



Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa

Licenciatura em Fisioterapia

Projeto de Investigação

Efeito da técnica de restrição de fluxo sanguíneo na prevenção da sensação retardada de desconforto muscular: revisão da literatura.

Eva Dewaele
Estudante de Fisioterapia
Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa
36735@ufp.edu.pt

Sandra Rodrigues
Orientador
sandrar@ufp.edu.pt
Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa

Porto, Junho de 2021

Resumo

Objetivo: analisar os efeitos da técnica de restrição de fluxo sanguíneo (RFS) ao nível da prevenção da sensação retardada de desconforto muscular (SRDM) em pacientes adultos saudáveis, treinados e não treinados. **Metodologia:** Pesquisa computadorizada nas bases de dados Pubmed, Google Scholar, EBSCO, Cochrane e PEDro de modo a selecionar estudos controlados randomizados que avaliassem o efeito da aplicação da técnica RFS com o exercício na prevenção da SRDM. **Resultados:** Nesta revisão foram incluídos 8 estudos que cumpriram os critérios de elegibilidade definidos, tendo apresentado resultados para um total de 118 indivíduos, com qualidade metodológica de 6/10 na escala de PEDro. **Conclusão:** A análise da evidência disponível parece sugerir que a RFS associada ao exercício é um método eficaz na prevenção da SRDM, com recuperação mais rápida, apesar de também existirem artigos que evidenciaram influencia negativa da RFS na SRDM. Neste sentido, ainda são necessários mais estudos de boa base metodológica, em amostras maiores, de forma a estabelecer protocolos e parâmetros de exercício e de intervenção, assim como confirmar a eficácia da RFS na prevenção de SRDM. **Palavras-chave:** *tissue flossing, restrição de fluxo sanguíneo, sensação retardada de dor muscular, SRDM.*

Abstract

Aim: to analyze the effects of the blood flow restriction (BFR) techniques on the prevention of delayed onset muscular soreness (DOMS) in healthy, trained or not trained adults. **Methodology:** Computerized literature search in the data bases Pubmed, Google Scholar, EBSCO, Cochrane and PEDro to identify randomized controlled trials that assessed the effects of blood flow restriction on the delayed onset muscular soreness prevention. **Results:** 8 trials met the defined eligibility criteria and were included in this review, having presented results for a total of 118 individuals with a methodologic rating of 6/10 on the PEDro scale. **Conclusion:** Analysis of the available evidence seems to suggest that exercise associated with BFR is an effective method for preventing DOMS, with faster recovery, although there are also articles that have shown negative influence of BFR on DOMS. In this sense, more studies with a good methodological basis are still needed, in larger samples, in order to establish protocols and parameters of exercise and intervention, as well as to confirm the effectiveness of the BFR in the prevention of DOMS. **Key-words:** *tissue flossing, blood flow restriction, delayed onset muscular soreness, DOMS.*

Introdução

A sensação retardada de desconforto muscular (SRDM), do inglês *Delayed Onset Muscular Soreness (DOMS)* é definida como uma lesão muscular funcional, por excesso de esforço (Mueller-Wohlfahrt, 2012). O aparecimento de SRDM é geralmente causado por contrações musculares excêntricas que requerem alongamento das fibras musculares ou prática de exercícios inabituais e/ ou intensivos (Cheung, Hume e Maxwell, 2003). A SRDM resulta da expressão de um mecanismo fisiopatológico complexo (Cohen e Cantecorp, 2011) cuja causa exata não é bem percebida, mas acredita-se que envolve reação inflamatória ou até mesmo dano muscular (Miles e Clarkson, 1994).

Pensa-se que essas alterações sejam devidas aos microtraumatismos reversíveis do músculo ao nível da estrutura normal da fibra muscular, com lesões associadas potencialmente agravantes do sarcolema, túbulos transversos e retículo sarcoplasmática (Coudreuse, Dupont e Nicol, 2004), que induzem uma desorganização dos sarcômeros (Cohen e Cantecorp, 2011). Quando é danificado o citoesqueleto fica mais permeável induzindo assim o esvaziamento excessivo de enzimas musculares tais como a creatina kinase (CK), ou a desidrogenase do lactato (LDH) ou ainda produtos resultantes da degradação do tecido conjuntivo tais como a hidroxiprolina ou hidroxilisina. Esse esvaziamento vai ativar uma enzima proteolítica cálcio-dependente, que vai diretamente interferir com a produção de adenosina trifosfato (ATP) (Clarkson e Hubal, 2002; Coudreuse, Dupont e Nicol, 2004). Além disso, ao mesmo tempo, em resposta às microlesões e com o objetivo de remover os danos estruturais induzidos pelo exercício, vai iniciar-se um processo inflamatório com a ação combinada de macrófagos, neutrófilos, bradicinina, altos níveis de potássio extracelular, prostaglandina e do edema (Cohen e Cantecorp, 2011).

