



Rev Bras Futebol 2023; v. 16, n. 1, 34 – 51.

EFICÁCIA DA IMERSÃO EM ÁGUA FRIA NA RECUPERAÇÃO PÓS-JOGO EM ATLETAS DE FUTEBOL: UMA REVISÃO DE LITERATURA

EFFECTIVENESS OF COLD WATER IMMERSION IN POST-GAME RECOVERY IN FOOTBALL ATHLETES: A LITERATURE REVIEW

Rafael Aranda Prudêncio

Graduando em Fisioterapia pelo Centro Universitário de Viçosa - Univiçosa

Endereço de correspondência:

Rafael Aranda Prudêncio

Rua Antônio Camilo Lélis, nº 87/AP: 102, Nova Era

CEP: 36574-184- Viçosa – MG

Celular: (31) 9 9894-0632

E-mail:rafael.prudencio@ufv.com

EFICÁCIA DA IMERSÃO EM ÁGUA FRIA NA RECUPERAÇÃO PÓS-JOGO EM ATLETAS DE FUTEBOL: UMA REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO

Introdução: O processo regenerativo é composto por elementos fisiológicos e psicológicos, e existem métodos de recuperação para o atleta voltar a ter condições ideais de treino. Na fisioterapia esportiva, tem sido muito utilizado um método de crioterapia que implica o atleta imergir o corpo em água fria (IAF), o qual tem por finalidade acelerar a recuperação física.

Objetivo: Revisar estudos experimentais nos últimos cinco anos acerca dos efeitos da IAF e determinar a eficácia da temperatura e da pressão da água na dor, fadiga e desempenho no corpo dos atletas após os treinos e partidas de futebol.

Metodologia: Foi realizada uma busca nas bases de dados PubMed, PEDro e SciELO de 2017 a 2022. Os descritores utilizados na busca foram “Cold Water Immersion” e “Cryotherapy”, associados a outro descritor: “and Soccer”, para afinar a procura por trabalhos. Como critério de inclusão, analisaram-se apenas estudos experimentais, com 20 ou mais participantes. Excluíram-se os trabalhos de revisão e meta-análise, estudos em modelos animais, estudos-piloto, artigos cujos temas não eram relacionados à técnica de IAF e trabalhos duplicados.

Resultados: As análises iniciais apontaram 40 artigos para determinar a eficácia da temperatura e da pressão da água na dor, fadiga e desempenho no corpo dos atletas após os treinos e partidas de futebol. Após a análise, seguindo os critérios de elegibilidade citados anteriormente, sete artigos se enquadravam para a elaboração do resumo dos achados. Destes, cinco artigos mostraram resultados positivos, e dois, negativos.

Conclusão: A temperatura e a pressão da água utilizando o método de IAF após os treinos ou partidas de futebol pode ser eficaz na diminuição do tempo de recuperação do desempenho dos atletas nesse esporte, promovendo a recuperação das habilidades básicas e específicas e melhorando a dor e a fadiga.

Palavras-chave: Imersão em Água Fria; Futebol; Recuperação e Desempenho.

EFFECTIVENESS OF COLD WATER IMMERSION IN POST-GAME RECOVERY IN FOOTBALL ATHLETES: A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT

Introduction: The regenerative process is composed of physiological and psychological elements, and there are recovery methods for the athlete to have ideal training conditions again. In sports physiotherapy, a method of cryotherapy has been widely used, which involves the athlete immersing the body in cold water (IAF), which has the purpose of accelerating physical recovery.

Objective: To review experimental studies in the last five years on the effects of IAF and to determine the effectiveness of temperature and water pressure on pain, fatigue and performance in the body of athletes after training and soccer matches.

Methodology: A search was carried out in the PubMed, PEDro and SciELO databases from 2017 to 2022. The descriptors used in the search were “Cold Water Immersion” and “Cryotherapy”, associated with another descriptor: “and Soccer”, to narrow the search for works. As an inclusion criterion, only experimental studies with 20 or more participants were analyzed. Review and meta-analysis works, studies in animal models, pilot studies, articles whose themes were not related to the IAF technique and duplicate works were excluded.

Results: Initial analyzes identified 40 articles to determine the effectiveness of temperature and water pressure on pain, fatigue and body performance in athletes after training and soccer matches. After the analysis, following the eligibility criteria mentioned above, seven articles were suitable for the elaboration of the summary of the findings. Of these, five articles showed positive results, and two, negative.

Conclusion: The temperature and pressure of the water using the IAF method after training or soccer matches can be effective in reducing the recovery time of athletes' performance in this sport, promoting the recovery of basic and specific skills and improving pain and fatigue.

Keywords: Immersion in Cold Water; Football; Recovery and Performance.

1. INTRODUÇÃO

O futebol é um dos esportes mais populares do mundo [1]. Conseguir a vitória nesse esporte, durante uma partida, exige estratégia, habilidade e técnica, além, obviamente, de aptidão física dos atletas para executar com melhor êxito essas qualidades [2]. É uma modalidade de esporte que envolve picos de corrida, movimentos repetitivos de saltos e chutes com intensidades variáveis para se ter a posse de bola a fim de marcar o gol [3]. Em uma partida de futebol os jogadores podem percorrer de 10 a 13 km, dos quais 2 a 3 km são de corrida de alta intensidade, com acelerações, desacelerações, mudanças de direção e desarmes [4].

Com o decorrer dos anos, na modalidade profissional do futebol, as demandas fisiológicas de treinamento e jogo e o número de partidas disputadas ao longo da temporada aumentaram [5 e 6]. Uma competição de bom nível profissional, em média, consiste de 60 partidas por temporada, de 5 a 6 partidas por mês e, dependendo se o campeonato estiver congestionado, até 2 partidas por semana [5, 7].

Essa sequência de rodadas de jogos tem como consequência uma dificuldade na capacidade de recuperação do atleta. No caso dos jogadores de futebol, onde há viagens por meio de deslocamento terrestre, isso gera uma redução do desempenho em gerado pelo desgaste físico [8, 9]. Em decorrência desse desgaste físico, após uma partida de futebol, há uma fadiga neuromuscular substancial [10, 11].

