



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

FCS/ESS

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA

Ano lectivo 2017_2018

PROJETO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

***Os efeitos da imersão em água fria e da câmara de crioterapia
em desportistas:
Revisão Bibliográfica***

Manon Myriam Stephanie Fornes

Estudante de Fisioterapia

Escola Superior de Saúde – UFP

29951@ufp.edu.pt

Prof Dra. Luísa Amaral

Professora Auxiliar

Escola Superior de Saúde - UFP

lamaral@ufp.edu.pt

Resumo

Introdução: a crioterapia, nas suas diversas formas de aplicação, é uma modalidade frequentemente utilizada em ambientes clínicos e desportivos para o tratamento de lesões músculo-esqueléticas, tanto na fase aguda como durante a reabilitação. **Objetivo:** avaliar os efeitos da utilização da imersão em água fria e da câmara de crioterapia pós esforço, em indivíduos saudáveis ativos e/ou em desportistas. **Metodologia:** a pesquisa foi realizada na base de dados *Pubmed*, fundamentada com artigos recentes, avaliados segundo a escala *Critical Appraisal Skills Programme (CASP)*. **Resultados:** Nesta revisão foram incluídos 7 estudos, com um total de 164 atletas de ambos os sexos, e com idade entre 18 e 35 anos. Após a utilização destas técnicas de crioterapia, pode-se observar redução de temperatura no músculo e no corpo, sendo mais acentuada com a câmara de crioterapia, e benefícios na recuperação muscular, percepção de dor, sensação de desconforto ou no bem-estar. A imersão em água fria, apesar de não interferir com o equilíbrio nem com o tempo de reação, dificulta a percepção posicional. **Conclusão:** ambas as técnicas evidenciam benefícios na recuperação muscular pós esforço, embora com certas especificidades nos seus efeitos.

Palavras-chave: crioterapia, imersão em água fria, lesões musculares, desportos, performance.

Abstract

Introduction: Cryotherapy, in its various forms of application, is a modality frequently used in clinical and sports environments for the treatment of musculoskeletal injuries, both acute and during rehabilitation. **Objective:** to evaluate the effects of the use of cold water immersion and post-effort cryotherapy chamber in active healthy individuals and / or sportsmen. **Methodology:** the research was carried out in the *Pubmed* database, based on recent articles evaluated according to scale *Critical Appraisal Skills Program (CASP)*. **Results:** In this review, 7 studies were included, with a total of 164 athletes of both sexes, and aged between 18 and 35 years. After using these cryotherapy techniques, it can be observed a reduction in temperature in the muscle and in the body, being more accentuated with the cryotherapy chamber, and benefits in muscle recovery, pain perception, discomfort sensation or well-being. The immersion in cold water, although not interfering with the balance nor with the reaction time, hinders the positional perception. **Conclusion:** both techniques show benefits in muscle recovery after exertion, although with certain specificities in their effects. **Keys-words:** cryotherapy, cold water immersion, whole body cryotherapy, muscle injuries, sports and performance.

Introdução

O exercício de alta intensidade está associado a stresses mecânicos e/ou metabólicos que levam à redução da capacidade de desempenho do músculo-esquelético, dor e inflamação (White e Wells, 2013). A aplicação de crioterapia após a atividade física, para prevenir ou para tratar o desconforto/dor muscular, é uma prática comum entre desportistas e fisioterapeutas (Bleakley et al., 2012). Existem muitas formas de crioterapia, as quais incluem crioterapia de corpo inteiro, imersão em água fria, aplicação de gelo ou compressas de gel frio, massagem com gelo, ou qualquer outra aplicação de frio para fins terapêuticos específicos (Meeusen e Lievens, 1986).

As alterações fisiológicas agudas induzidas pelas várias modalidades de crioterapia podem ser um contributo para a recuperação nas horas ou nos dias que se seguem ao exercício (White e Wells, 2013). A mudança fundamental promovida pela terapia com frio é a redução da temperatura dos tecidos, que posteriormente exerce efeitos locais no fluxo sanguíneo, edema das células e velocidade de condutância do metabolismo e condução neural. Portanto, a crioterapia causa redução da temperatura central e alterações cardiovasculares e endócrinas (White e Wells, 2013). A crioterapia, inicialmente utilizada pelo seu efeito analgésico e anti-inflamatório, passou a ser frequentemente usada pelos desportistas no tratamento de lesões e na recuperação muscular após esforço.

O treino e a competição atlética são acompanhados de fatores de stresses fisiológicos que variam, dependendo do tipo específico de exercício, duração, intensidade, e também da familiarização dos atletas ao esforço causado pelo exercício (Leeder et al., 2012). A manipulação de variáveis de treino (intensidade, modo, volume e frequência) influencia diretamente o estímulo de treino e a resposta adaptativa a longo prazo (Bird, Tarpenning e Marino, 2005), proporcionando um aumento das capacidades físicas e da performance do atleta. Aumentar a taxa de recuperação é uma estratégia importante, especialmente para atletas envolvidos em ciclos de treino (Fonseca et al., 2016).

A atividade física pode causar um stresse mecânico no músculo. O exercício que é inusual, de particular intensidade ou duração induz stresse no corpo (White e Wells, 2013). Reduzir o dano muscular pós-treino pode proteger a saúde e a integridade física dos atletas, aumentando a probabilidade de atingir os objetivos estabelecidos para um ciclo de preparação (Fonseca et al., 2016).

A dor muscular de início retardado ou *Delayed Onset Muscle Soreness* (DOMS) é um sintoma causado pelo aumento de proteínas de stresse muscular e/ou de lesão muscular. O mecanismo

exato de DOMS ainda não está claro, existe uma teoria que sugere dano mecânico primário induzido pelo exercício, seguido por inflamação e sintomatologia de DOMS que pode ser verificado por análise microscópica, identificando rutura das fibras do músculo. Existe também um aumento de enzimas intracelulares como a Creatina Kinase (CK) e marcadores inflamatórios no sangue (Peake et al., 2005; Chatzinikolaou et al., 2010).

A sintomatologia de DOMS acontece depois um grande esforço ou depois um esforço pouco habitual, especialmente se há exercício excêntrico (Hedayatpour, Falla, Arendt-Nielson e Farina, 2008). Esta situação leva a uma dor no corpo e a uma diminuição da performance do desportista (Kargarfard et al., 2016).

