaltrials.org) (ID NCT02806609). Todos os voluntários foram esclarecidos sobre os objetivos e metodologia da pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

## **Amostra**

O tamanho e o poder da amostra foram realizados pelo *Power and Sample Size Programme*, com intervalo de confiança de 95%, alfa de 5% e poder do teste de 80%, considerando a média e desvio-padrão dos dados de dor muscular tardia do estudo *The Effects of Cold Water Immersion after Rugby Training on Muscle Power and Biochemical Markers* (TAKEDA et al. *Journal of Sports Science and Medicine* (2014) 13, 616-623). Assim, a amostra total foi estabelecida em 28 voluntários, distribuídos sete atletas para cada um dos quatro grupos de intervenção.

Desta forma, foram incluídos no estudo 28 atletas de futebol, com idade entre 16 e 19 anos, sexo masculino, em treinamentos de cinco vezes por semana ou mais, sem queixas de dor musculoesquelética ou história de lesões musculares nos últimos seis meses, contratados de um mesmo clube, com mesma intensidade de treinos e competições. Como critérios de exclusão foram observados problemas vasculares, alergia ao frio, cirurgia prévia nos membros inferiores e atletas em estados virais (como gripes ou resfriados).

As intervenções foram aleatorizadas por meio do programa [www.random.org](http://www.random.org), inseridas em envelopes opacos e lacrados, que quando abertos pelos atletas, indicavam um dos quatro grupos de intervenção: imersão em água fria (n=7), imersão em água à temperatura ambiente (n=7), recuperação ativa (n=7) e controle (n=7).

### **Questionários e equipamentos**

Aplicou-se o questionário de caracterização da amostra (idade, estatura, massa corporal, categoria, posição de jogo, tempo de prática do futebol e histórico de lesões) e a Escala Visual Numérica de dor (EVN) para pontuar a dor atual, com notas entre 0 e 10.

Utilizou-se uma cadeira extensora (VOEIL®), situada no próprio local de treinamento dos participantes, que serviu para o cálculo de força muscular com o teste de uma

repetição máxima (1RM) e para desenvolver o protocolo de dor muscular tardia no músculo quadríceps.

A coleta do sinal eletromiográfico foi realizada por meio de eletromiógrafo de 4 canais (EMG 430 C, EMG System<sup>®</sup>, BRA). O sinal EMG foi capturado com três eletrodos ativos pré-amplificados e filtrados em passa banda entre 25 e 450 Hz, com uma frequência de amostragem de 2000 Hz. A amplitude do sinal EMG em *Root Mean Square* (RMS) foi calculada para determinar a informação temporal do evento e definir a amplitude média RMS em relação ao tempo da tarefa para cada músculo. Os valores do RMS foram calculados para os músculos vasto Medial Obliquo (VMO), Vasto Lateral (VL) e Reto Femoral (RF) (em contração isométrica na cadeira extensora); e então foram normalizados para extrair a porcentagem de recrutamento/contribuição muscular em relação a contração isométrica voluntária máxima (CIVM).

O controle postural foi analisado por meio da plataforma de força BIOMECH411 (N. de série: NS\_BIO1470, EMG System do Brasil<sup>®</sup>, SP Ltda.), que possui quatro células de carga em posição retangular e quantifica a distribuição de força vertical nesses 4 pontos. Os canais configurados para força possuem filtros com banda de frequência entre 0 e 35Hz dentro dos padrões científicos, e frequência de amostragem de 100 Hz. As variáveis para análise estabilográfica durante o movimento do chute, foram área total do centro de oscilação de pressão (COP) e velocidade média de oscilação do COP nas direções anteroposterior e médio-lateral.

## **Procedimentos**

As coletas foram realizadas no centro de treinamento dos atletas, em datas e horários previamente agendados e de comum acordo entre pesquisadores, atletas e equipe



Após três dias o atleta retornou ao local das coletas para realização dos testes e respondeu novamente à escala numérica de dor (END) para o músculo quadríceps.

Em seguida foi realizada a tricotomia e limpeza da pele com álcool 70%, e acoplados os eletrodos para análise do recrutamento muscular, posicionados no membro inferior de apoio do atleta (membro inferior não dominante), em relação à orientação das fibras musculares, com distância de 1 centímetro entre eles, nos músculos Vasto Medial Obliquo (VMO), Vasto Lateral (VL) e Reto Femoral (RF), bilateralmente, como proposto pelo Guia *Surface EMG for Non-Invasive Assessment of Muscles*. O eletrodo de referência foi posicionado na tuberosidade anterior de tíbia.

O atleta foi posicionado sentado na cadeira extensora, com o joelho fixado em 90° de flexão, com os membros superiores ao longo do corpo e as mãos seguras a uma manopla de borracha isolante, acoplada à cadeira extensora para impedir a interferência e ruídos no sinal eletromiográfico. O mesmo foi orientado a realizar a contração isométrica voluntária máxima (CIVM) sustentada, para o movimento de extensão isométrica do joelho, durante oito segundos, por três vezes com intervalo de um minuto entre elas. Assim, realizou-se a captação do sinal eletromiográfico utilizado para a normalização do recrutamento muscular no momento do chute.

Em seguida o atleta foi posicionado em apoio unipodal no membro inferior não dominante (MIND) sobre a plataforma de força (figura 2). Uma bola foi lançada a ele, que foi orientado a chutá-la por uma longa distância com o membro inferior dominante. Foram realizados três chutes para obtenção de dados eletromiográficos e de controle postural, o período de coleta de cada chute teve duração de cinco segundos, e para análise foi utilizada a média dos valores das três coletas. Entre cada chute o atleta foi posicionado sentado confortavelmente em uma cadeira, para repouso por trinta segundos.



Figura 2: Atleta posicionado sobre o membro inferior não dominante, aguardando o momento do chute.