Essa fadiga é gerada pelo dano muscular e também pela oxidação das células, fazendo com que haja grande consumo de O₂, que será utilizado para aumentar a formação de radicais livres, fadigando assim o indivíduo [12,13,14]. Outro aumento observado é o da concentração de lactatodesidrogenase (LDH) na corrente sanguínea, o que pode gerar dor e desconforto no atleta, porém o mesmo LDH é recapturado por células para a sintetização de energia para realização da atividade física. Assim, esta substância tem sido muito usada como marcador para observar o grau de intensidade dos exercícios [15,16].

Logo após sofrer uma grande exposição à fadiga, o corpo leva em torno de 120 horas para se recuperar e se ajustar aos padrões aceitáveis, para uma nova atuação [17]. Visto isso, alguns marcadores, como a creatina quinase (CK) e o LDH, têm sido observados e associados ao desempenho físico de atletas, pois indivíduos com grande força em membros inferiores têm maior capacidade de reduzir a concentração de CK em 48 horas pós-jogo [18, 19, 20, 21].

Os altos índices de CK e LDH no corpo podem diminuir o desempenho físico dos atletas durante o treino e o jogo e aumentar o risco de lesões [22, 23]. Estudos mostraram que a redução nas altas concentrações de CK e LDH no plasma tem influência na produtividade dos jogadores [24, 25, 26].

O processo regenerativo é composto por elementos fisiológicos e psicológicos de acordo com o tempo; por isso, vários métodos de recuperação, em subgrupos de modalidades distintas, são abordados [27] e constantemente inseridos de forma multifatorial no futebol [28]. Dessa forma, técnicas alternativas para recuperação desses jogadores são de suma importância para minimizar a fadiga a longo prazo, o baixo desempenho e as lesões [29].

Entre as técnicas mais utilizadas na recuperação pós-jogo (72 horas) das equipes de futebol profissional portuguesa estão o sono, a nutrição, a recuperação ativa, a imersão em água fria (IAF) e a massagem[30]. Pensando nisso, a IAF tem sido uma das formas mais populares de recuperação entre os atletas, atingindo especificamente os jogadores de esportes coletivos. O método foi desenvolvido inicialmente para reduzir os danos musculares causados pela prática de atividades físicas e acelerar a recuperação do atleta[31].

A técnica consiste em imergir todo ou parte do corpo da pessoa em um recipiente com água fria, porém não há um protocolo padrão específico para realizar o procedimento, sugerindo-se assim uma temperatura em torno de 15°C por pelo menos 10 minutos [31]. No entanto, de acordo com um outro estudo [32], as temperaturas da IAF podem variar entre 11°C e 15°C, com durações de 11 a 15 minutos, sendo importante considerar a justificativa para sua aplicação.

A hipótese é de que os mecanismos fisiopatológicos envolvidos na técnica dependem de dois fatores: frio e pressão hidrostática. A temperatura da água reduziria a temperatura corporal, causando vasoconstrição, alterando a transmissão neural e minimizando a resposta inflamatória do exercício [33, 34].

Já a pressão hidrostática seria exercida sobre o corpo submerso, porque a água executa uma pressão maior do que o ar, fazendo com que gases, substâncias e fluidos se movam [33, 34]. Esses dois mecanismos diminuem o tamanho do edema promovido pela atividade e também reduzem o influxo nervoso por compressão de músculos e nervos [33, 34].

Diante disso, sabe-se que o quadro algico de um atleta repercute no seu estado tanto físico quanto psíquico e, por conseguinte, na redução de seu desempenho durante os treinos e jogos competitivos, bem como em sua qualidade de vida. Dessa forma, este trabalho tem por objetivos revisar estudos experimentais acerca dos efeitos da IAF e determinar a eficácia da técnica sobre os atletas após uma partida de futebol.

2. METODOLOGIA

Foi realizada uma busca nas bases de dados PubMed, PEDro eSciELO de 2017 a 2022. Os descritores utilizados na busca foram “Cold Water Immersion” e “Cryotherapy”, associados a outro descritor: “and Soccer”, para afinar a procura por trabalhos. Os descritores foram usados somente em idioma inglês; em seguida, procedeu-se à procura nos bancos de dados.

Como critério de inclusão, analisaram-se apenas estudos experimentais, com 20 ou mais participantes. Excluíram-se os trabalhos de revisão e meta-análise, estudos em modelos animais, estudos-piloto, artigos cujos estudos não eram relacionados à técnica de IAF e trabalhos duplicados.

A análise e seleção dos estudos basearam-se no título e resumo, classificando os depois por meio dos critérios de elegibilidade pré-definidos e por ordem de relevância; a seguir foi elaborado um quadro com o passo a passo de cada momento de seleção dos artigos.

Quadro 1- Passo a passo de cada momento de seleção dos artigos

Plataforma	Descritores Pesquisados	Total de Estudos Encontrados	Total de Estudos Selecionados
PubMed	Cold Water Immersion and Soccer	21	6
PubMed	Cryotherapyand Soccer	18	0
PEDro	Cold Water Immersion and Soccer	0	0
PEDro	Cryotherapyand Soccer	0	0
SciELO	Cold Water Immersion and Soccer	1	1
SciELO	Cryotherapyand Soccer	0	0

3. RESULTADOS

No total, foram analisados 40 artigos para este trabalho de revisão. Após análise seguindo os critérios de elegibilidade pré-definidos, sete artigos se enquadravam para a elaboração do resumo dos achados (Quadro 2). Alguns dos artigos selecionados apresentaram conclusões significativas, condizendo com os objetivos desta revisão. Destes sete artigos selecionados, dois não tiveram resultados significativos em se tratando dos efeitos da técnica de IAF; em contrapartida, cinco mostraram algum tipo de efeito após as atividades.

Visando dar um maior conhecimento sobre o tema abordado, optou-se inicialmente por apresentar dois tópicos: a) Fundamento Fisiológico Adotado da Imersão em Água Fria para Acelerar a Recuperação de Atletas; e b) Procedimentos Adotados Habitualmente. Posteriormente, foi feita a análise dos artigos selecionados.

Prudêncio, R.A. Imersão em água fria na recuperação pós-jogo. Rev Bras Futebol 2023; v. 16, n. 1, 34 – 51.