De acordo com Armstrong, Warren e Warren (1991), existem 3 fases neste processo que são a fase autogénica (que ocorre 3 horas após o exercício e corresponde ao início da degradação das estruturas lesadas), a fase fagocitária (progressão da pressão e da temperatura interna do músculo, aumento da descarga espontânea dos nociceptores e libertação da substância P, favorecendo amplificação e auto manutenção da resposta inflamatória e hiperalgesia global), e por fim a fase de regeneração entre o 4º e 6º dias. O desenvolvimento dos sintomas clínicos é retardado (geralmente após 24h, com um pico entre as 48-72h após exercício) como o resultado de sequências complexas de respostas fisiológicas, locais e sistêmicas, e pode durar 5 a 7 dias (Hotfiel et al., 2018) aumentando assim o risco de lesões neste período (Coudreuse, Dupont e Nicol, 2004). Os sinais e sintomas clínicos são principalmente a dor à palpação e ao

movimento, a diminuição da força muscular e da performance, a restrição dos movimentos, a rigidez, o edema e a alteração da biomecânica das articulações adjacentes (Cheung, Hume e Maxwell, 2003).

Existem várias intervenções com o objetivo de prevenir ou aliviar os sintomas, nomeadamente a técnica de massagem (Guo et al., 2017), técnicas de compressão (Hill *et al.*, 2014), crioterapia (Lombardi, Zieman e Banfi, 2017), ou ainda banhos de contraste (Hing, White, Bouaaphone e Lee, 2008), que apresentam numerosos benefícios ao nível da SRDM. A ausência de um método definido como “*gold-standard*” conhecida e a diversidade de técnicas de tratamento disponíveis são em grande parte devido à falta de compreensão em torno dos mecanismos exatos de SRDM (Cheung, Hume e Maxwell, 2003).

O uso do *tissue flossing* (*TF*) é uma modalidade de tratamento relativamente recente que ganhou popularidade através do livro de Starrett e Cordoza (2013) onde os autores introduziram a compressão do *floss band* (*FB*) para aumentar a amplitude de movimento e postularam que os mecanismos potenciais por trás do benefício do *TF* podem ser atribuídos ao cisalhamento fascial e à reperfusão de sangue para o músculo (Driller e Overmayer, 2017). A técnica de *tissue flossing* é também denominado Restrição do Fluxo Sanguíneo (RFS), do inglês *blood flow restriction* (*BFR*). Pois os mecanismos envolvidos no *TF* são semelhantes a um pré-condicionamento isquémico ou a um treino de RFS (Driller e Overmayer, 2017), em que todos necessitam da aplicação de uma pressão externa, acima ou abaixo do músculo ou articulação apendicular, com a aplicação de um torniquete / manguito insuflável na porção mais proximal do membro (no caso do RFS) ou uma banda elástica (no caso do *TF*) (Pope, Willardson e Schoenfeld, 2013; Centner e Lauber, 2020). A pressão fornecida pela técnica mantém com segurança o influxo de sangue arterial, mas reduz ou oclui o fluxo venoso distal ao local (Derek, White, Reyes e Palmer, 2020). O que vai ser associado a um aumento subsequente do acúmulo metabólico, nas respostas de liberação de hormonas de crescimento, no aumento da força e contratibilidade muscular (Driller e Overmayer, 2017). Hipotetiza-se portanto que a técnica terá vários benefícios nomeadamente ao nível do aumento da amplitude de movimento, melhoria na performance (Driller e Overmayer, 2017), na redução da dor e SRDM, prevenção das lesões, melhoria da recuperação muscular (Prill, Schulz e Michel, 2018) ou ainda ao nível do aumento dos ganhos musculares (Manini et Clark, 2009; Kaneda et al., 2020).