Existem muitas estratégias com o intuito de prevenir ou minimizar a dor muscular de início retardado, e a fadiga após o exercício (Bleakley et al. 2012). Das diferentes formas de crioterapia comumente usadas após um esforço intenso para acelerar a recuperação, a imersão em água fria é a mais popular na literatura e na prática (Hauswirth et al., 2011; Bleakley et al., 2012), havendo certas evidências de que esta forma de crioterapia reduz o desconforto muscular após o exercido (Hauswirth et al., 2011), quando comparada com intervenções passivas que incluem repouso ou recuperação sem intervenção (Bleakley et al., 2012). A imersão em água fria utiliza temperaturas inferiores a 15°C (Bleakley et al., 2012) ou entre 4 e 16°C, com uma duração de 30 a 120 segundos, podendo ser repetida algumas vezes durante 20 minutos (Hauswirth et al., 2009). Este tipo de crioterapia baseia-se em 2 mecanismos. O primeiro tem como princípio o facto da pressão hidrostática favorecer o movimento dos gases e fluidos e, assim, contribuir para a diminuição do edema. O segundo mecanismo está relacionado com a temperatura do banho. O frio, ao baixar a temperatura da pele, promove uma vasoconstrição, reduzindo o processo inflamatório (Hauswirth et al., 2011).

Na literatura, apesar de haver referências aos efeitos rápidos da imersão em água fria na restauração da contração muscular máxima voluntária, ativação central e recrutamento de unidades motoras após sprints repetidos (Pointon e Duffield, 2012), a imersão em água fria nem sempre é bem tolerada (Chow, Yam, Chung e Fong, 2017), e também pode prejudicar a sensibilidade dos mecanorreceptores dos atletas, (Billot et al., 2013).

Outra técnica de crioterapia comumente utilizada é a imersão de todo o corpo / *Whole body cryotherapy* (WBC), a qual envolve uma exposição curta a um ar seco extremamente frio (Hauswirth et al., 2011), com uma temperatura de -110°C a -140°C, realizada numa sala com o ambiente controlado e num curto período de tempo (2-4 minutos), em que os utilizadores vestem roupas mínimas (Banfi et al., 2010). A WBC é uma modalidade de crioterapia relativamente recente, visto que a primeira câmara WBC foi construída no Japão no final da

década de 1970, mas apenas foi introduzida na Europa em 1982 (Miller et al., 2012). A interação entre corpo e a câmara de frio ocorre principalmente na pele. E, a temperatura da pele reflete diretamente o equilíbrio da perda de calor para o meio ambiente e o calor depositado pelo tecido metabolicamente ativo (Cholewka, Stanek, Sieron e Drzazga, 2012). A temperatura da pele evidencia uma redução significativa após a exposição à WBC e aumenta até 1 hora após a exposição, com diminuições concomitantes na temperatura do músculo e do core/núcleo (Costello, Culligan, Selfe e Donnelly, 2012; Selfe et al., 2014).

Pelo facto de não haver consenso na literatura acerca dos efeitos da crioterapia, aplicada de uma forma global, na recuperação muscular após prática de atividade física, a presente revisão tem como objetivo avaliar os efeitos da utilização da imersão em água fria e da câmara de crioterapia nos sinais e sintomas musculares pós esforço, em indivíduos saudáveis ativos e/ou em desportistas.

Metodologia

A base de dados *PubMed* foram utilizadas para efetuar a presente revisão bibliográfica, relativa a artigos de carácter experimental, sobre o efeito da crioterapia nas lesões musculares em atletas. A pesquisa foi realizada no dia 22 de setembro de 2017 com as seguintes palavras-chaves: *cryotherapy, cold water immersion, whole body cryotherapy, muscle injuries, sports e performance*. Utilizou-se o operador de lógica (AND) nas conjugações *cold water immersion AND sports AND muscle injuries; cryotherapy AND muscle injuries AND sport; cold water immersion AND performance; whole body cryotherapy AND sport*.

Foram escolhidos os artigos mais relevantes referentes à prática de crioterapia em imersão pelos atletas de qualquer desporto, segundo critérios de seleção.

Critérios de inclusão: estudos experimentais, randomizados e não randomizados, e artigos de livre acesso.

Critérios de exclusão: artigos de revisão e estudos de caso, artigos sem acesso ao texto integral, artigos duplicados entre as bases de dados, e artigos que não abordassem a temática selecionada. A elegibilidade aos critérios foi determinada após a leitura dos resumos, e, em caso de dúvida, da totalidade de artigos.

A estratégia de pesquisa surgiu a partir do *Prisma flow diagram* representado na figura 1.

A qualidade metodológica dos estudos selecionados foi avaliada segundo a escala “*Critical Appraisal Skills Programme*” (CASP) para estudos randomizados e estudos do tipo caso controlo.