3.1 Fundamento Fisiológico Adotado da Imersão em Água Fria para Acelerar a Recuperação de Atletas

A IAF foi desenvolvida com o propósito de reduzir os danos musculares causados pelas atividades esportivas e acelerar a recuperação do atleta; com isso, o método se tornou bastante popular em esportes coletivos de alto rendimento [31]. O fundamento fisiológico da técnica parte do pressuposto de que ela tem efeito na redução do dano muscular após o treinamento intenso, deixando os músculos desgastados, doloridos e inchados[35].

Outro fator é que o aumento da demanda sanguínea para a musculatura causa inchaço no tecido muscular; logo, os nervos recebem sinais elétricos incomuns da região afetada e, assim, conduzem a informação de dor até o cérebro. Em decorrência desse processo complexo, acaba havendo liberação de marcadores de dano muscular na corrente sanguínea, como CK, LDH, cTnT e MB, entre outros [35].

Sabe-se que os mecanismos fisiopatológicos envolvidos na técnica são dependentes da água fria, que provoca a diminuição da temperatura corporal, causando vasoconstrição, alterando a transmissão neural, tornando-a mais lenta, minimizando a resposta inflamatória do exercício e da pressão hidrostática que é exercida no corpo submerso, já que a água tem maior densidade que o ar, e isso faz com que gases, substâncias e fluidos se desloquem. Esses dois mecanismos reduzem o edema promovido pelo exercício e o influxo nervoso por compressão dos músculos e nervos [33, 34].

Diante disso, a IAF diminui a permeabilidade da parede vascular e previne o edema celular pela vasoconstrição dos vasos, o que faz com que menos marcadores de dano muscular cheguem à corrente sanguínea, resultando na redução da condução dos estímulos elétricos nas raízes nervosas, suavizando assim a dor muscular provocada por exercícios extenuantes [36]. Esses são os mecanismos esperados derivados de uma ação IAF e que têm potencial efeito na aceleração da recuperação após um esforço físico importante, como é o caso no futebol.

3.2 Procedimentos Adotados Habitualmente

Sugere-se que a técnica seja realizada a uma temperatura de 11°C a 15°C, com duração de 11 a 15 minutos, em um recipiente/tanque com água, até a altura da crista ilíaca do indivíduo, para obter melhores resultados [32]. Contudo, alguns aspectos metodológicos devem ser considerados, como o nível de imersão a ser feita, a temperatura da água e o tempo de imersão. A seguir serão considerados com mais detalhes cada um desses aspectos.

a) Nível de imersão

A pressão hidrostática da água faz com que sejam geradas compressões em estruturas do corpo submerso, e uma delas é a compressão de vasos sanguíneos, causando a vasoconstrição da microvasculatura que irriga os tecidos estressados, diminuindo a exposição da musculatura às células inflamatórias [37]. A IAF ajuda na remoção de resíduos metabólicos por meio das alterações dos fluidos intracelular e intravascular que podem vir em decorrência da pressão hidrostática [38]. No entanto, algumas lacunas ainda precisam ser preenchidas, como a profundidade em que o atleta tem que ficar submerso.

Tratando-se disso, Krueger et al. [39] analisaram os efeitos da pressão hidrostática da água e sua influência na FC, com os participantes imersos em diferentes profundidades, na vertical, em repouso e submersos na altura do tornozelo, joelho, quadril, cicatriz umbilical, processo xifoide, ombros, pescoço e ombros com braços para fora da água. Participaram 177 indivíduos de ambos os sexos, com faixa de idade de 18 a 65 anos; a temperatura da água foi de 29°C a 30°C.

Os resultados mostraram que não houve diferenças significativas entre as faixas etárias e os sexos. Entretanto, foi encontrada redução significativa de 9,4% na FC a partir do quadril até 17,6% na profundidade do pescoço, mostrando assim que o nível de profundidade da imersão na água pode influenciar nos resultados de estudos que empregam a técnica de IAF.

b) Temperatura da água

A fim de obter os benefícios terapêuticos que a temperatura promove no corpo do atleta submetido a IAF, é necessário que a temperatura da pele atinja aproximadamente 13,80°C para que ocorra redução do fluxo sanguíneo local provocada pela vasoconstrição, e por volta de 14,40°C para que ocorra analgesia após as atividades físicas [40]. A diminuição da temperatura tecidual pode interferir nas informações sensitivas e motoras, em decorrência da diminuição da velocidade de propagação do impulso nervoso e da redução da excitabilidade dos mecanorreceptores musculares, amenizando assim a dor [41].

Uma redução da temperatura do corpo gera decréscimo na condução nervosa em até 10% aos 12,5°C, o que ajuda na analgesia, melhorando dessa forma a dor muscular tardia promovida pelos exercícios intensos; para cada grau Celsius reduzido, há uma queda de 2,4 minutos na velocidade de condução nervosa após 30 minutos da saída do indivíduo da água [40]. Assim, a

temperatura da água, para se aplicar a técnica de IAF e ter os efeitos desejados, deve ser entre 11°C e 15°C [32].

c) Tempo de imersão

A duração dos efeitos terapêuticos do frio depende da profundidade do tecido alvo e do objetivo do tratamento. Os tecidos mais profundos e com maior volume muscular devem permanecer por períodos de tempo de IAF maiores do que os superficiais e menos densos [40].

A forma de aplicação da IAF ainda é discutível, mas a maioria dos estudos representados nesse trabalho utilizaram a água fria com uma temperatura de 10°C por 10 minutos até a altura da crista ilíaca (Quadro 2). Talvez esse tipo de aplicação, amplamente utilizado, seja pelo fato de que a aplicação IAF a 10°C por 10 minutos produz resultados positivos na redução da dor muscular tardia (DMT) [42, 43].

Contudo, uma revisão sistemática e meta-análise mostraram que a IAF com temperaturas variando de 11°C a 15°C, com tempo de imersão de 11 a 15 minutos e com água até a crista ilíaca pode apresentar melhores resultados [32]. Assim, esses tipos de protocolos podem ser usados e comparados em futuros trabalhos, considerando que temperaturas mais elevadas podem ser mais agradáveis aos atletas que têm o primeiro contato com esse tipo de tratamento [44].