Poucas revisões sistemáticas foram encontradas sobre os efeitos desta técnica na prevenção de dor muscular retardada. Contudo foram encontrados várias revisões sistemáticas sobre a aplicação da técnica e os seus efeitos em patologias específicas e desordens músculo-

esqueléticos tal como a osteoartrose (Álvarez et al., 2020), em reabilitação músculo-esquelética como após imobilização (Cerqueira et al., 2020) ou após cirurgia reconstrutiva do ligamento cruzado anterior (Álvarez et al., 2020) por exemplo, mas também os seus efeitos ao nível da capacidade aeróbia (Formiga et al., 2017), da performance, hipertrofia e aumento da força muscular (Baker et al., 2020), mas até à data não se encontra estabelecida a evidência da técnica na prevenção da sensação retardada de desconforto muscular.

Constituiu, portanto, objetivo deste trabalho sumariar a evidência disponível acerca dos efeitos da técnica de restrição de fluxo sanguíneos ao nível da prevenção da sensação retardada de desconforto muscular, em pacientes adultos saudáveis, treinados e não treinados.

Metodologia

A definição do tema foi elaborada através da estratégia PICO (Schardt et al., 2007) com uma população definida: adultos, saudáveis, sem doença nem lesões músculo-esqueléticas, uma intervenção com técnicas de RFS ou TF combinado ao exercício, uma comparação dos resultados entre grupo controlo (sem RFS) e grupo experimental (com RFS), e outcomes típicos da SRDM. Esta revisão seguiu as recomendações referenciadas de *PRISMA (Preferred Reporting Items For Systematic Reviews)* (Page et al., 2020).

Na presente revisão, a pesquisa bibliográfica computadorizada foi efetuada com as seguintes palavras-chave: “*tissue flossing*”, “*blood flow restriction*”, “*delayed onset muscular soreness*”, “*DOMS*” com recurso aos operadores de lógica (AND e OR) perfazendo a seguinte combinação (“*tissue flossing*” OR “*blood flow restriction*”) AND (“*DOMS*” OR “*delayed onset muscular soreness*”) nas bases de dados *Pubmed*, *Google Scholar*, *EBSCO* e *Cochrane*. Também foi realizada pesquisa bibliográfica com PEDro apenas com cada uma das palavras-chave seguintes “*Blood flow restriction*” e depois “*tissue flossing*” de forma a obter resultados abrangentes.

A seleção final dos artigos respeitou os seguintes critérios de elegibilidade: (1) Estudos randomizados controlados; (2) Estudos escritos em inglês, francês ou português; (3) Estudos que avaliavam os efeitos da técnica de RFS com *cuff occlusion* ou *floss band* na prevenção de SRDM; (4) Estudos realizados em indivíduos adultos treinados ou não treinados, que não apresentavam patologias nem lesões músculo-esqueléticas; (5) Estudos cujo grupo experimental tenha a técnica RFS e cujo grupo controlo faça o mesmo treino sem aplicação da RFS; (6) Estudos cuja aplicação de técnica de RFS é realizada durante ou após o fim do treino;

(7) Intervenção com um protocolo de treino de resistência, de força ou treino aeróbio; (8) Estudos que avaliam SRDM no início e vários dias após exercício, através de pelo menos uma destas medidas de resultado: escalas de dor, nomeadamente a escala visual analógica de dor (EVA), escala de SRDM tal como o *Likert Scale of Muscle Soreness*, medidas de algometria (limiar de dor à pressão), medidas da atividade de marcadores sanguíneos tal como a CK ou LDH, avaliação da força e função muscular tal como a força de contração máxima voluntária isométrica, avaliação de edema (através, por exemplo, de medidas de circunferências do membro) e da avaliação da amplitude de movimento; (9) Estudos que apresentam um score de pelo menos 5/10 na avaliação da qualidade metodológica de acordo com a escala PEDro.

Não foi inserida nenhuma limitação temporal na pesquisa. Para determinar a elegibilidade ou exclusão de cada estudo, procedeu-se à leitura dos títulos e resumos de todos os artigos e, em caso de dúvida, o texto completo.

A qualidade metodológica foi avaliada através da escala de PEDro (*Physiotherapy Evidence Database scoring scale*) cuja aplicação permite uma identificação rápida e eficaz dos estudos que poderão possuir validade interna (critérios 2-9) e informação estatística suficiente de forma a efetuar-se uma interpretação dos seus resultados (critérios 10-11). A pontuação final é atribuída pela soma do número de critérios classificados como satisfatórios entre 2 e 11, sendo que o critério 1, relativo à validade externa, não é considerado no cálculo. A pontuação pode variar entre os 0 e 10 pontos e vai nos permitir ter uma avaliação criteriosa dos estudos randomizados controlados a incluir na realização de revisões sistemáticas (Maher et al., 2003).