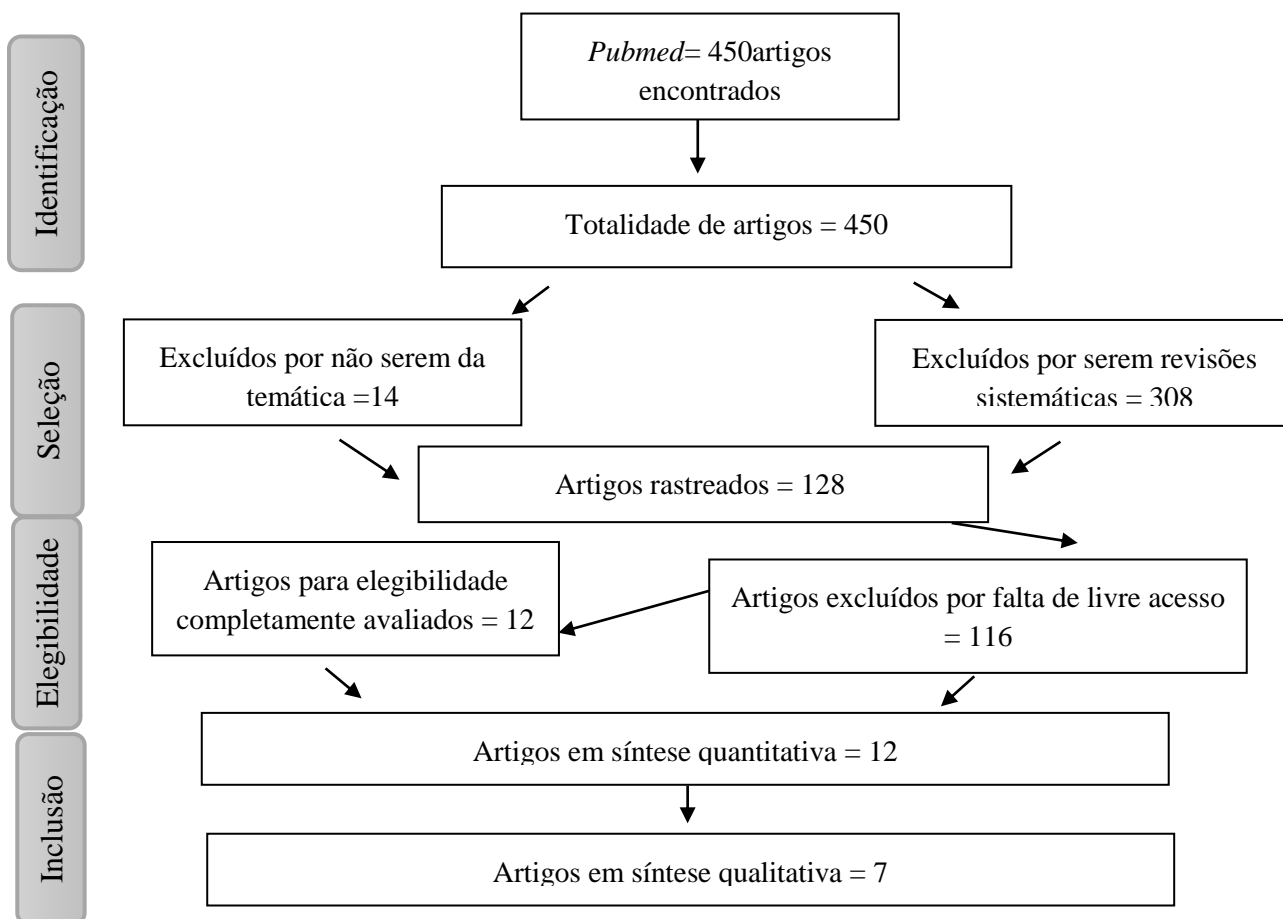


Fig.1- Fluxograma da seleção dos estudos incluídos

Resultados

Dos 7 artigos selecionados de acordo com os critérios estabelecidos, os 5 artigos randomizados obtiveram um score médio de 8.8/10, e relativamente aos 2 artigos de caso-controlo obtiveram um score de 11.5/12 (Anexo I).

Na presente revisão bibliográfica foi recolhida informação relativa aos participantes (número da amostra, idade, sexo), protocolo (tipo de crioterapia, duração da implementação e instrumentos de avaliação) e resultados obtidos (Tabela 1).

Nos estudos analisados participaram 164 atletas (65 do sexo masculino, 37 do sexo feminino e 2 artigos não tinham referencia quanto ao género), praticantes de atividade física e de diversas modalidades desportivas (rugby, jiu-jitsu e atletismo de longa distância), com idades entre 18 e 35 anos, tendo havido uma desistência de 4 participantes ao longo do período de *follow-up*.

Tabela 2 - Apresentação dos estudos revistos.

Autor/ Ano	Características demográficas	Objetivo do estudo	Protocolo de intervenção	Parâmetros avaliados e instrumentos de avaliação	Resultados
Chow, Yam, Chung e Fong (2017) Single-blinded three-armed randomized controlled trial	N= 53 Jogadores de rugby (> 3h/sem e >1 ano de prática) Idade: média de 21.6±2.9 anos. Dos 18 aos 35 anos. G1: Imersão em água fria n=13 G2: imersão em água à temperatura ambiente n=18 G3: GControlo n=22	Comparar os efeitos no pós-exercício da imersão em água fria, e em água à temperatura ambiente, e sem imersão em água, quanto ao desempenho do equilíbrio e propriocepção do joelho	-Cada participante efetuou o protocolo de fadiga com uma velocidade no tapete até 90% do VO2max. Intervenção-1min: - G1:Imersão em água fria até ao nível das cristas ilíacas (5,3°C) G2: imersão em água à temperatura ambiente (25°C) G3: sem imersão em água	Testes sensoriais -Score de equilíbrio -Equilíbrio específico: Plataforma de forças- <i>computerizeddynamicposturograph</i> - Propriocepção (reposicionamento articular do joelho): electrogoniómetro avariando a diferença entre o ângulo reproduzido e o atribuído.	Equilíbrio: Não houve diferenças significativas intra e inter-grupos (p>0,05) Propriocepção: G. de imersão a 25°C referiu menos erros na sensação de posição do joelho, contrariamente aos outros 2 grupos (p=0,013). -A imersão a 5,3°C provocou mais alterações na propriocepção do no controlo (p<0.05). -Na pós-intervenção, o G. da imersão a 25°C teve significativamente menos erros do que o G. da imersão a 5,3°C (p=0,022) Fadiga: A imersão promove uma redução na fadiga.
Fonseca et al (2016)	N=12 N final=8 8M; 0F Atletas de Jiu-jitsu Idade: média de 24 ± 3.6anos G1 – Imersão em água fria n=4 G2 – Grupo de controlo n=4	Avaliar os efeitos da imersão em água fria sobre os músculos depois um treino de jiu-jitsu, quanto á lesão muscular, perceção de desconforto muscular, e quanto à força muscular dos membros superiores e	Protocolo de treino: -2sessões de treino de 40min de exercícios gerais (aquecimento, força, velocidade e resistência), treino técnico de Jiu-jitsu e simulação de combate. 10 meses de treino Intervenção G1- imersão em gelo (6,0°C ± 0,5°C) até ao pescoço durante 16min: 4 ciclos de imersão de 4min com um intervalo de 1min entre os ciclos, totalizando uma intervenção de 19min.	- Marcadores de lesão muscular: Análises sanguíneas - Forçado membro superior: Ergotest- numa barra na posição de supino. Força do membro inferior: <i>countermovementjump</i> (CMJ) plataforma de salto. Avaliaçõessubjetivas: - Perceção de desconforto/dor muscular: Escala Visual Analógica (EVA) e Escala de Borg modificada.	Lesão muscular: A imersão proporcionou uma melhor recuperação muscular em comparação com a recuperação passiva (p=0,03) Força: A potência muscular estimada foi maior no G. da imersão em água fria, relativamente ao controlo, tanto nos membros sup.comonos inf. (p=0,004). Perceção de desconforto/dor muscular: < perceção de desconforto muscular e >perceção de recuperação no G.de imersão do que na recuperação passiva 24h após o treino (p=0,004 e p=0,005).