3.3 Características Abordadas

Entre as características abordadas neste trabalho, somente houve modificação no número de participantes: foi exigido que tivesse mais de 20, para se obter uma boa qualidade de amostras, uma vez que esta revisão de literatura se trata de uma Teoria Fundamentada em Dados (Grounded Theory), que, segundo Creswell[45] e Morse [46], considera que se tenha ao menos 20 a 30 indivíduos.

Com relação ao sexo, nota-se no quadro 2 que todos são masculinos, o que denota uma deficiência de estudos para a análise da técnica de IAF no futebol feminino. O futebol feminino vem crescendo muito ao longo dos últimos 20 anos: o número de jogadoras registradas saltou de 10.000 em 1993 para 2.050.000 em 2017 [47]. Por suas características de maior percentual de gordura, a IAF pode apresentar alguma diferença em relação à prática adotada com os homens.

Seria interessante analisar estudos como a IAF no público feminino, já que o estrogênio, hormônio mais frequente nesse sexo, é capaz de aumentar a deposição de gordura nas mamas, nos quadris e no tecido subcutâneo, o que explica a maior quantidade de gordura nas mulheres [48]. Essa maior concentração de tecido adiposo influencia na resposta de sensibilidade dolorosa, pois mulheres demonstram ter maior experiência de dor quando comparadas com homens,

principalmente estímulos térmicos, visto que a gordura é um isolante térmico; assim, áreas com excesso de gordura subcutânea são menos sensíveis à sensação dolorosa [49, 50].

A idade dos integrantes dos estudos está entre 16 e 22 anos— um público de atletas jovens (Quadro 2). Assim, estudos com jogadores mais experientes deveriam ser realizados futuramente, pelo fato de eles apresentarem risco maior de desenvolvimento de lesões do que atletas mais novos [51] e devido ao aumento da participação e longevidade de jogadores acima de 30 anos nas equipes profissionais de futebol [52].

No que diz respeito aos locais das pesquisas, podemos notar (Quadro 2) uma diversidade muito variada para análise. De acordo com Stolen et al. [53], uma avaliação com equipes de vários continentes, assim como de equipes de mesmo nível de diferentes campeonatos, pode adicionar importantes informações para o futebol internacional, uma vez que a composição corporal de jogadores de países e continentes distintos apresenta variações na massa corporal e no percentual de gordura [54].

O nível de competição também é um dado a ser observado, visto que, quanto mais elevado for, mais difícil será a competição, implicando a intensidade das atividades nos atletas. Na comparação de $VO_{2máx}$, os jogadores adultos apresentaram maiores valores em relação aos juniores, e nos testes de velocidade entre 10, 15 e 30 metros os profissionais tiveram maior desempenho que os atletas amadores, mostrando que os atletas da categoria profissional precisam ter melhor desempenho devido à alta demanda de esforço nesta categoria [53]. Neste trabalho podemos ver que existem categorias distintas nos artigos coletados (Quadro 2); infelizmente, em alguns não foram informados, tornando incompletos os dados nessa característica avaliada.

O protocolo mais abordado dos estudos coletados foi o com água a 10°C por 10 minutos (Quadro 2). Ao todo, foram cinco trabalhos que utilizaram esse método, e todos mostraram ter algum tipo de benefício nos resultados encontrados; somente um não teve resultados conclusivos. Assim, é importante considerar o uso desse tipo de protocolo na técnica de IAF. Em seguida, um outro protocolo de IAF com a temperatura da água a 15°C, por 15 minutos e por 10 minutos, não apresentou diferença significativa quando comparado ao grupo controle no que se refere a LDH, AST, RSADec e MB; somente houve benefício na diminuição de cTnT em relação ao grupo controle.

Quadro 2- Resumo dos achados de trabalhos experimentais sobre a Imersão em Água Fria no futebol nos últimos cinco anos.

REFERÊNCIA	Nº	SEXO	IDADE	LOCAL	NÍVEL	PROTOCOLO	RESULTADOS
Alexander et al. (2022) ⁵⁵	24	Masculino	RP e IAF= 20,58 ± 2,55 anos	França	Elite	Água a 10°C por 11 min até o nível do esterno após o treino	IAF: melhora da força excêntrica dos isquiotibiais, otimizando a prontidão para treinar/jogar em relação ao CON
Farkhari et al. (2021) ⁵⁶	20	Masculino	CON e IAF= 18 ± 1 anos	Irã	Profissional	Água a 15°C por 15 min até a altura do peito após as atividades, 2 sessões durante 4 semanas	CON e IAF: não houve diferença significativa de LDH, AST e RSADec entre os grupos
Lee YH et al. (2021) ⁵⁷	21	Masculino	CON= 20,28 ± 1,11; ER: 20,28 ± 0,95; ED/IAF: 19,85 ± 0,89	Coréia do Sul	Universitários	Água a 10°C por 10 min até à crista ilíaca após o jogo treino	IAF: menor tempo de execução dos testes de dribles, arremessos, chutes, da agilidade, velocidade, potência e capacidade de equilíbrio em relação aos demais grupos
Coelho et al. (2021) ⁵⁸	25	Masculino	CON=20,8 ± 3,2; BIO=22,63 ± 4,2; IAF= 22,63 ± 3,2 anos	Brasil	Universitários	Água a 10°C por 10 min até a crista ilíaca pós-jogo	BIO e IAF: recuperação do dano muscular nos grupos não forneceu evidências conclusivas
Pesenti et al. (2020) ⁵⁹	28	Masculino	IAF= 16,5 ± 0,9; IAT= 16,8 ± 0,8; RA= 16,2 ± 0,4; D= 17,2 ± 0,9 anos	Brasil	Não Informado	Água a 10°C por 10 min até a crista ilíaca após as atividades	IAF: retorno à linha de base da intensidade da dor em relação aos demais grupos; nos demais desfechos, não houve diferenças entre os grupos
Çakir et al. (2019) ⁶⁰	23	Masculino	CON= 21,3 ± 2,21 IAF= 22,4 ± 3,16	Peru	Não informado	Água a 15°C por 10 min, até o peito	Diminuição significativa de cTnT em relação ao CON; não foi estatisticamente significativo, mas teve menor aumento de MB após a IAF
Boujezza et al. (2018) ⁶¹	20	Masculino	CON= 17,8 ± 0,9; IAF= 17,8 ± 1,03 anos	Tunísia	Júnior	Água de 11° a 12°C por 10 min até o quadril após as atividades, 8 sessões em 2 meses	IAF: melhora do DA e da FM em relação ao CON