Resultados

Durante a pesquisa efetuada nas diferentes bases de dados foram encontrados um total de 309 artigos, sendo este total reduzido a 70 após leitura dos títulos, e de seguida para 31 após leitura do resumo. Desses 31 artigos, após leitura do texto integral, foram selecionados 8 artigos (Figura 1).

Avaliação da qualidade metodológica

O resumo do conteúdo dos artigos esta presente na Tabela 2. Os estudos apresentam qualidade metodológica com média aritmética de 5,88 em 10 na escala de PEDro (Tabela 1).

Tabela 1 – Qualidade metodológica dos estudos incluídos na revisão, segundo a classificação atribuída pela escala PEDro

Autor(es)	Crítérios presentes	Pontuação na escala PEDro
Freitas et al., 2017	2, 4, 8, 9, 10, 11	6/10
Brandner e Warmington, 2017	2, 4, 9, 10, 11	5/10
Page, Swan e Patterson, 2017	2, 5, 7, 8, 9, 10, 11	7/10
Prill, Schulz e Michel, 2019	1, 2, 3, 5, 7, 8, 10, 11	7/10
Penaililo et al., 2020	2, 4, 8, 9, 10, 11	6/10
Wernbom 2009	2, 4, 8, 9, 10, 11	6/10
Thiebaud et al., 2014	2, 4, 9, 10, 11	5/10
Curty et al., 2017	2, 4, 9, 10, 11	5/10

O número total de participantes foi de 118 pessoas, das quais 10 eram de sexo feminino e 108 de sexo masculino (a amostra mínima de indivíduos foi de 9 elementos e a máxima de 21) com média aritmética de 15 elementos por estudos e com idades compreendidas entre os 18 e 39 anos.