		inferiores.	G2- recuperação passiva	-Temperatura do corpo: termómetro digital Avaliação antes, depois do tratamento, e após 24 e 48h.	
Yeunget al. (2016) Randomized	N= 20 10M; 10F Adultos saudáveis ativos. Idade média de 22±0.52 anos G1 -imersão em água fria n=10 (5M; 5F) G2 -recuperação passiva (PAS) (controlo-GC) n=10 (5M; 5F)	Investigar os efeitos da imersão em água fria na oxigenação e desempenho muscular durante exercícios repetidos indutores de fadiga.	2 Protocolos de fadiga -Contrações concêntricas de intensidade máxima de flexão e extensão do joelho num dinamómetro isocínético. -1º- protocolo de fadiga e repetição após 1min, seguindo-se imersão em água fria ou PAS G1: deitados numapiscina de água fria (12-15°C) até nível da crista ilíaca. G2: Os indivíduos descansaram numtapete. -Intervenção de 10min	Desempenho muscular: - Dinamómetro isocínético entre cada protocolo. Cálculo do <i>Peak torque body weight</i> . Dor: - Escala Numérica Analógica: 0 a 10. Sensação de desconforto muscular Temperatura da pele Frequência cardíaca Pressão sanguínea Oxigenação muscular - Espectroscopia de infravermelhos.	Grupo de imersão - Diminuição da frequência cardíaca e da temperatura da pele, em relação ao GC (p<0,05). -A pressão arterial aumentou significativamente nos 2 grupos após a realização do protocolo, mas não houve diferenças significativas entre grupos (p>0,05). - Redução da sensação de desconforto 1 dia pós-teste (p <0,05). - A imersão em água fria não teve efeito significativo no desempenho muscular nos exercícios realizados posteriormente (p=0,81), nem na fadiga (p=0,54).
Thain, Bleakley e Mitchell (2015) Randomized controlled clinical trial	N inicial =58 N final = 54 Indivíduos saudáveis ativos (>1x/sem) 27M; 27F Idade: média de 20.1anos G1 - gelo húmido G2 - imersão em água fria GC - controlo, sem tratamento	Comparar os efeitos da aplicação de gelo húmido, imersão em água fria e uma condição de controlo sem tratamento no tempo de reação do músculo longo peroneal e tibial anterior, durante uma simulação de	Simulação de entorse: Plataforma com movimento súbito e inesperado. Após a intervenção, 1 período de restabelecimento de 10min, seguidos pela aplicação do crio com uma duração de 10min Gelo húmido: - 1 kg de gelo dentro numa bolsa. Antes da aplicação, o saco foi mantido sob água corrente (30°C-34°C) por 10seg antes de ser aplicado na face lateral do tornozelo.	Tempo de reação muscular Eletromiografia (EMG) de superfície não invasiva, no membro dominante. -Amplitudemuscular do longo peroneal e tibial anterior - Temperatura: <i>Datalogger</i> de temperatura (registador de temperatura com sensores) no ligamento perónio astragalino anterior. Medição após 60seg de intervenção.	Tempo de reação e amplitude muscular Após a crioterapia, não foram observadas alterações no tempo de reação do longo peroneal ou no tibial anterior (p=0,06 e p=0,57, respetivamente), assim como na amplitude muscular do longo peroneal ou no tibial anterior (p=0,19 e p=0,16). Temperatura da pele Nos grupos de crio houve uma redução na temperatura da pele sobre o ligamento, de 19°C após 60seg da aplicação e 9°C no fim da aplicação. No GC houve uma oscilação inferior a 1°C durante os 10min de teste.

		entorse lateral do tornozelo.	<p>Imersão em água fria:</p> <p>-Numa tina, 3kg de gelo em água fria (1°C a 4°C). Pé, tornozelo e o terço distal da perna imersos.</p> <p>- Controlo: participantes sentados e sem intervenção.</p>		
Costello, Culligan, Selfe e Donnelly (2012)	<p>N=20 20M; 0F</p> <p>Indivíduos saudáveis ativos (exercício mínimo de 3x/semana).</p> <p>Idade: entre 18-35 anos</p> <p>G1- 1º Câmara de frio</p> <p>G2- 1º Imersão em água fria</p>	<p>Comparar a utilização de <i>whole body cryotherapy</i> (WBC) ou câmara de frio a -110° com imersão de água fria a 8°, relativamente à temperatura nos músculos, pele e corpo.</p>	<p>-WBC: Temperatura da sala -110±3°C com o ar seco e limpo.</p> <p>-1º sala (-60±3°C) /20seg, - 2ª sala (-110±3°C) /3min e 40seg.</p> <p>- Imersão: sujeitos sentados num tanque cheio de água fria (8°±0,3°C) e imersos até ao nível do esterno, durante 4 min.</p> <p>-Após 7 dias, os grupos trocavam.</p>	<p>- Os testes de avaliação eram realizados após 20min de aclimatização numa sala.</p> <p>- Temperatura no músculo vasto lateral: <i>Medical Precisionthermometer</i></p> <p>- Temperatura da pele: <i>Thermovision A40M Thermalimagingcamera.</i></p> <p>- Temperatura do Corpo: sonda rectal.</p>	<p>Temperatura: Os efeitos da WBC e da imersão são similares (p=0,560) quanto à redução da temperatura do corpo e dos músculos (p<0,001).</p> <p>- Ambas as técnicas reduzem significativamente a temperatura da pele (p<0,001), mas com a WBC existe uma diminuição maior da temperatura.</p>
Hauswirth et al. (2011)	<p>N= 9</p> <p>Atletas de atletismo de longa distância.</p> <p>Idade: média de 31.8anos</p> <p>G1- WBC</p> <p>G2. Infravermelhos (IFV)</p> <p>G3- Recuperação passiva (PAS)</p>	<p>Determinar a estratégia de recuperação mais adequada para o dano muscular induzido pela corrida.</p> <p>Este estudo comparou três modalidades de recuperação diferentes (WBC, IFV e recuperação</p>	<p>Protocolo para induzir dano muscular: corrida numa passadeira simulando a modalidade.</p> <p>Corrida com duração de 48min.</p> <p>- WBC: sujeitos permanecem 3min na sala (-110°).</p> <p>- IF: 30min de exposição corporal .</p> <p>- PAS: recuperação passiva</p> <p>Durante 3 semanas, Avaliação: 1h, 24h e 48h</p>	<p>Marcadores de lesão muscular: Análises sanguíneas para avaliar a Creatina Kinase (CK)</p> <p>- Força- torque isométrico máximo voluntário: ergómetro isocinético (extensores do joelho)</p> <p>- Perceção de Dor: 0 a 100</p> <p>- Sensação de cansaço e bem-estar:</p>	<p>Lesão muscular: Aumento significativo da CK após a corrida (p<0,05).</p> <p>- As modalidades não interferiram na recuperação da CK após 1h, 24h e 48h</p> <p>Força: Declínio significativo da força máxima após a corrida (p<0,05), independentemente dos grupos, sem diferenças entre eles.</p> <p>-Capacidade de contração máxima voluntária recuperada após a 1ª sessão WBC (após 1h), enquanto com os IF foi recuperada mais tarde (após 24h) e não houve recuperação na condição PAS.</p> <p>Perceção sensorial: dor e o cansaço reduziram após 1ª sessão de WBC (1 h),</p>