CON: Grupo controle; BIO: Grupo Biocerâmico; IAF: Imersão em Água Fria; LDH: Lactato Desidrogenase; AST: Aspartato Aminotransferase; RSADec: Percentual de Diminuição da Capacidade de Sprints repetidos; cTnT: TroponinaT; MB: Mioglobina; DA: Desempeno Aeróbico; FM: Força Muscular; ER: Exercícios de Relaxamento; ED: Exercício de Desaquecimento; RP: Recuperação Passiva; IAT= Imersão em Água Termoneutra; RA= Recuperação Ativa; D= Descanso.

4. DISCUSSÃO

A IAF é uma das técnicas de intervenção mais utilizadas após os exercícios, podendo ser aplicada facilmente em diferentes situações [62, 63], a fim de manter o melhor desempenho físico; ela reduz a dor muscular tardia e os danos musculares provenientes de treinos repetitivos de alto desempenho [64]. Além disso, a estratégia de IAF auxilia na remoção de subprodutos metabólicos em decorrência dos exercícios, auxiliando na melhora do retorno venoso através da vasoconstricção, como resultado da exposição do músculo ao meio frio da água [65].

Vários protocolos acerca de como realizar a IAF têm sido implementados. Contudo, em um estudo de meta-análise [32], sugere-se que os melhores resultados encontrados utilizem a estratégia com temperaturas da água entre 11°C e 15°C, com tempo de submersão em torno de 10 a 15 minutos, podendo variar a profundidade até a cintura ou até o pescoço.

No presente estudo (Quadro 2), entre os principais achados, o mais recente mostrou que a IAF pode ser útil para melhorar os déficits potenciais na força excêntrica dos isquiotibiais, o que pode otimizar a prontidão para treinar/jogar considerando os níveis congestionados de exposição a exercícios fatigantes durante as temporadas de futebol competitivo [55].

Um dos trabalhos teve por objetivo examinar os efeitos do exercício de resfriamento e da terapia de imersão em água fria na agilidade, velocidade, potência, equilíbrio e desempenho de habilidades específicas do esporte em jogadores de futebol. Concluiu-se que a adição de terapia de imersão em água fria (IAF) a um programa de recuperação, incluindo exercícios de resfriamento, pode promover a recuperação de habilidades básicas e específicas do esporte entre jogadores de futebol universitários [57].

No entanto, não foram observadas diferenças significativas em alguns testes, como agilidade, Sprint de 20 metros, teste de salto vertical ou teste de equilíbrio em Y, drible de 20 metros, teste de arremesso, teste de chute; contudo, foram verificadas diferenças notáveis na questão do tempo de execução dos testes entre os grupos [57].

Um outro estudo analisou os efeitos da IAF na dor muscular tardia, recrutamento muscular e controle postural em jogadores de futebol. Para isso, a carga máxima de força muscular do quadríceps femoral foi determinada em uma cadeira extensora; a escala de dor foi usada para avaliar a intensidade da dor dos indivíduos; e o recrutamento do quadríceps femoral foi determinado no momento do chute e foi associado ao controle postural [59].

A intensidade da dor no grupo de IAF voltou à linha de base após 72 horas, enquanto os grupos imersão em água termoneutra (IAT), recuperação ativa (RA) e descanso (D) continuaram a

sentir dor intensa. Não foram encontradas diferenças entre os grupos em relação aos outros resultados [59].

Um dos estudos apresentados no quadro 2 avaliou os níveis de cTnT (troponina T) e MB (mioglobina) após a IAF. A cTnT e a MB são marcadores de lesões do músculo esquelético e cardíaco, mas são enzimas testadas principalmente para detecção de lesão do músculo esquelético [66, 67]. Os atletas forneceram amostras de sangue antes do exercício para dosagem de cTnT e MB; foi aplicado ao grupo experimental um protocolo de exercício de dano muscular, consistindo de salto em profundidade [60].

Seus resultados mostraram que houve diferença significativa entre os grupos experimental e controle quanto aos valores de cTnT, mas não houve diferença significativa para os valores de MB. Logo, o tempo de recuperação pode ser menor em atletas submetidos à imersão em água fria [60].

Outra comprovação foi de que a crioterapia melhora o desempenho aeróbico e a força muscular após um jogo-treino em atletas. Isso foi constatado no estudo cujo objetivo era comparar os dados do desempenho aeróbico (corrida de 1.000 m) e das forças musculares dos membros inferiores, medidos antes e após o IAF ("período 1" e "período 2", respectivamente) [61].

Alguns estudos não tiveram resultados satisfatórios. Um deles investigou o efeito de quatro semanas de habituação em água fria na eficácia da técnica de recuperação IAF no dano muscular e nos índices de função de jovens jogadores de futebol. Os sujeitos então realizaram um teste simulado de futebol e, após a coleta de amostras de sangue, foram imediatamente imersos em água fria. Vinte e quatro horas depois, a coleta de sangue e os testes funcionais foram repetidos [56].

Os sujeitos foram então divididos aleatoriamente em dois grupos de exercício com recuperação IAF e exercício com recuperação passiva (RP). A IAF não teve efeito significativo sobre os níveis séricos de Aspartato Aminotransferase (AST) e Lactato Desidrogenase (LDH) antes e após quatro semanas. Além disso, não houve diferença significativa na potência e percentual de diminuição da capacidade de sprints repetidos (RSADec) após IAF antes e depois da habituação [56]. O AST, assim como LDH e CK, é uma enzima utilizada como marcadores bioquímicos indiretos de dano muscular [68], uma vez que é encontrada distribuída de forma hepática, esquelética e musculocardiaca [69].