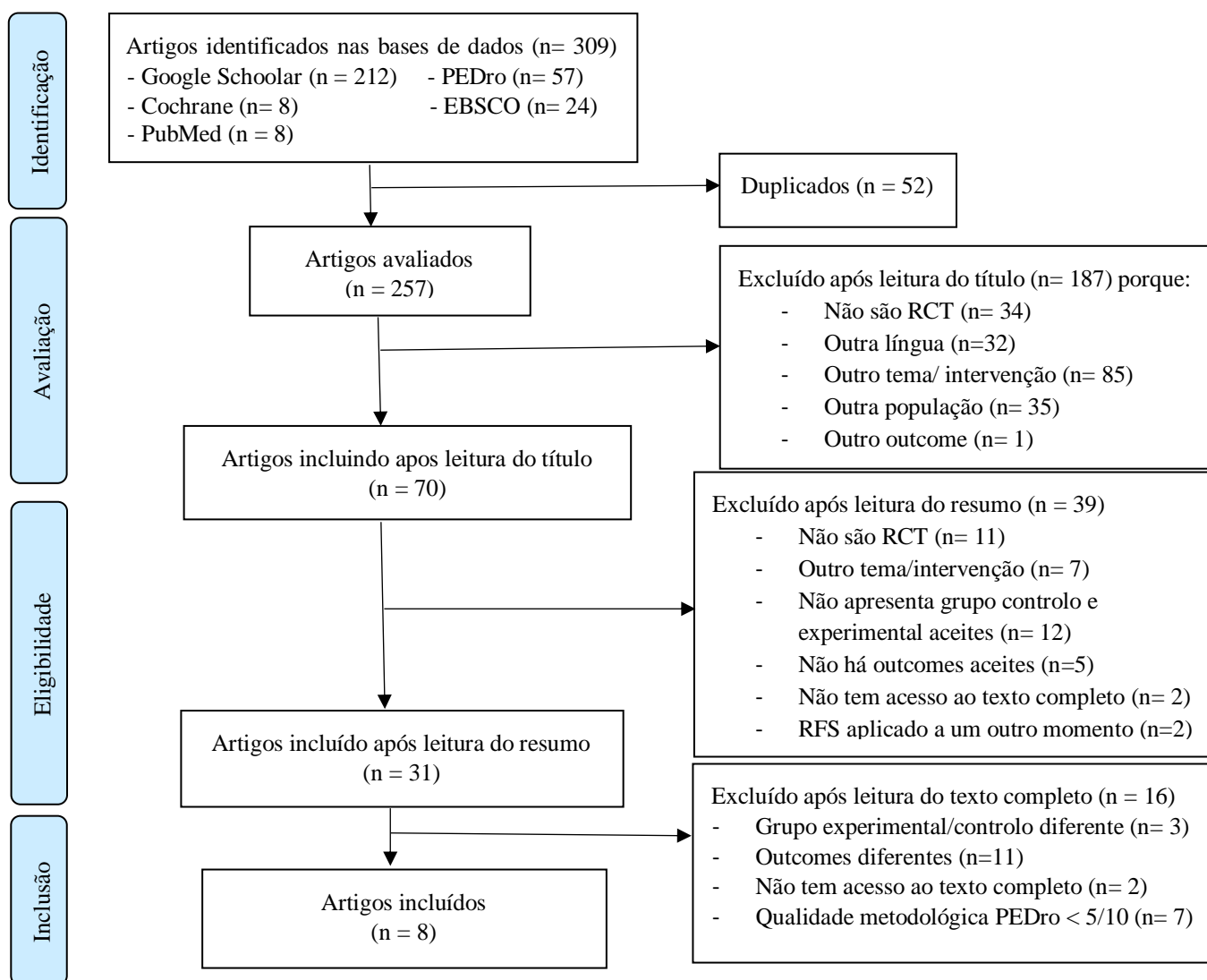


Figura 1 – Fluxograma de pesquisas

Tabela 2 – Tabela de descrição da amostra, objetivos, intervenção, outcomes, resultados e conclusão dos 8 estudos incluídos na revisão sistemática

Aut or	Amostra	Objetivo	Descrição da intervenção	Outcomes	Resultados
Freitas et al., 2017	N=20 H saudáveis e treinados / 20.58 ± 2.39 anos. Cada um realiza os 4 protocolos - G1 : Exercício sem RFS (controlo) - G2 : Exercício com 50% RFS - G3 : Exercício com 75% RFS - G4 : Exercício com 100% RFS	Investigar se o exercício combinado a RFS com diferentes pressões causa stress oxidativo e danos ao músculo	<u>Protocolo de exercício (G1-4)</u> Extensão unilateral do joelho a 20% de 1 RM, 4 x 10 reps (1,5 s cada fase concêntrica e excêntrica) 30 s de repouso <u>Protocolo RFS (G2-4)</u> : cuff posicionada na porção inguinal do membro e inflado antes do início da primeira serie até o fim da 4ª serie. A pressão de acordo com % da AOP total.	-Dor (EVA) -CMV (dinamómetro) -Níveis de CK e LDH (amostras) Avaliados ao repouso e 1, 24 e 48 h pós-exercício	Em todos os grupos, observa-se um aumento ($p=0.08$) da CMV 24h pós-exercício comparando com 1h pós-exercício assim como um nível de LDH menor ($p<0.01$) 24 h pós exercício do que 48h pós exercício. Contudo não há diferença significativa entre os grupos ao nível da dor, CMV e nos níveis de CK e LDH a 1, 24 ou 48h pós-exercício. →A RFS combinado ao exercício não tem efeitos na SRDM.
Brandner e Warmington, 2017	N=17 H saudáveis não treinados/ 23 ± 3 anos. Cada um realiza os 4 protocolos diferentes G1 : HL (80% 1 RM) sem RFS G2 : LL (20% 1 RM) sem RFS G3 : BFR-C: LL com RFS (20% 1 RM) G4 : BFR-I: LL com RFS (20% 1 RM)	Determinar e comparar as respostas percetivas e SRDM ao treino de resistência com HL e LL com e sem RFS.	<u>Protocolo de exercício</u> <i>Biceps curl</i> (2s de contração concêntrica e 2 s excêntrica) G1 : 4 x 6-8 repetições, 2,5 min de repouso G2-4 : 1 x 30 reps e 3 x 15 reps com 30 s de repouso. <u>Protocolo RFS</u> : aplicado na parte mais proximal do braço. Ciclo de pressão: 50mmHg durante 30 s e depois liberado durante 10s adicionando 20 mmHg a cada inflação até atingir 80% da PSS de repouso (G3) e 130%/ 0% no tempo de repouso (G4).	- Dor (EVA) apos palpação e movimento Medidas Baseline, 24, 48, 72, 96 e 120 h pós exercício	<u>DOR</u> - ↑ dor ($p\leq 0,05$) no G3 (24 e 48h pós ($p\leq 0,01$)) e no G4 (24, 48 e 72h pós ($p\leq 0,01$)) comparando com baseline. - Dor pós exercício = Dor no baseline nos grupos G1 e G2 ($p\leq 0,05$) - ↑ dor G3 e G4 > G1 ($p\leq 0,01$) e G3 e G4 > G2 ($p\leq 0,05$) 24 e 48h pós-exercício - ↑ dor G4 ($p\leq 0,01$) > G1 e G2 ($p\leq 0,05$) aos 72h pós exercício →A RFS combinado ao exercício provoca maior SRDM. A BFR-I provoca mais SRDM com maior tempo de recuperação do que BFR-C.