passiva).

depois a corrida.

enquanto com os IFV a dor diminuiu às 48h.

-Nem a dor nem o cansaço percebido foram modificados pela recuperação passiva durante as 48h após o exercício.

- Às 24h o bem-estar foi maior do que os valores no pós-exercício na WBC e às 48h na condição IFV.

-**WBC** foi a modalidade mais eficaz para acelerar a recuperação do dano muscular induzido pela corrida, limitando a perda de torque e sensações subjetivas de dor.

<p>Selfe et al. (2014)</p> <p>Randomised cross over</p> <p>N= 14 14M Atletas profissionais da super liga de Rugby. Idade: média de 24anos G1- 1º WBC e 2º Controlo G2. 1º Controlo e 2º WBC</p>	<p>Avaliar o efeito da exposição da WBC na indução de alterações nos marcadores inflamatórios, oxigenação tecidual, temperatura da pele e do core, e na sensação térmica e de conforto.</p>	<p>Protocolo de fadiga: Competição na liga WBC: exposição de 1, 2 e 3min a -135°C, iniciando por um pré arrefecimento de 30seg a -60°C numa câmara nitrogénio líquido.</p> <p>-</p> <p>Avaliação após 1 dia, e passado 7 dias.</p>	<p>Marcadores inflamatórios oxihemoglobina, desoxihemoglobina: Análises sanguíneas.</p> <p>Oxigenação dos tecidos -Espectroscopia no infravermelho próximo, com sonda de laser de iodo.</p> <p>Temperatura da pele e do core - Câmera de imagem. Avaliação: pré, imediatamente pós e cada 5min após a exposição no WBC, até ao 20ºmin.</p> <p>Sensação térmica -Escalade -4 a 4. Avaliação: cada 5min até aos 20min.</p> <p>Sensação de conforto -Escala de 5 pontos. Avaliação antes e imediatamente após o WBC</p>	<p>Marcadores inflamatórios e Oxigenação dos tecidos Houve redução significativa nas variáveis analisadas- e oxigenação)($p < 0,05$), e sem diferença entre elas</p> <p>Temperatura da pele e do core Redução significativa na temperatura da pele ($p < 0,05$), mas não foram observadas alterações significativas na temperatura do core ($p > 0,05$).</p> <p>Sensação térmica e de conforto Reduções significativas na sensação térmica e de conforto ($p < 0,05$).</p>
---	---	--	---	---

Discussão

A presente revisão da literatura incidiu no estudo de duas modalidades globais de crioterapia, a *whole body cryotherapy* (câmara de crioterapia), e a imersão em água fria/gelo. Dos artigos selecionados, três fazem referência à utilização da câmara de crioterapia, e cinco artigos abordam a técnica de recuperação com a imersão de frio.

Whole body cryotherapy (câmara de crioterapia): As temperaturas utilizadas com a crioterapia *whole body* variaram de -110°C a -135°C , com duração máxima de 3min e 40seg, podendo ter um pré-arrefecimento de 20/30seg numa câmara a -60°C . No estudo de Costello, Culligan, Selfe e Donnelly (2012), a temperatura da sala $-110^{\circ}\pm 3^{\circ}\text{C}$ com ar seco durante 3min e 40seg, com uma ambientação prévia de 20seg numa sala a $-60^{\circ}\pm 3^{\circ}\text{C}$. No estudo de Hauswirth et al. (2011), as atletas permaneciam na sala à mesma temperatura, durante os 3min, fazendo movimentos ligeiros com os braços e pernas e caminhando. E, no estudo de Selfe et al. (2014), as atletas foram expostas 1, 2 e 3min a uma temperatura de -135°C numa câmara com nitrogénio líquido. Os investigadores que utilizaram o *whole body* como forma de crioterapia tiveram diversos objetivos, e comparam esta técnica com outras formas distintas de recuperação, utilizando diferentes instrumentos de avaliação, o que dificulta, de alguma forma, a análise da efetividade da WBC.

Costello, Culligan, Selfe e Donnelly (2012) reuniram 20 indivíduos, com o objetivo de analisar o efeito da WBC na redução da temperatura dos músculos, da pele e do corpo, compararam WBC com imersão em água fria a 8°C , concluindo que as duas técnicas permitiram, de igual modo, uma diminuição significativa da temperatura do corpo e dos músculos, sendo que a técnica WBC promoveu uma maior redução na temperatura da pele. Selfe et al. (2014), com atletas de rugby, também verificaram uma redução significativa na temperatura da pele, contudo não observaram alterações relevantes na temperatura do core.

No estudo de Hauswirth et al. (2011) com uma amostra de 9 atletas, foi comparado a eficácia entre uma intervenção com WBC, infravermelhos e recuperação passiva, com objetivo de analisar qual a melhor estratégia para recuperar os danos musculares ocorridos após uma corrida sobre uma passadeira com uma duração de 48min, com aumento gradual de declive.

O grupo de atletas submetidos a WBC permaneciam 3min na sala a -110°C , em diferentes momentos após a corrida, 1h, 24h ou 48h pós-esforço. A corrida estava dividida em 5 blocos, um incluiu 6min em plano (0% de gradiente), seguido de 3min de elevação (+10%) e 3min em declive (-15%). O grupo que realizou infravermelhos a 45°C (4-14 μm) durante 30min em todo

o corpo, encontravam-se em decúbito dorsal. E, o grupo que recuperou passivamente, estavam confortavelmente sentados numa poltrona durante os mesmos 30min.