O trabalho de Coelho et al. [58] investigou os efeitos de dois métodos comuns de recuperação, materiais cerâmicos emissores de infravermelho distante (Biocerâmica) ou IAF na função muscular e danos após uma partida de futebol. Os jogadores foram randomizados em grupos

Biocerâmica (BIO), IAF ou Controle (CON). Os resultados mostraram que nem as intervenções BIO nem a IAF melhoraram a recuperação pós-jogo.

Com esses resultados, dos sete artigos coletados, foi possível notar que a técnica de IAF tem vários efeitos comprovados, porém alguns desses efeitos não tiveram resultados satisfatórios. Ademais, foi possível observar que esses estudos empregaram diferentes protocolos de imersão, o que dificulta a comparação entre eles, gerando assim mais dúvidas.

Um trabalho de revisão sistemática e meta-análise [70] investigou 23 artigos de ensaios clínicos com o propósito de verificar os efeitos da imersão em água fria e terapia de contraste de água para recuperação de esportes de equipe. Os resultados indicaram que a IAF foi benéfica para a recuperação em 24 horas no salto contramovimento, Sprint, função neuromuscular e a fadiga após 72 horas, porém não foi benéfica para a percepção de dor muscular, o que contradiz os achados do estudo analisado para este trabalho, que pode comprovar o retorno à linha de base da intensidade da dor após a crioterapia [59].

Aliado a isso, em uma revisão de literatura cujo objetivo era verificar a eficácia da técnica de crioterapia e da massagem desportiva na recuperação muscular de atletas de diferentes modalidades pós-exercícios, ela mostrou-se benéfica para diminuição da dor e fadiga muscular. O trabalho contou com 20 artigos, coletados no período de 2010 até 2017 [71].

4.1 Sugestões

A técnica de IAF mostrou ter resultados consideráveis no âmbito futebolístico, contudo não houve pesquisas relacionadas ao sexo feminino, nem mesmo em atletas mais experientes, e, ainda, com protocolos diferentes. Assim, sugere-se que mais estudos sejam feitos com esses públicos, bem como comparando os protocolos com relação a tempo, profundidade e temperatura na crioterapia.

5. CONCLUSÃO

A IAF, após os treinos ou jogos, é eficaz na diminuição do tempo de recuperação do desempenho de atletas do futebol, pois faz com que estes retornem de forma mais rápida, sem desconforto muscular, aos treinamentos e jogos de alto rendimento, mostrando assim ser interessante para clubes que tenham um calendário congestionado, uma vez que promove melhora acelerada no desempenho das habilidades básicas e específicas do esporte. No entanto, mais ensaios clínicos devem ser feitos com um protocolo-padrão, visto que os resultados mostraram divergências na aplicabilidade da técnica.

6. REFERÊNCIAS

- 1- Abaïdia AE, Lamblin J, Delecroix B, et al. Recovery from exercise-induced muscle damage: cold-water immersion versus whole-body cryotherapy. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017;12(3):402-9.
- 2- Afsharnezhad T, Faghihi S, Hazrati A, et al. The effects of cold-water immersion on anaerobic power, dynamic balance and muscle activation after a karate kumite fighting in female karateka. *Int J Appl Exerc Physiol.* 2017;6(3):72-9.
- 3- American College of Sports Medicine ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. 11th edition. Philadelphia, United States: Lippincott Williams & Wilkins; 2021.
- 4- Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci.* 2003;21(7):519-28. doi: 10.1080/0264041031000071182.
- 5- Dupont G, Nedelec M, McCall A, McCormack D, Berthoin S, Wisløff U. Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *Am J Sports Med.* 2010;38(9):1752-8. PubMed ID: 20400751 doi:10.1177/0363546510361236.
- 6- Silva JR, Rumpf MC, Hertzog M, et al. Acute and residual soccer match-related fatigue: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2018;48(3):539-83. PubMed ID: 29098658 doi:10.1007/s40279-017-0798-8
- 7- Anderson L, Orme P, Di Michele R, et al. Quantification of training load during one-, two- and three-game week schedules in professional soccer players from the English premier league: implications for carbohydrate periodisation. *J Sports Sci.* 2016;34(13):1250-9. PubMed ID: 26536538 doi:10.1080/02640414.2015.1106574
- 8- Bailey DM, Erith SJ, Griffin PJ, et al. Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. *J Sports Sci.* 2007;25(11):1163-70.
- 9- Best TM, Hunter R, Wilcox A, et al. Effectiveness of sports massage for recovery of skeletal muscle from strenuous exercise. *Clin J Sport Med.* 2008;18(5):446-60.
- 10- Brownstein CG, Dent JP, Parker P, Hicks KM, Howatson G, Goodall S, et al. Etiology and recovery of neuromuscular fatigue following competitive soccer match-play. *Front Physiol.* 2017; 8:831doi:10.3389/fphys.2017.00831
- 11- Thomas K, Dent J, Howatson G, Goodall S. Etiology and recovery of neuromuscular fatigue after simulated soccer match play. *Med SciSports Exerc.* 2017;49(5):955-64. doi:10.3389/fphys.2017.0083110.1249/mss.0000000000001196
- 12- Smith M, Thompson C, Marcora S, Sabrina MT, Coutts A. Mental fatigue and soccer: current knowledge and future directions. *Sports Med.* 2018;48(7):1525-32.
- 13- Papapanagiotou A, Gissis I, Papadopoulos C, Souglis A, Bogdanis GC, Giosos I, et al. Changes in homocysteine and 8-iso-PGF2a levels in football and hockey players after a match. *Res Sports Med.* 2011;19(2):118-28.
- 14- Souglis AG, Papapanagiotou A, Bogdanis GC, Travlos AK, Apostolidis NG, Geladas ND. Comparison of inflammatory responses to a soccer match between elite male and female players. *J Str Cond Res.* 2015;29(5):1227-33.
- 15- Liu C, Wu J, Zhu J, Kuei C, Yu J, Shelton J, et al. Lactate inhibits lipolysis in fat cells through activation of an orphan G-protein-coupled receptor, GPR81. *J Bio Chem.* 2009;284(5):2811-22.
- 16- Ohno Y, Oyama A, Kaneko H, Egawa T, Yokoyama S, Sugiura T, et al. Lactate increases myotube diameter via activation of MEK/ERK pathway in C2C12 cells. *Acta Physiol.* 2018; 223(2):e13042.
- 17- Nédélec M, McCall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G. Recovery in soccer. *Sports Med.* 2012;42(12):997-1015.
- 18- Nedelec M, McCall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G. The influence of soccer playing actions on the recovery kinetics after a soccer match. *J Str Cond Res.* 2014;28(6):1517-23.
- 19- De Moura NR, Cury-Boaventura MF, Santos VC, Levada-Pires AC, Bortolon JR, Fiamoncini J, et al. Inflammatory response and neutrophil functions in players after a futsal match. *J Str Cond Res.* 2012;26(9):2507-14.