Page, Swan e Patterson, 2017	<p>N=16 H saudáveis e fisicamente ativos/ 22.6 ± 2.8 anos GE com RFS apos o exercício (220 mmHg) N=8 GC com RFS apos o exercício (20 mmHg) N=8</p>	<p>Avaliar a eficácia da RFS no aumento da recuperação de dano muscular induzido por exercício</p>	<p><u>Protocolo de exercício:</u> 100 <i>drop-jumps</i> de uma caixa de 0,6 m 5 x 20 reps, 2 min de repouso</p> <p><u>Protocolo RFS:</u> aplicado após o exercício 3 x 5 min oclusão/ 5 min reperusão. bilateralmente na porção proximal da perna 220mmHg (GE) 20mmHg (GC)</p>	<p>- CMV (miómetro) - Níveis de CK (amostras) - CIR - DOR (EVA) Avaliados antes e 24, 48 e 72h pós exercício</p>	<p>A diminuição da CMV é significativamente maior no GC do que GE a 24, 48 e 72h pós exercício ($p < 0,05$), os níveis de CK são menores ($p < 0,05$) no GE do que GC a 24 e 48h pós exercício. Para a dor apesar de ter um pico de SRDM aos 24h pós exercício para GC e GE ($p < 0,05$), a dor é menor no GE do que GC a 24, 48 e 72h pós exercício ($p < 0,05$). Não houve diferença significativa na CIR entre os grupos.</p> <p>→ A técnica de RFS aplicado apos o exercício diminui a SRDM.</p>
Prill, Schulz e Michel, 2019	<p>N=15 (7M e 8 H) saudáveis, treinados/ 21,9 anos (± 2,3) <u>1º dia</u> braço D/ND recebe RFS e outro braço serve de GC. <u>2º dia</u> braço que recebeu RFS 7 dias atras é GC, e o outro recebe a RFS</p>	<p>Avaliar se a aplicação técnica de TF apos o exercício pode reduzir SRDM</p>	<p><u>Protocolo de treino:</u> Diferentes exercícios para o bicipede 3 x 5-8 repetições até falha, 1 min de repouso</p> <p><u>Protocolo de RFS:</u> TF aplicado 15 min pós-treino em torno do braço (a 50 e 75% do alongamento máximo) durante 3 min combinado a movimentos do cotovelo (flexão/extensão) e do ombro (RI com pronação AB/RE).</p>	<p>Dor (EVA) (logo apos TF, 24h e 48h pós-exercício)</p>	<p>62% dos participantes apresenta SRDM menor com TF do que sem a 24h ($p = 0,036$) e 48h ($p = 0,035$) pós exercício.</p> <p>→ A técnica de TF aplicado após o exercício permite ter menor SRDM.</p>
Penailillo et al., 2020	<p>N=21 H saudáveis e ativos / 24.0 ± 3.2 anos</p> <p>GC sem RFS N=10 GE com RFS N=10</p>	<p>Comparar os efeitos de uma sessão de ciclismo excêntrico com e sem RFS ao nível das mudanças na demanda cardio-metabólica e nos marcadores indiretos de danos musculares</p>	<p><u>Protocolo de exercício:</u> Aquecimento (30-60 rpm a cerca de 50 W) durante 5 min no ergómetro excêntrico seguido de um treino de 30 min sempre a 60 rpm (os participantes devem resistir ao movimento para manter % do Power output máxima.</p> <p><u>Protocolo de RFS:</u> Aplicado à porção mais proximal de cada coxa com uma pressão de ≈60% da oclusão arterial (estimado a partir da circunferência da coxa). A pressão média usada foi de 192 ± 24 mmHg.</p>	<p>- CMV (force plate) - CK (amostras) antes e apos 48h - Dor (EVA) - PPT (algometro) - ADM (<i>AKE</i> e <i>Naclash test</i>) Medidos antes, logo depois, e 24, 48, 72 e 96 h pós-exercício</p>	<p>- Redução da CMV ($p < .001$) no GC (24h e 48h pós) e no GE (24h, 48h e 72h pós) comparando com baseline - ↑CK aos 48 h para GC e GE ($p < 0.05$) comparando com baseline. - ↑ dor no GC e GE a 24 e 72h após exercício ($p < .001$). ↑ dor do GE de 60% maior comparado com GC ($p < .01$) - ↓ PPT logo apos o exercício até 48h (RF) e até 96h (VL e VM) no GE e GC ($p < .001$) - <i>AKE TEST</i>: ↓ADM ($p < .001$) entre logo após até 24 h após exercício no GC ($p < .05$) e até 48h pós-exercício no GE ($p < .05$) - <i>Naclash test</i>: ↓ADM ($p < .001$) no GC e GE) entre 24 e 48h após exercício ($p < .05$)</p> <p>→ Há uma redução da CMV, PPT e ADM e um aumento da CK e da dor nos dois grupos, contudo nota-se um aumento maior da dor no GE do que no GC e um tempo de recuperação de ADM maior no GE do que GC. Assim a técnica de RFS combinado ao exercício induz maior SRDM.</p>