Na sequência, os eletrodos foram retirados e o atleta foi submetido ao protocolo de fadiga para o músculo quadríceps. Neste momento, foi orientado a realizar o máximo de movimentos de extensão do joelho com carga referente à 60% do 1RM (14), previamente estabelecido no primeiro dia de coleta, duas vezes, com intervalo de 30 segundos entre as duas tentativas. Imediatamente após o protocolo de fadiga o atleta foi encaminhado, como previamente aleatorizado, em um dos quatro grupos de intervenção:

Grupo Imersão em água fria: Os atletas permaneceram submersos em uma banheira (Cryo Control – Ice Bath Systems®) acoplada a uma máquina de filtragem e resfriamento contínuo, o que possibilitou a manutenção da temperatura constante da água em 10 graus Celsius (ZHANG, 2015), lâmina da água na altura das cristas ilíacas (ASCENSÃO et al. 2011), por dez minutos.

Imersão em água em temperatura ambiente: Os atletas foram submetidos ao mesmo protocolo de imersão em água fria, porém a água estava em temperatura ambiente.

Recuperação ativa: Os atletas realizaram trote de intensidade leve e confortável, em esteira ergométrica, por dez minutos.

Controle: Os atletas foram orientados a permanecer sentados em uma cadeira confortável, em repouso, por 10 minutos.

A aleatorização e a execução dos protocolos foram realizados em ambientes separados, os avaliadores não tinham visão ou acesso, para favorecer o cegamento das avaliações. Após o término do protocolo de intervenção os atletas foram orientados a manter suas atividades rotineiras de sono e alimentação com a equipe, porém sem participação em qualquer tipo de treinamento ou atividade física

#### *Terceiro, quarto e quinto dias/momentos*

O mesmo protocolo de três repetições do movimento de chute (obtenção de dados eletromiográficos e de controle postural) e a escala de dor foi repetidos, no follow-up de 24, 48 e 72 horas, posteriormente à realização do protocolo de fadiga.

#### **Análise estatística**

Para estabelecer os resultados foram consideradas as variáveis intensidade da dor no músculo quadríceps; análise do recrutamento muscular (normalizada pela CIVM) dos músculos reto femoral, vasto lateral e vasto medial oblíquo no momento do chute;

controle postural no momento do chute em que foram consideradas área elíptica do centro de oscilação de pressão (COP) e velocidade de oscilação do COP (VEL) ambos nos sentidos anteroposterior (AP) e médio-lateral (ML).

Para testar a normalidade dos dados foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk. Todas as variáveis foram comparadas, entre os quatro grupos nos diversos momentos de análise, por meio do teste ANOVA seguido pelo pós-teste de Bonferroni. Para a comparação da dor nos momentos iniciais e finais foi aplicado o teste t de Student. A significância estatística foi estabelecida em  $p \leq 0,05$ . O software utilizado nas análises foi o SPSS® 20.

## RESULTADOS

Entre os quatro grupos não foi observada qualquer diferença para idade, peso, altura, tempo de prática do futebol, dias de treinos e jogos (tabela 1).

Tabela 1: Dados de caracterização dos atletas de futebol avaliados.

	<b>Imersão em água fria</b>	<b>Água em temperatura termo-neutra</b>	<b>Recuperação Ativa</b>	<b>Repouso</b>	<b>ANOVA</b>
<b>Idade (anos)</b>	16,5±0,9	16,8±0,8	16,2±0,4	17,2±0,9	0,183
<b>Massa corporal (Kg)</b>	69,7±5,1	73,4±7,4	64,2±4,4	72,2±7,4	0,063
<b>Estatura (cm)</b>	174±5,2	178±6,4	172±2,9	179±5	0,076
<b>Tempo de prática (anos)</b>	9,2±1,7	8,1±2,6	8,7±1,9	6,7±2,2	0,184
<b>Treinos/semana</b>	5±0	5±0	5±0	5±0	1
<b>Jogos/semana</b>	1±0	1±0	1±0	1±0	0,141

Resultados estabelecidos pelo teste Anova e apresentados em média (desvio padrão).

Quando comparados os momentos de avaliação entre os grupos não foram encontradas diferenças significantes para o recrutamento muscular e controle postural. Somente a análise a dor muscular tardia (DMT) intragrupo foi significativamente maior após 24 e/ou 48 horas, o que indica que o protocolo de indução de DMT foi eficiente, em todos os

grupos. Entretanto, os resultados não estabeleceram diferença entre os quatro grupos de intervenção, mesmo com valores menores de DMT apresentados pelo grupo imersão em água fria. Como apresentado abaixo (tabelas 2, 3, 4 e 5).

Tabela 2: Resultados estabelecidos para o grupo submetido á água em temperatura termo-neutra.

Variáveis	Momentos de análises				ANOVA
	PRÉ	Follow up 24 horas	Follow up 48 horas	Follow up 72 horas	
<b>DOR</b>	0,72±1,25	5,42*±0,97	6,14*±2,19	3,14±1,35	0,000
<b>COP</b>	68,61±28,47	72,03±33,87	42,42±15,33	46,20±19,68	0,084
<b>VEL AP</b>	10,38±1,73	10,79±2,27	9,35±2,15	9,39±2,56	0,540
<b>VEL ML</b>	7,83±1,66	5,42±1,30	7,12±1,37	7,33±2,44	0,745
<b>RMS RF (%CIVM)</b>	25,81±7,58	27,76±9,23	26,98±8,74	33,02±20,04	1
<b>RMS VL (%CIVM)</b>	33,86±9,42	31,9±10,92	31,61±11,73	30,31±11,64	1
<b>RMS VM (%CIVM)</b>	30,71±4,8	31,32±9,66	32,53±8,74	30,15±8,82	1

\* diferença significativa estabelecida para a dor pelo teste ANOVA e pos test de Bonferroni, comparados ao momento pré intervenção. Valores apresentados em média e desvio padrão

Tabela 3: Resultados estabelecidos para o grupo submetido à imersão em água fria.