- 20- Owen A, Dunlop G, Rouissi M, Chtara M, Paul D, Zouhal H, et al. The relationship between lower-limb strength and match-related muscle damage in elite level professional European soccer players. *J Sports Sci.* 2015;33(20):2100-5.
- 21- Alves A, Couto B, Pimenta E. Avaliação da cinética da creatina quinase e proteína C reativa de jogadores de futebol de elite após uma partida oficial. *Braz J Soccer Sci.* 2018;11(2):17-29.
- 22- De Moura NR, Borges LS, Santos VC, Joel GB, Bortolon JR, Hirabara SM, et al. Muscle lesions and inflammation in futsal players according to their tactical positions. *J StrCondRes.* 2013;27(9):2612-8.
- 23- Malone S, Mendes B, Hughes B, Roe M, Devenney S, Collins K, et al. Decrements in neuromuscular performance and increases in creatine kinase impact training outputs in elite soccer players. *J Str Cond Res.* 2018; 32(5):1342-51.
- 24- Russell M, Northeast J, Atkinson G, Shearer DA, Sparkes W, Cook CJ, et al. Between-match variability of peak power output and creatine kinase responses to soccer match-play. *J StrCond Res.* 2015;29(8):2079-85.
- 25- Nowakowska A, Kostrzewa D, Buryta R, Nowak R. Blood biomarkers of recovery efficiency in soccer players. *Int J Env Res Pub Health.* 2019;16(18):3279-3306.
- 26- Lqt Aquino R, Gonçalves LGC, Vieira LHP, Oliveira LP, Alves GF, Santiago PRP, et al. Periodization training focused on technical-tactical ability in young soccer players positively affects biochemical markers and game performance. *J Str Cond Res.* 2016;30(10):2723-32.
- 27- Kellman M, Bertollo M, Bosquet L, Brink M, Coutts AJ, Duffield R, et al. Recovery and performance in sport: consensus statement. *Int J Sports Physiol Perform.* 2018;13(2):240-5.
- 28- Sawczuk T, Jones B, Scantlebury S, Till K. Relationships between training load, sleep duration, and daily well-being and recovery measures in young athletes. *PediatricExSci.* 2018;30(3):345-52.
- 29- Altarriba-Bartes A, Peña J, Vicens-Bordas J, Milà-Villaruel R, Calleja-González J. Post-competition recovery strategies in elite male soccer players. Effects on performance: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2020;15(10):e0240135. PubMed ID: 33007044 doi: 10.1371/journal.pone.0240135
- 30- Querido S, Brito J, Figueiredo P, Carnide F, Vaz J, Freitas S. Post-match recovery practices carried out in professional football: a survey of 56 Portuguese professional football teams. *Int J Sports Physiol Perform.* 2022;17(5):748-54. doi:10.1123/ijsp.2021-0343
- 31- Broatch JR, Petersen A, Bishop DJ. The influence of post-exercise cold-water immersion on adaptive responses to exercise: a review of the literature. *Sports Med.* 2018;48(6):1369-87.
- 32- Machado AF, Ferreira PH, Micheletti JK, Almeida AC, Lemes IR, Vanderlei FM, et al. 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; 46:503-14.
- 33- Hausswirth C, Bieuzen F, Barbiche E, Brisswalter J. Respostas fisiológicas à imersão em água fria e crioterapia de corpo inteiro: efeitos na recuperação após o exercício muscular. *Sci Sports* 2010;25(3):121-31.
- 34- Hausswirth C, Bieuzen F, Brisswalter J. Respostas fisiológicas relacionadas à imersão em água fria e crioterapia de corpo inteiro: efeitos na recuperação após exercício muscular. *KinesitherScient.* 2013; 539:13-40.
- 35- Toubekis AG, Smilios I, Bogdanis GC, Mavridis G, Tokmakidis SP. Effect of different intensities of active recovery on sprint swimming performance. *Appl Physiol Nut Metabol.* 2006;31(6):709-16.
- 36- Schimpchen J, Wagner M, Ferrauti A, Kellmann M, Pfeiffer M, Meyer T. A imersão em água fria pode melhorar a recuperação em levantadores de peso olímpicos de elite? Uma perspectiva individualizada. *J Strength Condit Res.* 2017;31(6):1569-76.
- 37- Wilcock IM, Cronin JB, Hing WA. Physiological response to water immersion. *Sports Med.* 2006;36(9):747-65.