Wernbom, 2009	<p>N=11 (8 H e 3 M) treinados/ entre 20-39 anos. Cada individuo tem uma perna controlo: treino sem RFS (GC) e a outro experimental treino com RFS (GE)</p>	<p>Investigar as diferenças de atividade e endurencia muscular no exercício com/sem RFS.</p>	<p><u>Protocolo de exercício:</u> Extensão do joelho unilateral 30% do 1RM do 3 x n° de reps máximo (até falha), 45 s de repouso (1,5 s para fase excêntrica e concêntrica). <u>Protocolo RFS:</u> aplicado a uma pressão de 100 mmHg antes do exercício até o fim</p>	<p>- Dor (EVA) Avaliados 24, 48 e 72 h pós-exercício</p>	<p>Diferença ($p < 0,05$) ao nível da dor: GE < GC a 24, 48 e 72 h pós exercício ➔ A dor é significativamente menor no GE do que no GC. A RFS combinado ao exercício permite ter menos SRDM.</p>
Thiebaud et al., 2014	<p>N=9 H ativos, mas não treinados/ entre 18-26 anos. Grupo RFS num braço Grupo controlo sem RFS no outro braço</p>	<p>Avaliar os efeitos de RFS nos marcadores indiretos de SRDM</p>	<p><u>Protocolo de exercício:</u> Apenas contração excêntrica só (2 s) dos flexores do cotovelo a 30% de 1RM, 4 x 30/15/15/15 reps, 30 s de repouso. 30 min de repouso entre os dois grupos. <u>Protocolo RFS:</u> Com pressão inicial de 35 mmHg aumentada gradualmente para uma pressão final de 120 mmHg</p>	<p>- CMV (dinamómetro) - ADM - CIR - Dor (EVA) Medidos antes, logo apos e 1, 2, 3, e 4 dias apos exercício</p>	<p>Diferenças NS encontradas entre os grupos na CMV, ADM, CIR ou dor. ↓ CMV de 7% imediatamente apos o exercício, mas depois volta ao baseline nas 24h após exercício. ➔ A técnica de RFS combinado ao exercício não tem efeitos na SRDM.</p>
Curty et al., 2017	<p>N= 9 H saudáveis ativos (26 anos ± 1 anos) GC (sem RFS) num membro GE (com RFS) no outro</p>	<p>Avaliar o efeito agudo do exercício excêntrico com RFS nos marcadores de SRDM</p>	<p><u>Protocolo de exercício:</u> Extensão do cotovelo unilateral (apenas fase excêntrica), 3 x 10 reps a 130% do 1RM, 1 min de repouso. 30 min entre os 2 grupos. <u>Protocolo RFS:</u> pressão de ≈80% para ter RFS completa em condição de repouso. A pressão de cerca de 121±7 mmHg no braço dominante e de 122±4 mmHg no braço não dominante.</p>	<p>- ADM - CIR - Dor (EVA) Medidos antes, logo apos, e 24 e 48 h pós-exercício.</p>	<p><u>CIR</u> Diferença NS entre os grupos ↑ apenas do GC comparado com baseline logo após exercício ($p < 0,05$) <u>Dor</u> Diferença NS entre os grupos. Contudo observa-se ↓ SRDM no GE aos 48h pós exercício comparado com logo apos o exercício ($p < 0,05$) <u>ADM</u> ↓ADM no GE e no GC. Observa-se que o GE volta a baseline de ADM mais cedo (Pós 24h) do que o GC (apos 48h) ($p < 0,05$) ➔ De forma geral não há diferença significativa entre os grupos, contudo nota-se a recuperação da ADM ocorre mais cedo ni GE do que no GC. Assim a técnica de RFS poderia ter benefício na prevenção da SRDM.</p>