Variáveis	Momentos de análises				ANOVA
	PRÉ	Follow up 24 horas	Follow up 48 horas	Follow up 72 horas	
<b>DOR</b>	0	3,7*±1,7	3,2*±2,21	1,5±2,57	0,005
<b>COP</b>	62,1±31,6	47,8±20	32,1±13,02	43,5±13,01	0,328
<b>VEL AP</b>	11,96±3,8	10,35±2,62	9,11±1,62	8,90±1,52	0,126
<b>VEL ML</b>	7,98±1,91	6,97±1,47	7,47±1,09	6,54±1,45	0,337
<b>RMS RF (%CIVM)</b>	22,73±4,61	22,82±3,73	21,94±5,3	22,12±6,52	1
<b>RMS VL (%CIVM)</b>	28,61±9,63	28,88±9,9	27,32±11,05	26,16±10,15	1
<b>RMS VM (%CIVM)</b>	28,23±8,99	27,61±10,1	30,54±13,27	26,52±13,27	1

\* diferença significativa estabelecida para a dor pelo teste ANOVA e pos test de Bonferroni, comparados ao momento pré intervenção. Valores apresentados em média e desvio padrão.

Tabela 4: Resultados estabelecidos para o grupo submetido á recuperação ativa.

Variáveis	Momentos de análises				ANOVA
	PRÉ	Follow up 24 horas	Follow up 48 horas	Follow up 72 horas	
<b>DOR</b>	0,14±0,37	4,85*±1,95	6*±2,08	2,57±1,71	0,000
<b>COP</b>	39,88±13,36	56,01±23,51	62,93±48,87	58,98±35,71	0,597
<b>VEL AP</b>	9,43±2,82	9,74±1,91	9,68±2,56	9,94±2,53	0,985
<b>VEL ML</b>	6,63±1,26	6,50±1,50	6,56±1,06	8,22±1,56	0,076
<b>RMS RF (%CIVM)</b>	24,18±13,96	24±14,12	24,12±14,14	24,16±14,43	1
<b>RMS VL (%CIVM)</b>	32,24±10,11	32,56±10,8	31,91±10,15	31,19±10,43	1
<b>RMS VM (%CIVM)</b>	26,41±15,46	27,59±15,98	25,73±15,51	25,67±16,58	1

\* diferença significativa estabelecida para a dor pelo teste ANOVA e pos test de Bonferroni, comparados ao momento pré intervenção. Valores apresentados em média e desvio padrão.

Tabela 5: Resultados estabelecidos para o grupo Repouso.

Variáveis	Momentos de análises				ANOVA
	PRÉ	Follow up 24 horas	Follow up 48 horas	Follow up 72 horas	
<b>DOR</b>	0,4±0,78	5*±1,82	5,1*±1,77	2,5±1,51	0,000
<b>COP</b>	50,20±11,42	51,98±12,95	40,56±15,73	32,99±11,05	0,312
<b>VEL AP</b>	9,71±0,99	9,82*±0,82	8,54±0,63*	8,99±0,69	0,018
<b>VEL ML</b>	6,94±0,9	6,77±1,58	6,85±1,21	6,08±0,58	0,484
<b>RMS RF (%CIVM)</b>	24,23±6,33	24,94±6,49	24,20±5,73	24,4±6,3	1
<b>RMS VL (%CIVM)</b>	35,06±10,03	35,40±14,15	34,50±12,30	34,61±14,22	1
<b>RMS VM (%CIVM)</b>	28,51±8,48	29,36±11,18	28,09±7,49	26,65±7,81	1

\* diferença significativa estabelecida para a dor pelo teste ANOVA e pos test de Bonferroni, comparados ao momento pré intervenção. Valores apresentados em média e desvio padrão.

Após a análise dos resultados pode-se observar que os atletas atingiram o pico da dor muscular tardia em diferentes momentos, alguns em 24 horas e outros em 48 horas. Assim foi necessária uma nova abordagem para a dor, estabelecidas em três momentos distintos: dor inicial (pré fadiga), pico de dor (maior valor para dor entre 24 e 48 horas) e dor final (após 72 horas).

Os resultados, obtidos por meio do teste ANOVA, mostraram que, novamente, não existiram diferenças entre os quatro grupos nos três momentos avaliados (pré, pico de dor e após 72 horas) ( $p=0,06$ ). Entretanto a comparação entre a dor inicial e final, por meio do teste  $t$  de Student, estabeleceu que somente o grupo submetido a imersão em água fria retornou aos valores iniciais de dor, sem diferença significativa entre estes momentos ( $p=0,39$ ); enquanto os grupos água termo neutra ( $p=0,01$ ), recuperação ativa ( $p=0,02$ ) e repouso ( $p=0,02$ ) ainda não haviam retornado aos valores iniciais da dor e estabeleciam diferença significativas (figura 5).

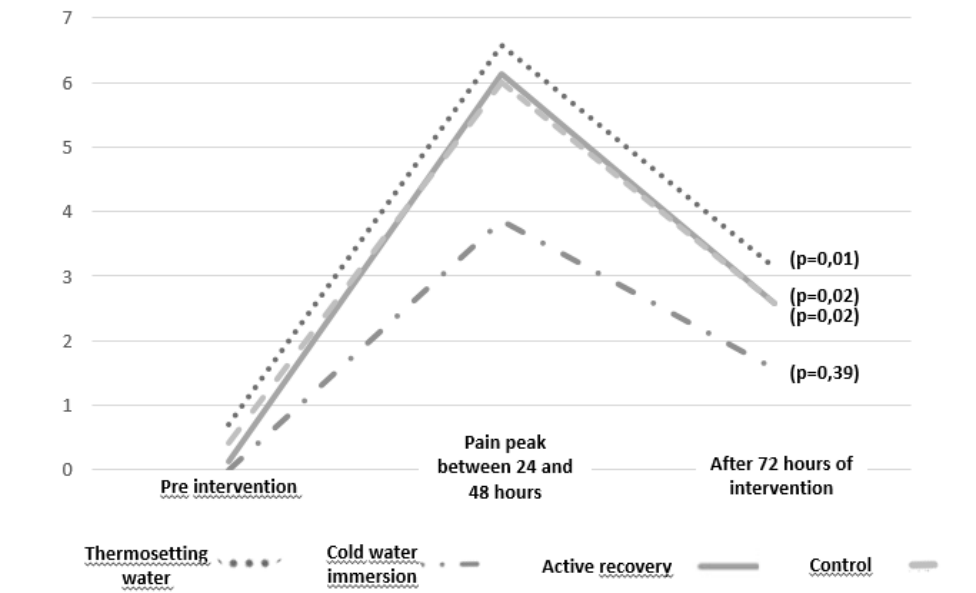


Figura 3: Análise da intensidade da dor entre os momentos pré intervenção, pico de dor em 24 ou 48 horas e após 72 horas. Resultados estabelecidos pelo teste ANOVA.