Os objetivos do estudo de Hausswirth et al. (2011) foram diferentes do estudo de Costello, Culligan, Selfe e Donnelly (2012). Hausswirth et al. (2011) pretenderam avaliar diferentes marcadores de lesão muscular como a quantidade de creatina kinase (CK), força, percepção de dor, e sensação de cansaço e bem-estar. E, Selfe et al. (2014) com um ensaio clínico randomizado do tipo cruzado, em que os atletas participantes serviam como seu próprio controlo, tiveram como objetivo avaliar o efeito da exposição de ar frio na promoção de alterações nos marcadores inflamatórios e na oxigenação dos tecidos, assim como analisar as alterações da temperatura da pele e do core, da sensação térmica e de conforto.

Hausswirth et al. (2011) verificaram que após a primeira sessão de WCB, a capacidade de contração máxima voluntária foi recuperada após 1h, e com a aplicação de infravermelhos esta recuperação apenas aconteceu após 24h, e com a técnica de recuperação passiva não ocorreu qualquer alteração nos valores de contração muscular.

As modalidades não interferiram na recuperação da creatine kinase (CK), aumentada após a corrida. Selfe et al (2014) verificaram que a técnica de crioterapia WBC leva a múltiplas reduções nos dos marcadores inflamatórios e oxigenação dos tecidos. Quanto às percepções sensoriais, no estudo de Hausswirth et al. (2011) a percepção de dor e cansaço desaparecem imediatamente após a sessão de WCB, enquanto que com a técnica de infravermelhos precisou de 48h para desaparecer, e com a recuperação passiva não foram percebidas quaisquer alterações nas 48h após a realização do protocolo de exercício. Relativamente ao parâmetro bem-estar, às 24h o grupo que realizou WBC sentiu um aumento, e o grupo submetido à aplicação de infravermelhos sentiu esse aumento passado 48h. Tal como o estudo anterior, Selfe et al (2014) observaram uma redução na sensação térmica e de conforto.

Após a análise dos resultados dos artigos selecionados na presente revisão que usam a crioterapia sob a forma de *whole body*, constata-se que esta técnica pode ser utilizada em atletas de diferentes modalidades, com efeitos sobre a redução da temperatura da pele, recuperação dos danos musculares, percepção de dor e cansaço, recuperação de força, e/ou sensação de bem-estar, não existindo referência a efeitos negativos.

Imersão em água fria/gelo: Nos artigos que referenciam a recuperação através da imersão, os protocolos diferiram, tanto na temperatura, como no tempo e nível de imersão. As temperaturas variaram de 1°C - 4°C a 12-15°C, com imersões de 1min a 5,3°C até ao nível das cristas ilíacas (Chow, Yam, Chung e Fong, 2017), de 4min a 8°±0,3°C até ao nível do esterno (Costello, Culligan, Selfe e Donnelly, 2012), com 4 ciclos de imersão de 4min, com um intervalo de 1min

entre os ciclos, totalizando uma intervenção de 19min em gelo a $6,0^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ até ao pescoço (Fonseca et al., 2016), e com imersões de 10min numa piscina de água fria ($12\text{-}15^{\circ}\text{C}$) até ao nível das cristas ilíacas (Yeung et al., 2016), ou imersão da perna e pé em água fria com 3kg de gelo triturado a $1^{\circ}\text{C} - 4^{\circ}\text{C}$ (Thain, Bleakley e Mitchell, 2015).

A imersão poderá trazer benefícios ou desvantagens na recuperação pós esforço. E, os efeitos desta técnica deverão ser analisados e ponderados de acordo com a especificidade dos objetivos, será importante saber qual o período de tempo entre a aplicação de crioterapia e a prática desportiva para que as eventuais alterações não contribuam para perdas da performance do atleta.

Nos estudos selecionados, com o intuito de avaliar efeitos da aplicação da crioterapia utilizando imersão em água fria/gelo, as variáveis estudadas foram distintas. Chow, Yam, Chung e Fong (2017) quantificaram o equilíbrio com a plataforma de forças *computerized dynamic posturograph*, a força e a proprioceção com os dados de um electrogoniómetro avaliando a diferença absoluta entre o ângulo da articulação do joelho reproduzido e o ângulo atribuído. Fonseca et al. (2004) e Yeung et al. (2016) compararam a eficácia entre um tratamento de imersão em água fria e uma recuperação passiva depois de sessões de fadiga. Fonseca et al. (2004) avaliaram diferentes parâmetros como os marcadores de lesão muscular com análises sanguíneas, a força do membro superior pelo *Ergotest*, teste de força muscular numa barra na posição de supino e a força do membro inferior com o *counter movement jump* (CMJ) numa plataforma de salto, a temperatura do corpo termómetro digital, e a perceção de dor com a escala visual analógica (EVA), enquanto Yeung et al. (2016) analisaram a oxigenação com espectroscopia de infravermelhos, o desempenho muscular com o cálculo do *Peak torque body weight* recolhido no dinamómetro isocínético, a dor com a escala numérica analógica de 0 a 10, a sensação de desconforto, a temperatura da pele, a frequência cardíaca, e a pressão sanguínea. No estudo de Thain, Bleakley e Mitchell (2015) avaliou-se o tempo de reação muscular quantificado através da eletromiografia (EMG) de superfície não invasiva, no membro dominante, a amplitude muscular do longo peroneal e tibial anterior, e a temperatura da pele avaliada com um registador de temperatura com sensores, *Datalogger* de temperatura. E, Costello, Culligan, Selfe e Donnelly (2012) comparando as duas técnicas de crioterapia, WCB e a imersão em água fria, analisaram a temperatura dos músculos, da pele e do corpo. A temperatura no músculo vasto lateral avaliado pelo *Medical Precision thermometer*, a temperatura da pele analisada pela *Thermovision A40M Thermal imaging camera*, e temperatura do corpo quantificada por uma sonda rectal.

Chow, Yam, Chung e Fong (2017), avaliando o equilíbrio, com diferentes grupos de jogadores de rugby, experienciaram diferentes formas de tratamento, tais como imersão em água fria, em água com temperatura moderada, e sem imersão, em repouso sentado numa cadeira, e obtiveram efeitos similares sem promoverem alterações significativas no equilíbrio, avaliado pela Plataforma de forças (*computerized dynamic posturograph*).