- 38- Stocks JM, et al. Effects of immersion water temperature on whole-body fluid distribution in humans. *ActaPhysiolScand*.2004;182(1):3-10.
- 39- Kruehl LFM, Tartaruga LAP, Dias AC, Silva RC, Picanço PSP, Rangel AB. Frequência cardíaca durante imersão no meio aquático. *Fit Perform J*.2002; 1:46-51.
- 40- Lima N, Duarte V, Borges G. Crioterapia: métodos e aplicações em pesquisas brasileiras uma revisão sistemática. *Saúde e Pesquisa*.2015;8(2):335-43.
- 41- Freire T, Santana M, Farias Neto J, Grigoletto M, Silva Júnior W. Análise do desempenho físico e do equilíbrio sob influência da crioterapia em atletas de futsal. *RevBrasMedDesporto*.2015;21(6):480-4.
- 42- Jakeman JR, Macrae R, Eston R. A single 10-min bout of cold-water immersion therapy after strenuous plyometric exercise has no beneficial effect on recovery from the symptoms of exercise-induced muscle damage. *Ergonomics*. 2009;52(4):456-60.
- 43- Getto CN, Golden G. Comparison of active recovery in water and cold-water immersion after exhaustive exercise. *Athletic Training Sports Health Care*. 2013.
- 44- Elias GP, Wyckelsma VL, Varley MC, McKenna MJ, Aughey RJ. Effectiveness of water immersion on postmatch recovery in elite professional footballers. *IntJSports PhysiolPerformance*. 2013;8(3):243-53.
- 45- Creswell J. *Qualitative inquiry and research design*. Thousand Oaks:Sage;1998.
- 46- Morse JM. Determining sample size. *Qual Health Res*. 2000;10(1):3-5.
- 47- Clarkson BG, Cox E, Thelwell RC. Negotiating gender in the English football workplace: composite vignettes of women head coaches' experiences. *Women Sport PhysActiv J*.2019;27(2):73-84. <https://doi.org/10.1123/wspaj.2018-0052>.
- 48- Pardini DP. Alterações hormonais da mulher atleta. *Arq. Bras. Endocrinologia*.2001;45(4):343-51.
- 49- Awali A, Alsouhibani AM, Hoeger BM. Lean mass mediates the relation between temporal summation of pain and sex in young healthy adults. *Biol Sex Differ*. 2018;9(1):42.
- 50- Price RC, Asenjo JF, Christou NV, Backman SB, Schweinhardt P. The role of excess subcutaneous fat in pain and sensory sensitivity in obesity. *Eur J Pain*. 2013;17(9):1316-26.
- 51- Ekstrand J,Hägglund M,Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med*.2011;39(6).
- 52- Lavalley D. The effect of a life development intervention on sports career transition adjustment. *Sport Psychol*.2005;19(2):193-202.
- 53- Stolen T, Chamari K, Castagna C, Wisloff U. Physiology of soccer: an update. *Sports Med*. 2005;35(6):501-36.
- 54- Reilly T, Dorand. Fitness assessment. In: Reilly T, Williams M, editors. *Science andsoccer*. London and New York: Routledge;2003. p. 21-46.
- 55- Alexander J, Carling C, Rhodes D. Utilisation of performance markers to establish the effectiveness of cold-water immersion as a recovery modality in elite football. *Biol Sport*. 2022 Jan;39(1):19-29. doi: 10.5114/biolSport.2021.103570. Epub 2021 Feb 18. PMID: 35173359; PMCID: PMC8805350.
- 56- Farkhari BM, Mosaferi ZM, Hoseini SRA. Experience of cold-water immersion on recovery efficiency after soccer match. *Tunis Med*. 2021 Feb;99(2):252-8. PMID: 33899195; PMCID: PMC8636972.
- 57- Lee YH, Yoon JH, Song KJ, Oh JK. Effects of cool-down exercise and cold-water immersion therapy on basic fitness and sport-specific skills among Korean college soccer players. *Iran J Public Health*. 2021 Nov;50(11):2211-8. doi: 10.18502/ijph.v50i11.7575. PMID: 35223595; PMCID: PMC8826325.

- 58- Coelho TM, Nunes RFH, Nakamura FY, Duffield R, Serpa MC, Silva JF, et al. Post-match recovery in soccer with far-infrared emitting ceramic material or cold-water immersion. *J Sports Sci Med*. 2021 Oct;20(4):732-42. doi: 10.52082/jssm.2021.732. PMID: 35321145; PMCID: PMC8488839.
- 59- Pesenti FB, et al. The effect of cold water immersion on pain, muscle recruitment and postural control in athletes. *Rev Bras Med Esporte* [online]. 2020;26(4):323-7. [Accessed 20 October 2022], Available from: <<https://doi.org/10.1590/1517-869220202604214839>>. Epub 29 July 2020. ISSN 1806-9940. <https://doi.org/10.1590/1517-869220202604214839>.
- 60- Çakir E, Şenel Ö, Arslanoglu E. The effect of cold water immersion on cardiac troponin T and myoglobin levels. *Neuroendocr Letters*. 2019;40(1):22-8.
- 61- Boujezza H, Sghaier A, Ben Rejeb M, et al. Effects of cold water immersion on aerobic capacity and muscle strength of young footballers. *La Tunisie Medicale*. 2018 Feb;96(2):107-12. PMID: 30324975.
- 62- 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.
- 63- Ihsan M, Watson G, Abbiss CR. What are the physiological mechanisms for post-exercise cold water immersion in the recovery from prolonged endurance and intermittent exercise? *Sports Med*. 2016;46(8):1095-109.
- 64- 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.
- 65- Stephens JM, Halson S, Miller J, Slater GJ, Askew CD. Cold water immersion for athletic recovery: one size does not fit all. *Int J Sports Physiol Perform*. 2017;12(1):2-9.
- 66- Petrofsky JS, Khowailed IA, Lee H, Berk L, Bains GS, Akerkar S, et al. Cold vs. heat after exercise-is there a clear winner for muscle soreness. *J Strength Cond Res*. 2015;29(11):3245-52.
- 67- Chiu A, Chan WK, Cheng SH, Leung CK, Choi CH. Troponin I, myoglobin and mass concentration of creatine kinase-MB in acute myocardial infarction. *QJM*. 1999;92(12):711-8.
- 68- Neubauer O, König D, Wagner KH. Recovery after an Ironman triathlon: sustained inflammatory responses and muscular stress. *Eur J Applied Physiol*. 2008;104(3):417-26.
- 69- Gupta S, Chhina S, Arora SA. A systematic review of biomarkers of gingival crevicular fluid: their predictive role in diagnosis of periodontal disease status. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2018;8(2):98-104. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2018.02.002>.
- 70- Higgins TR, Greene DA, Baker MK. Efeitos da imersão em água fria e terapia de contraste de água para recuperação de esportes de equipe: uma revisão sistemática e meta-análise. *J Strength Cond Res*. 2017;31(5):1443-60. doi: 10.1519/JSC.0000000000001559.
- 71- Rocha LS, Nunes RD, Rossone G. Eficácia da crioterapia e massagem desportiva na recuperação de atletas: uma revisão da literatura. *Rev Amazônia: Science & Health*. 2019;7(3):74-83.