## DISCUSSÃO

O presente estudo comparou as intervenções mais citadas pela literatura para a recuperação da dor muscular tardia em atletas: imersão em água fria, imersão em água termo neutra, recuperação ativa e repouso (5, 16, 17, 18).

Nossos resultados estabeleceram que não houve diferença significativa para o controle postural e recrutamento muscular no momento do chute após as intervenções estabelecidas. Ainda, que não foi apontada qualquer diferença na comparação entre os grupos para estas variáveis. Por outro lado, a intensidade da dor muscular tardia aumentou significativamente após o protocolo de fadiga e retornou aos valores apresentados inicialmente, momento pré avaliação (sem queixas de dor), somente no grupo submetido à imersão em água fria.

A imersão em água fria foi aplicada em água à 10 graus Celsius, pois acredita-se que esta temperatura apresente bons resultados na dor muscular tardia, pelos efeitos fisiológicos alcançados (17, 18). Por outro lado, atualmente, Machado et al (8) estabelecem, em uma revisão sistemática com metanálise, temperaturas entre 12 e 15 graus para os mesmos efeitos de diminuição de dor muscular tardia. O que pode ser testado e comparado em estudos futuros já que temperaturas mais altas podem ser mais agradáveis aos atletas.

A altura da lâmina da água até a crista ilíaca foi estabelecida em função de haver apenas indução da dor em membros inferiores sem necessidade de imersão de corpo inteiro (19).

A água termo neutra foi incluída no estudo para verificar a possibilidade de efeitos pela pressão hidrostática, e não os de temperatura da água, como no estudo de Broatch (11) ou até mesmo do efeito placebo da imersão. A recuperação ativa foi incluída por ser amplamente utilizada na prática esportiva em função da possibilidade de regularização da circulação sistêmica e remoção de lactato; e, por fim, optou-se por estabelecer um grupo que permaneceu em repouso pois, quando não orientados os atletas permanecem desta forma.

A dor muscular tardia (DMT) foi o objetivo alvo deste trabalho pois é frequente e condiz com a realidade do atleta de futebol. Os resultados mostraram que o protocolo de indução de DMT utilizado foi eficiente, já que a mesma apresentou aumento significativo para todos os grupos após 24 ou 48 horas. Entretanto, não foi estabelecida qualquer diferença entre as quatro formas de intervenção, o que não era esperado. Acreditava-se que, em função dos benefícios já estabelecidos pela literatura, em função da diminuição da temperatura da pele, o grupo submetido a imersão em água fria seria superior em todas as variáveis analisadas quando comparado aos outros. Por outro lado, o grupo submetido a

imersão em água fria foi o único onde os atletas retornaram ao estado basal de dor ao final das 72 horas. Assim, nossos resultados confirmam os de Demirhan et al. (20) ao mostrar redução da DMT com o uso da imersão em água fria em atletas de luta olímpica.

No presente estudo também foram avaliados desfechos do controle postural, por meio da plataforma de força, pois o centro de oscilação de pressão (COP) e as medidas derivadas da sua velocidade e frequência são considerados padrão ouro na avaliação do controle postural (21). Entretanto, não foram encontradas diferenças entre os grupos, assim como não notou-se influência do protocolo de fadiga no controle postural dos atletas avaliados, resultados que estão de acordo com o estudo de Tano et al. (22).

Para avaliação de recrutamento muscular do músculo quadríceps os resultados não demonstraram diferenças intra ou entre grupos nos diferentes momentos avaliados. Peter et al. (2015) em estudo realizado com participantes fisicamente ativos também não estabeleceu qualquer efeito da imersão em água fria na resposta muscular destes indivíduos, porém a avaliação foi realizada imediatamente após a intervenção, diferente de nosso estudo, em que testou-se efeitos da imersão em água fria até 72 horas após o protocolo indução de DMT. Esperava-se que o recrutamento muscular poderia ter sido influenciado pela DMT, onde o maior escore de dor causaria alteração do recrutamento. Porém, esta hipótese foi refutada, visto que nenhuma alteração foi apontada no membro inferior de apoio no momento do chute.

Os resultados encontrados para a influência da dor muscular tardia sobre o controle postural e recrutamento muscular podem derivar do treinamento esportivo ao qual os atletas são diariamente submetidos, e mesmo com dores musculares permanecem em atividades que exigem agilidade, velocidade e resistência, de ampla exigência motora (24), e talvez, nosso protocolo de avaliação, mesmo refletindo um movimento biomecanicamente específico do futebol, como o chute, não foi suficiente para interferir no controle postural do

membro inferior de apoio dos atletas avaliados.

Em conclusão, a imersão em água fria à 10 graus, até a crista ilíaca, durante 10 minutos, foi a única intervenção que favoreceu o retorno da dor muscular tardia aos valores basais, no próprio grupo, o que confirma os dados já estabelecidos pela literatura. Este é um importante resultado já que esta intervenção é amplamente utilizada na prática clínica do futebol. Ainda que a dor muscular tardia obtida após o protocolo de fadiga não alterou o controle postural e o recrutamento muscular dos atletas avaliados, resultados que destacam a necessidade de futuros estudos que estabeleçam a relação entre dor muscular tardia, controle postural, recrutamento muscular e até desempenho biomecânico. Por fim, a não diferença entre as intervenções para qualquer variável analisada, inclusive a dor muscular tardia entre os grupos, indica que novos estudos devem ser realizados para aumentar a possibilidade de estratégias de diminuição da dor muscular tardia e estabelecer suas reais influências sobre variáveis biomecânicas em atletas de futebol.