Relativamente à avaliação da proprioção da articulação do joelho, a imersão a 5,3°C provocou alterações significativas na proprioção, mais concretamente dificultou a perceção do reposicionamento articular da articulação do joelho, quantificado com um eletrogoniómetro. O grupo da imersão a 25°C teve significativamente menos erros do que o grupo da imersão a 5,3°C ou o grupo que apenas repousou (Chow, Yam, Chung e Fong, 2017).

Para a análise do tempo de reação e amplitude muscular, Thain, Bleakley e Mitchell (2015) incluíram 54 indivíduos saudáveis (exercício superior a 1x/sem). Estes autores dividiram a amostra em 3 grupos, um grupo aplicou gelo húmido, outro realizou imersão em água fria e um outro grupo foi considerado controlo, não tendo qualquer tratamento, durante uma estimulação de inversão (30°) com flexão plantar (20°). A utilização da crioterapia não provocou alterações significativas no tempo de reação nem na amplitude muscular do longo peroneal ou no tibial anterior. Contudo, os valores de prova do tempo de reação no longo peroneal estavam muito próximos dos valores significativos, o que leva a supor que, se o número amostral ou o tempo de intervenção fosse maior, os resultados poderiam ser positivos.

Quanto à recuperação muscular, Fonseca et al. (2016), com atletas de Jiu-jitsu verificaram que a imersão proporcionou uma melhor recuperação da lesão e uma mais rápida recuperação da potência muscular, comparativamente à recuperação passiva. E, causou uma redução da perceção de desconforto muscular às 24h pós esforço (Fonseca et al., 2016; Yeung et al., 2016). Relativamente à fadiga, a literatura não é consensual quanto ao efeito da imersão em água fria na redução da fadiga. No estudo de Yeung et al. (2016) a imersão em água fria não interferiu na fadiga, enquanto no estudo de Chow, Yam, Chung e Fong (2017) a imersão promoveu uma redução na fadiga.

A imersão em água fria/gelo apesar de não ter interferido com o equilíbrio, verificou-se uma alteração na proprioceptividade, mais especificamente na perceção do reposicionamento, assim como constatou-se uma tendência para aumentar o tempo de reação articular. Estas condicionantes poderão indicar uma necessidade de ter atenção à realização da prática desportiva após esta intervenção terapêutica, pois poderão afetar a atividade. Mesmo que o estudo de Yeung et al. (2016), com 20 adultos saudáveis tenham demonstrado que a imersão em água fria não tenha tido efeitos significativos no desempenho muscular dos exercícios

realizados posteriormente. Contudo, esta técnica de crioterapia é eficaz na recuperação da lesão muscular, na recuperação da potência muscular e na percepção de desconforto muscular às 24h pós esforço, o que significa que se o atleta não vai realizar de imediato a sua atividade desportiva terá toda a vantagem de realizar imersão de água fria/gelo como recuperação dos danos musculares promovidos pelo exercício.

Quanto à temperatura nos músculos, pele e corpo, Costello, Culligan, Selfe e Donnelly (2012) apuraram uma redução significativa na temperatura da pele, músculo e do corpo. A redução na temperatura da pele com a imersão foi superior à redução durante a recuperação passiva (Yeung et al., 2016), mas inferior à redução com a técnica WBC (Costello, Culligan, Selfe e Donnelly, 2012). Thain, Bleakley e Mitchell (2015) também observaram uma diminuição na temperatura da pele sobre o ligamento nos grupos que aplicaram crio. Esta redução foi de grande amplitude, 19°C, após 60seg da aplicação, tendo diminuído até aos 9°C no final dos 10min de crio. Já no grupo de indivíduos sem tratamento houve uma oscilação inferior a 1°C durante os 10min de teste. Portanto a crioterapia inicialmente reduz bastante a temperatura, mas no final obtém-se uma diminuição da temperatura mais moderada.

Em relação aos aspetos cardiovasculares, a imersão em água fria contribuiu para uma diminuição da frequência cardíaca relativamente à recuperação passiva (Yeung et al., 2016). Após o aumento significativo da pressão arterial nos 2 grupos ocasionado pela realização do protocolo de fadiga, a influência da imersão e recuperação passiva foram idênticas (Yeung et al., 2016).

As limitações desta revisão são a reduzida dimensão das amostras, assim como a heterogeneidade na metodologia utilizada, quanto aos instrumentos de avaliação e protocolos implementados de crioterapia, relativamente ao tempo, temperatura e modo de aplicação, o que dificulta a comparação entre os resultados, e, conseqüentemente, a fiabilidade do efeito das técnicas de crioterapia utilizadas.

Conclusão

A WCB evidenciou vantagens na recuperação muscular ou na percepção de dor, cansaço e/ou bem-estar, pela sua efetividade e rapidez de atuação, quando comparada com a utilização de infravermelhos, e ainda mais com a recuperação passiva.

Quanto à redução de temperatura no músculo e no corpo, a WBC é uma opção, de igual valor, relativamente à imersão em água fria, com maior benefício no arrefecimento da pele.

A imersão em água fria não interfere com o equilíbrio, não provoca alterações significativas no tempo de reação nem na amplitude muscular, mas dificulta a percepção posicional.

A imersão favorece a recuperação da lesão muscular e da força muscular (potência), mas sem interferir no desempenho muscular. Reduz a sensação de desconforto, contudo não existe consenso quanto à redução da fadiga.

A imersão em água fria/gelo reduz significativamente a temperatura da pele, corpo e dos músculos e diminuiu a frequência cardíaca, mas não interfere com os valores da pressão arterial.

Sugestões para futuros estudos: É necessário a realização de outros estudos com maior rigor científico, e de maiores dimensões amostrais, para que se obtenha conclusões precisas e, assim, a implementação destas duas técnicas globais de crioterapia sejam uma mais-valia na recuperação muscular dos atletas após as suas atividades desportivas, diminuindo o tempo de recuperação e aumentando os seus níveis de performance.