#### Conflitos de interesse

Os autores do estudo declaram que não existe qualquer conflito de interesse relacionado a este estudo.

#### Referências

1 Vaile J, Halson S, Graham S. Recovery review- science vs practice. J Aust Strength Cond. 2010;Supplement 2:5-21.

2 Bleakley CM, Davison GW. What is the biochemical and physiological rationale for

using cold-water immersion in sports recovery? A systematic review. *Br J Sports Med.* 2010;44(3):179–87.

3 Costello JT, Culligan K, Selfe J, Donnelly AE. Muscle, skin and core temperature after -110 C cold air and 8 C water treatment. *PLoS One.* 2012;7(11):e48190.

4 Macedo, CDSG., Vicente, RC, Cesário, MD, & Guirro, RRDJ. (2016). Cold-water immersion alters muscle recruitment and balance of basketball players during vertical jump landing. *Journal of sports sciences*, 34(4), 348-357.

5 Leeder J, Gissane C, van Someren K. Cold water immersion and recovery from strenuous exercise: a meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2012;46(4):233–40.

6 Bleakley C, McDonough S, Gardner E. Cold-water immersion (cryotherapy) for preventing and treating muscle soreness after exercise. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;2:CD008262.

7 Bieuzen F, Bleakley CM, Costello JT. Contrast water therapy and exercise induced muscle damage: a systematic review and metaanalysis. *PLoS One.* 2013;8 (4):e62356.

8 Machado AF, Ferreira PH, Micheletti JK, de Almeida AC, Lemes IR, Vanderlei FM, Netto Junior J, Pastre CM. Can Water Temperature and Immersion Time Influence the Effect of Cold Water Immersion on Muscle Soreness? A Systematic Review and Meta-Analysis *Sports Med* (2016) 46:503–514 DOI 10.1007/s40279-015-0431-7

9 Glasgow PD, Ferris R, Bleakley CM. Cold water immersion in the management of delayed-onset muscle soreness: is dose important? A randomised controlled trial. *Phys Ther Sport.* 2014;15(4):228–33.

10 Peake J, Roberts L, Raastad T, Figueiredo V, Cameron-Smith D, Coombes J, Markworth J. The Effects Of Cold Water Immersion On Inflammation, Growth And

Neurotrophic Factors In Skeletal Muscle After Resistance Exercise. *Faseb J* April 2016 30:1291.4

11 Broatch JR, Petersen A, Bishop DJ. Postexercise cold water immersion benefits are not greater than the placebo effect. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46(11):2139–47.

12 American College of Sports Medicine (Ed.). (1991). *Guidelines for exercise testing and prescription.* Williams & Wilkins.

13 Pereira M. I. & Gomes P. S. G. Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima – Revisão e novas evidências. *Rev Bras Med Esporte* \_ Vol. 9, Nº 5 – Set/Out, 2003

14 Zhang, Yang; Davis, Jon-Kyle; Casa, Douglas J; Bishop, Phillip A. Optimizing Cold Water Immersion for Exercise-Induced Hyperthermia: A Meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc;* 47(11): 2464-72, 2015 Nov.

15 Ascensão A, Leite M, Rebelo AN. Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. *J Sports Sci.* 2011; 29(3):217–25.

16 Bailey DM, Erith SJ, Griffin PJ, Dowson A, Brewer DS, Gant N. Influence of cold water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. *Journal of Sports Sciences* 2007;25:1163-70.

17 Jakeman JR, Macrae R, Eston R. A single 10-min bout of coldwater immersion therapy after strenuous plyometric exercise has no beneficial effect on recovery from the symptoms of exerciseinduced muscle damage. *Ergonomics.* 2009;52(4):456–60.

18 Getto CN, Golden G. Comparison of active recovery in water and cold-water immersion after exhaustive exercise. *Athl Train Sport Heal Care.* 2013;5(4):169–76.

19 Elias GP, Wyckelsma VL, Varley MC. Effectiveness of water immersion on postmatch recovery in elite professional footballers. *Int J Sports Physiol Perform.* 2013;8(3):243–54.

20 Demirhan B, Yaman M, Cengiz A, Saritas N, Günay M. Comparison of Ice Massage versus Cold-Water Immersion on Muscle Damage and DOMS Levels of Elite Wrestlers. *Anthropologist*, 19(1): 123-129 (2015)

21 Gil, A. W., Oliveira, M. R., Coelho, V. A., Carvalho, C. E., Teixeira, D. C., & Silva Jr, R. A. D. (2011). Relationship between force platform and two functional tests for measuring balance in the elderly. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 15(6), 429-435.

22 Tano, SS; Fernandes, KBP; Moser, ADL; Oliveira, DAAP; Gil AWO; Oliveira RF. Effects of cold water immersion on variables of balance in healthy subjects with open and closed eyes. *Fisioter. mov.* [online]. 2015, vol.28, n.3 [cited 2016-08-24], pp.467-475.

23 Peter K. Thain, Christopher M. Bleakley, and Andrew C. S. Mitchell (2015) Muscle Reaction Time During a Simulated Lateral Ankle Sprain After Wet-Ice Application or Cold-Water Immersion. *Journal of Athletic Training*: July 2015, Vol. 50, No. 7, pp. 697-703.

24 Hoff, J. (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. *Journal of sports sciences*, 23(6), 573-582.

## 6 CONCLUSÃO GERAL

Após o desenvolvimento do presente estudo pode-se observar que a imersão em água fria foi a única intervenção que favoreceu o retorno da dor muscular tardia aos valores basais, no próprio grupo. Este é um importante resultado já que esta intervenção é amplamente utilizada na prática clínica do futebol.

Ainda que o protocolo de fadiga realizado foi positivo, pois observou-se grande aumento da dor muscular tardia. Entretanto, a dor produzida não foi capaz de alterar o controle postural e o recrutamento muscular dos atletas avaliados, o que aponta uma nova possibilidade de pesquisa e novas discussões sobre a real influência da dor muscular tardia no desempenho de atletas.

Por fim, a não diferença entre as intervenções para as variáveis analisadas, indica que novos estudos devem ser realizados para aumentar a possibilidade de estratégias de diminuição da dor muscular tardia e estabelecer sua influência sobre variáveis biomecânicas em atletas de futebol.

## 7 REFERÊNCIAS

1 Abdad, C. C.; Ito, T. L.; Barroso, R.; Ugrinowitsch, C.; Tricoloi, V.. Efeito da massagem clássica na percepção subjetiva da dor, edema, amplitude articular e força máxima após dor muscular tardia induzida pelo exercício. *Rev Bras Med Esporte* – Vol. 16, No 1 – Jan/Fev, 2010.

2 Ferrari, G. H.; Oliveira, R.; Strapasson, V. M.; Santa Cruz, A. R.; Libardi, A. C.; Cavaglieri, R. C. Efeito de diferentes métodos de recuperação sobre a remoção de lactato e desempenho anaeróbio de futebolistas. *Rev Bras Med Esporte* – Vol. 19, No 6 – Nov/Dez, 2013.

3 Morton, R. H. Contrast Water Immersion hastens plasma lactate decrease after intense anaerobic exercise. *J Sci Med Sport* 2006;10:467-70.

4 Banfi G, Lombardi G, Colombini A, Melegati G. Whole-body cryotherapy in athletes. *Sports Medicine*. June 2010, Volume 40, Issue 6, pp 509-517.

5 Bleakley, C.M., Glasgow, P.D., Philips, P., et al., 2011. For the Association of Chartered Physiotherapists in Sports and Exercise Medicine (ACPSM), 2011. Guidelines for the management of a cutes of ttissue injury using Protection, Rest, Ice, Compression and Elevation.

6 Bleakley, C.M., Hopkins, J.T., 2010. Is it possible to achieve optimal levels of tissue cooling in cryotherapy? *Phys. Ther. Rev.* 15 (4), 344–351.

7 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 of Systematic Reviews*. In: The Cochrane Library, Issue 03, 2012, Art. No. CD008262.

8 Williams NB, Landres G, Wallman K. Effect of immediate and delayed cold water immersion after a high intensity exercise session on subsequent run performance. *J Sports Science Medicine*. Dec 2011; 10(4): 665–670.

9 Yanagisawa O, Niitsu M, Yoshioka H, Goto K, Kudo H, Itai Y. The use of magnetic resonance imaging to evaluate the effects of cooling on skeletal muscle after strenuous exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2003;89(1):53-62

10 Skurvydas A, Sipaviciene S, Krutulyte G, Gailiuniene A, Stasiulis A, Mamkus G. Cooling leg muscles affects dynamics of indirect indicators of skeletal muscle damage. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* 2006;19:141-51.

11 Buchheit M, Peiffer JJ, Abbiss CR, Laursen PB. Effect of cold water immersion on postexercise parasympathetic reactivation. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology* 2009;296:H421-7

12 Bailey DM, Erith SJ, Griffin PJ, Dowson A, Brewer DS, Gant N. Influence of cold water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. *Journal of Sports Sciences* 2007;25:1163-70.

13 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. *Journal of Sports Sciences* 2009;27:565-73.

14 Peake J, Roberts L, Raastad T, Figueiredo V, Cameron-Smith D, Coombes J, Markworth J. The Effects Of Cold Water Immersion On Inflammation, Growth And Neurotrophic Factors In Skeletal Muscle After Resistance Exercise. *Faseb J* April 2016 30:1291.4

15 Broatch JR, Petersen A, Bishop DJ. Postexercise Cold-water immersion benefits are not greater than the placebo effect. *Med Sci Sports Exerc* 2014; 46: 2139–2147

16 Kaz L, Silva PC. REVISTA USP São Paulo 2013, n. 99, p. 67-78.

17 Hoff, J. (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. *Journal of sports sciences*, 23(6), 573-582.

18 Reilly T. Energetic of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *Journal of sports sciences*. 1997; 15(3):257-263.

19 Godik, M. A., Gomes, A. C., & Mantovani, M. (1996). Futebol: preparação dos futebolistas de alto nível. Ed. Grupo de Palestra Sport.

20 Garrett, W. E., & Kirkendall, D. T. (2003). A ciência do exercício e dos esportes. Artmed.

21 Wragg, C. B., Maxwell, N. S., & Doust, J. H. Evaluation of the reliability and validity of a soccer-specific field test of repeated sprint ability. *Eur J Appl Physiol*, 83(1) (2000), 77-83.

22 Reilly, T., & Rigby, M. (2002). Effect of an warm-down following competitive soccer. In W. Spinks, T. Reilly & J. Murphy (Eds.), *In: Science and Football IV* (pp. 226-229): E&F. N. Spon, London/New York.

23 Reilly, T., & Ekblom, B. The use of recovery methods post-exercise. *J Sports Sci*, 23(6) (2005), 619-627.

24 Bunner, D., & Tabachnick, B. (Eds.). (1990). Soviet training and recovery methods: Sport Focus Publishing.

25 Tubino, M., & Moreira, S. (Eds.). (2002). *Metodologia Científica do Treinamento Desportivo*: Shape.

26 Bompa, T. (2001). *A periodização no treinamento desportivo*: Manole.

27 Gulick DT, Kimura IF. Delayed onset muscle soreness: what is it and how do we treat it? *J Sport Rehab* 1996; 5: 234-243.

28 Clarkson PM, Brynes WC, McCormick KM, Turcotte LP, White JS. Muscle soreness and serum creatine kinase activity following isometric, eccentric, and concentric exercise. *Int J Sports Med.* 1986;7:152-155.

29 Noonan TJ, Garret Jr WE. Injuries at the myotendinous junction. *Clin Sports Med* 1992; 11 (4): 783-806

30 Faulkner JA.; Brooks SV.; Opitck JA. Injury to skeletal muscle fibers during contractions: conditions of occurrence and prevention. *Physical Therapy.* 1993; 73: 911-921.

31 Newbam DJ, Mills KR, Quigley R. Muscle pain and tenderness after exercise. *Aust J Sports Med Exer Sci* 1982; 14: 129-31.