Bibliografia

- Banfi, G., Lombardi, G., Colombini, A., e Melegati, G. (2010). Whole-body cryotherapy in athletes. *Sports medicine*, 40(6), 509-517.
- Billot, M., Handrigan, G., Simoneau, M., Corbeil, P., e Teasdale, N. (2013). Short term alteration of balance control after a reduction of plantar mechanoreceptor sensation through cooling. *Neuroscience letters*, 535, 40-44.
- Bird, S., Tarpenning, K., e Marino, F. (2005). Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness. *Sports medicine*, 35(10), 841-851.
- Bleakley, C., McDonough, S., Gardner, E., Baxter, D., Hopkins, T., Davison, G., e Costa, M. (2012). Cold-water immersion (cryotherapy) for preventing and treating muscle soreness after exercise. *Sao Paulo Medical Journal*, 130(5), 348-348.
- Chatzinikolaou, A., Fatouros, I., Gourgoulis, V., Avloniti, A., Jamurtas, A., Nikolaidis, M., eTofas, T. (2010). Time course of changes in performance and inflammatory responses after acute plyometric exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1389-1398.
- Cholewka, A., Stanek, A., Sieroń, A., e Drzazga, Z. (2012). Thermography study of skin response due to whole- body cryotherapy. *Skin Research and Technology*, 18(2), 180-187.
- Costello, J., Culligan, K Selfe, J., e Donnelly, A. (2012). Muscle, Skin and Core Temperature after– 110° C Cold Air and 8° C Water Treatment, 7(11), e48190.
- Chow, G., Yam, T., Chung, J., e Fong, S. (2017). Effects of postexercise ice-water and room-temperature water immersion on the sensory organization of balance control and lower limb proprioception in amateur rugby players: A randomized controlled trial. *Medicine*, 96(7), e6146.

- Fonseca, L., Brito, C., Silva, R., Silva-Grigoletto, M., da Silva, W., e Franchini, E. (2016). Use of Cold-Water Immersion to Reduce Muscle Damage and Delayed-Onset Muscle Soreness and Preserve Muscle Power in Jiu-Jitsu Athletes. *Journal of athletic training*, 51(7), 540-549.
- Hauswirth, C., Louis, J., Bieuzen, F., Pournot, H., Fournier, J., Filliard, J., e Brisswalter, J. (2011). Effects of whole-body cryotherapy vs. far-infrared vs. passive modalities on recovery from exercise-induced muscle damage in highly-trained runners. *PloS one*, 6(12), e27749.
- Hedayatpour, N., Falla, D., Arendt-Nielsen, L., e Farina, D. (2008). Sensory and electromyographic mapping during delayed-onset muscle soreness. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(2), 326-334.
- Kargarfard, M., Lam, E., Shariat, A., Shaw, I., Shaw, B., e Tamrin, S. (2016). Efficacy of massage on muscle soreness, perceived recovery, physiological restoration and physical performance in male bodybuilders. *Journal of sports sciences*, 34(10), 959-965.
- Leeder, J., Gissane, C., van Someren, K., Gregson, W., e Howatson, G. (2012). Cold water immersion and recovery from strenuous exercise: a meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 46(4), 233-240.
- Meeusen, R., e Lievens, P. (1986). The use of cryotherapy in sports injuries. *Sports medicine*, 3(6), 398-414.
- Miller, E., Markiewicz, Ł., Saluk, J., e Majsterek, I. (2012). Effect of short-term cryostimulation on antioxidative status and its clinical applications in humans. *European journal of applied physiology*, 112(5), 1645-1652.
- Peake, J. M., Suzuki, K., Wilson, G., Hordern, M., Nosaka, K., Mackinnon, L., e Coombes, J. S. (2005). Exercise-induced muscle damage, plasma cytokines, and markers of neutrophil activation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(5), 737-745.
- Pointon, M., e Duffield, R. (2012). Cold water immersion recovery after simulated collision sport exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 44(2), 206-216.
- Selfe, J., Alexander, J., Costello, J., May, K., Garratt, N., Atkins, S. e Coley, A. (2014). The effect of three different (-135°C) whole body cryotherapy exposure durations on elite rugby league players. *PLoS One*, 9(1), e86420.
- Thain, P., Bleakley, C., e Mitchell, A. (2015). Muscle reaction time during a simulated lateral ankle sprain after wet-ice application or cold-water immersion. *Journal of athletic training*, 50(7), 697-703.
- White, G. e Wells, G. (2013). Cold-water immersion and other forms of cryotherapy: physiological changes potentially affecting recovery from high-intensity exercise. *Extreme physiology & medicine*, 2(1), 26, 2-11.
- Yeung, S., Ting, K., Hon, M., Fung, N., Choi, M., Cheng, J., e Yeung, E. (2016). Effects of cold water immersion on muscle oxygenation during repeated bouts of fatiguing exercise: a randomized controlled study. *Medicine*, 95(1), 1-8.

Anexo I

CriticalAppraisalSkillsProgramme(CASP) para estudos Caso-controlo e estudos randomizados controlados.

Estudos Randomizados	Estudos Caso-controlo	Chow, Yam, Chung e Fong (2017)	Yeung et al. (2016)	Thain, Bleakley e Mitchell (2015)	Costello, Culligan, Selfe e Donnelly (2012)	Selfe et al. (2014)	Fonseca et al.(2016)	Hausswirth et al. (2011)
1. Did the study ask a clearly-focused question?	1. Did the study address a clearly focused Issue?	√	√	√	√	√	√	√
2. Was this a randomised controlled trial (RCT) and was it appropriately so?	2. Did the authors use an appropriate Method to answer their question?	√	√	√	√	√	√	√
3. Were participants appropriately allocated to intervention and control groups?	3. Were the cases recruited in an acceptable way?	√	√	√	√	√	√	√
4. Were participants, staff and study personnel “blind” to participants’ study group?	4. Were the controls selected in an acceptable way?	X	X	X	X	X	√	√
5. Were all of the participants who entered the trial accounted for at its conclusion?	5. Was the exposure accurately measured to minimise bias?	√	√	X	√	√	√	X
6. Were the participants in all groups followed up and data collected in the same way?	6. A. What confounding factors have the authors accounted for?	√	√	√	√	√	√	√
7. Did the study have enough participants to minimise the play of chance?	6. B. Have the authors taken account of the potential confounding factors in the design and/or in their analysis?	√	√	√	√	√	√	√
8. How are the results presented and what is the main result?	7. A. What are the results of this study?	√	√	√	√	√	√	√
9. How precise are these results?	8. How precise are the results? How precise is the estimate of risk?	√	√	√	√	√	√	√

10. Were all important outcomes considered so the results can be applied?		9. Do you believe the results?	√	√	√	√	√	√	√
		10. Can the results be applied to the local population?						√	√
		11. Do the results of this study fit with other available evidence?						√	√
Score Total:	10	12	9/10	9/10	8/10	9/10	9/10	12/12	11/12