32 Cleak, M. J., & Eston, R. G. (1992). Muscle soreness, swelling, stiffness and strength loss after intense eccentric exercise. *British journal of sports medicine*, 26(4), 267-272.

33 Byrne C, Twist C, Eston R. Neuromuscular function after exercise-induced muscle damage. Theoretical and applied implications. *Sports Med* 2004; 34(1):49-69.

34 Clarkson PM, Tremblay I. Exercise-induced muscle damage, repair, and adaptation in humans. *J Appl Physiol* 1988; 65(1):1-6

35 Warren GL, Ingalls CP, Lowe DA. Excitation-contraction uncoupling: major role in contraction-induced muscle injury. *Exerc Sports Sci Rev* 2001; 29(2):82-87.

36 Smith LL. Acute inflammation: the underlying mechanism in muscle soreness? *Med Sci Sports Exerc* 1991; 23:542-551.

37 Barnett A. Using recovery modalities between training sessions in elite

athletes. Does it help? *Sports Med* 2006; 36(9):781-796.

38 Cheung K, Hume PA, Maxwell L. Delayed onset muscle soreness. Treatment strategies and performance factors. *Sports Med* 2003; 33(2):145- 164.

39 Darr KC, Schultz E. Exercise-induced satellite cell activation in growing and mature skeletal muscle. *J Appl Physiol* 1987; 63:1816-1821.

40 Cochrane, D. J. Alternating hot and cold water immersion for athlete recovery: a review. *Physical Therapy in Sport*, v. 5, p. 26-32, 2004.

41 Connolly, D. A. J.; Brennan, K. M.; Lauzon, C. D. Effects of Active versus passive recovery on power output during repeated bouts of short term, high intensity exercise. *J. Sports Sci. Med.*, Victoria, v. 2, p. 47- 51, 2003.

42 Clements, J. M.; Casa, D. J.; Knight, C.; Mcclung, J. M.; Blake, A. S.; Meenen, P. M.; Gilmer, A. M.; Cladwell, K. A. Ice-water immersion and col-water immersion provide similar cooling rates in runners with exercise-induced hyperthermia. *J. Athl. Train.*, Dallas, v. 37, n. 2, p. 146-150, 2002.

43 Leeder J, Gissane C, van Someren K. Cold water immersion and recovery from strenuous exercise: a meta-analysis. *Br Sports Med*. 2012;46(4):233–40.

44 Brophy-Williams N, Landers G, Wallman K. Effect of immediate and delayed cold water immersion after a high intensity exercise session on subsequent run performance. *J Sports Sci Med* 2011:665–670.

45 Pournot H, Bieuzen F, Duffield R. Short term effects o various water immersions on recovery from exhaustive intermitten exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111(7):1287–95.

- 46 Costello JT, Culligan K, Selfe J, Donnelly AE. Muscle, skin na core temperature after -110 \_C cold air and 8 \_C water treatment PLoS One. 2012;7(11):e48190.
- 47 Myrer, J.W., Draper, D. O., Durrant, E. Contraste Therapy and Intramuscular Temperature in the Human Leg. *Journal of Athletic Training*, Dallas, v. 29, p. 318-322, 1994.
- 48 Macedo, CDSG., Vicente, RC, Cesário, MD, & Guirro, RRDJ. (2016). Cold-water immersion alters muscle recruitment and balance of basketball players during vertical jump landing. *Journal of sports sciences*, 34(4), 348-357.
- 49 Marshall, J. A. The gut as a potential trigger of exercise-induced inflammatory responses. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, Ottawa, v. 76, n. 5, p. 479-484, 1998.
- 50 Wilcock IM, Cronin JB, Hing WA. Physiological response to water immersion: a method for sport recovery?. *Sports Med* 2006; 36:747–65.
- 51 Gregson 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* 2011; 39: 1316–1323
- 52 Jakeman JR, Macrae R, Eston R. A single 10-min bout of coldwater immersion therapy after strenuous plyometric exercise has no beneficial effect on recovery from the symptoms of exerciseinduced muscle damage. *Ergonomics*. 2009;52(4):456–60.
- 53 Getto CN, Golden G. Comparison of active recovery in water and cold-water immersion after exhaustive exercise. *Athl Train Sport Heal Care*. 2013;5(4):169–76.
- 54 Machado AF, Ferreira PH, Micheletti JK, de Almeida AC, Lemes IR, Vanderlei FM, Netto Junior J, Pastre CM. Can Water Temperature and Immersion Time Influence the Effect of Cold Water Immersion on Muscle Soreness? A Systematic Review and Meta-Analysis *Sports Med* (2016) 46:503–514 DOI 10.1007/s40279-015-0431-7

55 Bailey DM, Erith SJ, Griffin PJ. Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. *J Sports Sci.* 2007;25(11):1163–70.

56 Halson SL, Quod MJ, Martin DT, Gardner AS, Ebert TR, Laursen PB. Physiological responses to cold water immersion following cycling in the heat.

57 Eston R, Peters D. Effects of cold water immersion on the symptoms of exercise-induced muscle damage. *J Sports Sci.* 1999;17(3):231-8

58 Armstrong LE, Crago AE, Adams R, Roberts WO, Maresh CM. Whole-body cooling of hyperthermic runners: comparison of two field therapies. *Am J Emerg Med.* 1996;14(4):355-8.

59 Bieuzen F, Bleakley CM, Costello JT. Contrast water therapy and exercise induced muscle damage: a systematic review and metaanalysis. *PLoS One.* 2013;8 (4):e62356.

## 8 APÊNDICES

## 8.1 APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Data: \_\_/\_\_/\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ anos

Peso: \_\_\_\_\_ Kg

Altura: \_\_\_\_\_ m

IMC: \_\_\_\_\_ Kg/m<sup>2</sup>

Categoria: \_\_\_\_\_

Tempo de prática do futebol: \_\_\_\_\_ anos

Treinos por semana: \_\_\_\_\_

Jogos por semana: \_\_\_\_\_

Número de lesões nos últimos 12 meses: \_\_\_\_\_

Tipo da lesão: \_\_\_\_\_

Tempo de afastamento pela lesão: \_\_\_\_\_

EVN

Circule o número referente à sua dor nas pernas hoje

0    1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

Dor nenhuma

Dor máxima

## 8.2 APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar como voluntário da pesquisa “EFEITO DA IMERSÃO EM ÁGUA FRIA NA DOR MUSCULAR TARDIA, RECRUTAMENTO MUSCULAR, CONTROLE POSTURAL DINÂMICO E QUALIDADE DO SONO EM ATLETAS DE FUTEBOL.”, desenvolvido pela mestrandia Fernanda Bortolo Pesenti e coordenado pela profa. Christiane de Souza Guerino Macedo, que tem por objetivo avaliar se a água gelada diminui sua dor muscular após o exercício.

Após o aceite em participar do estudo será agendado um dia e horário em comum acordo entre você e os pesquisadores para o início das atividades. Você deverá comparecer no mesmo local de seu treinamento, para preencher uma ficha com seus dados pessoais, sua dor e como é o seu sono. Neste primeiro dia também será estabelecida a carga máxima que você consegue levantar na cadeira extensora (figura abaixo). Para isso será colocado no equipamento um peso que você considere alto e você deverá estender um joelho e vencer este peso pré-estabelecido. Este procedimento será repetido até que consigamos estabelecer qual é a carga máxima que você consegue elevar na extensão do seu joelho unilateralmente. O mesmo procedimento será repetido com o outro membro inferior. Você terá repouso entre as tentativas e na presença qualquer dor ou desconforto excessivo o teste será interrompido. Acreditamos que esta etapa será fácil, pois você já está familiarizado com esses exercícios, pois o realiza na academia em seus treinos de fortalecimento.

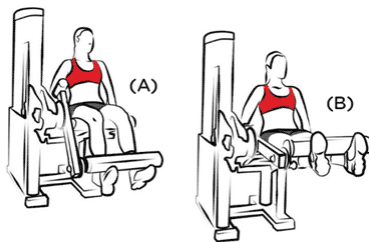


Figura 1: Cadeira extensora, (A) posição inicial, (B) posição final.

Três dias após a avaliação você responderá como está sua dor e como foi sua noite de sono. Na sequência serão fixados eletrodos sobre os músculos da sua coxa. Para isso será necessário raspar os pelos da sua coxa para melhorar o acoplamento dos eletrodos. Você não sentirá qualquer dor e este procedimento não passará ou machucará sua pele. Em seguida você será posicionado sobre uma plataforma, com apoio apenas da sua perna não dominante e será orientado a realizar três chutes de longa distância, a bola será lançada por um fisioterapeuta.

Na sequência, você deverá realizar uma série de exercícios para causar fadiga no seu músculo da coxa (quadríceps), estes serão desenvolvidos com 60% da carga máxima que você conseguiu no primeiro dia da coleta, e você deverá realizar a maior quantidade de movimentos possíveis de extensão do seu joelho. Será com um joelho de cada vez. Ao final da série de exercícios você sorteará um papel dizendo se irá para a banheira com água gelada (a 10 graus), água a temperatura ambiente, corrida leve ou repouso, onde você permanecerá por 10 minutos em qualquer um dos 4 procedimentos. A mesma avaliação descrita no parágrafo acima se repetirá após 24, 48 e 72 horas. Você será submetido a somente um tipo de procedimento (imersão em água fria, imersão em água a temperatura ambiente, corrida leve ou repouso), entretanto, se preferir, você poderá ser submetido aos outros procedimentos em outro dia, depois que sua coleta for finalizada.

Os benefícios recebidos são relativos aos resultados das avaliações serão discutidos individualmente com você, com seu treinador e com o preparador físico de sua equipe. Você saberá se a água gelada traz benefícios após realizar exercício físico.

Seguem abaixo algumas informações gerais:

- Você não será submetido a riscos durante a fase dos exames, já que todos os exercícios são desenvolvidos no seu protocolo de treinamento do futebol.
- A aplicação da crioterapia por imersão em água gelada proporcionará uma sensação de resfriamento do local, seguida de um desconforto comparado a uma ardência leve e suave.
- Você tem garantia que receberá respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento quanto aos procedimentos, riscos ou benefícios da pesquisa;
- EM QUALQUER FASE DO ESTUDO, VOCÊ PODERÁ RETIRAR O TERMO DE CONSENTIMENTO E DEIXAR DE FAZER PARTE DO ESTUDO, SEM QUE ISTO LEVE A QUALQUER PENALIDADE;
- Os pesquisadores asseguram a sua privacidade quanto a sua identidade e aos dados envolvidos com o estudo, os quais serão utilizados exclusivamente para fins de ensino, pesquisa e divulgação científica;
- O local dos exames será o seu local de treinamento.
- Na eventualidade de qualquer dano, os pesquisadores asseguram o seu tratamento fisioterápico integral sem nenhum custo financeiro, no projeto de extensão Fisioterapia Esportiva, coordenado pela professora Christiane de S. Guerino Macedo;
- Caso necessite de maiores esclarecimentos você pode estar procurando o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone 3371-5455, e-mail: [cep268@uel.br](mailto:cep268@uel.br);
- Após as assinaturas, você receberá uma cópia desse termo de consentimento.

Eu, \_\_\_\_\_, RG nº \_\_\_\_\_, abaixo assinado, li e entendi todas as informações contidas neste documento e concordo em participar do estudo. Dou pleno direito da utilização desses dados e informações para uso no ensino, pesquisa e divulgação científica.

Coordenadora: Profa. Christiane de S. Guerino Macedo \_\_\_\_\_  
 e-mail: [chmacedouel@yahoo.com.br](mailto:chmacedouel@yahoo.com.br) Assinatura e carimbo  
 Telefone: 43 – 33712288.

Mestranda: Fernanda Bortolo Pesenti \_\_\_\_\_  
 e-mail: [fernanda\\_pesenti@hotmail.com](mailto:fernanda_pesenti@hotmail.com) Assinatura e carimbo  
 Telefone: 43 – 33712288.

Londrina, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 201\_.

---

Assinatura do voluntário