Legendas: AKE: Active Knee Extension; ADM: amplitude de movimento; AOP: arterial occlusion pressure; BFR-C: blood flow restriction com baixa pressão continua; BFR-I: blood flow restriction com alta pressão intermitente; CIR: circunferência; CMV: contração máxima voluntaria; D: dominante; ND: não dominante; EVA: escala visual/verbal analógica; G: grupo; GC: grupo controlo; GE: grupo experimental; H: homens; HL: high-load; LL: light-load; M: mulheres; N: amostra; NS: não significativo, PPT: pain pressure threshold; PSS: pressão sanguínea sistólica;; S: significativo; RF: reto femoral; VL: vasto lateral; VM: vasto medial.

Discussão

O objetivo deste trabalho foi resumir a evidência disponível acerca dos efeitos da técnica de restrição de fluxo sanguíneos ao nível da prevenção da sensação retardada de desconforto muscular, em pacientes adultos saudáveis, treinados e não treinados. Como já foi explicada, a SRDM pode ocorrer após exercícios exaustivos e/ou não habituais, particularmente em atividades envolvendo contrações musculares excêntricas que resultam em dor, inflamação e edema. É uma área de estudo complexa, uma vez que há uma série de fatores como sexo, idade, nutrição, nível de condicionamento físico, genética e familiaridade com a tarefa de exercícios, que influenciam a magnitude da diminuição do desempenho e o tempo de recuperação após o exercício (Markus et al., 2020). Além disso, uma variedade de fatores externos, como o tipo de contração, duração e intensidade do exercício podem igualmente influenciar a magnitude da resposta inflamatória e libertação de proteínas musculares na circulação após danos musculares causada pelo exercício (Peake, Neubauer, Della Gatta e Nosaka, 2017). A SRDM pode ser avaliada indiretamente usando vários métodos, incluindo marcadores sanguíneos (Baird et al. 2012), escalas de dor (Hjermstad et al., 2011), medidas de ADM ou ainda com a função e força muscular (Contração máxima voluntária ou CMV) (Clarkson and Hubal 2002).

Brandner e Warmington (2017) e Penaililo et al. (2020), mostraram um aumento significativo dos diferentes parâmetros da SRDM nos seus grupos experimentais com aplicação da RFS comparando com grupo controle. Uma vez que os resultados do estudo *cross-over* de Brandner e Warmington (2017), sugerem que o exercício de resistência com RFS nos flexores do cotovelo, quer com carga pesada (80% de 1RM) quer com carga ligeira (20% de 1RM), resulta em maiores respostas de SRDM do que os mesmos exercícios sem RFS. Também se observa que a SRDM induzida é maior quando a RFS é aplicada com alta pressão intermitente do que com baixa pressão contínua, sugerindo que elevadas pressões restritivas sobre o tecido muscular pode promover aparecimento de SRDM. Contudo, o estudo de Penaililo et al. (2020), com recurso ao cicloergómetro excêntrico a 60 rpm combinado ou não ao RFS, não mostrou diferenças significativas no nível do limiar de dor à pressão entre os dois grupos, mas houve uma recuperação mais tardia no limiar inicial de dor a pressão no GE do que no GC, demonstrando uma tendência à indução de maior SRDM no exercício sob RFS. Também observaram uma recuperação mais lenta dos níveis iniciais de força avaliada (CMV) e do nível inicial de dor muscular após o exercício no grupo de exercício excêntrico combinado com RFS do que sem RFS.

Nestes dois estudos que apoiam o efeito pro-inflamatório da técnica de RFS, a pressão aplicada foi sempre adaptada a cada um dos participantes, permitindo assim alcançar níveis de precisão maiores quer no protocolo quer nos resultados finais dos estudos. No estudo de Brandner e Warmington (2017), a pressão foi definida de 80 a 130% da PSS (ou seja, uma pressão de 93 ± 2 mmHg a 152 ± 3 mmHg) e Penaililo et al. (2020) definiu uma pressão de aproximadamente 60% da oclusão arterial (ou seja, em média 192 ± 24 mmHg), estimado a partir da circunferência da coxa de cada participante. Apesar de ter protocolos, tipos de exercícios e pressões de RFS diferentes, os resultados desses estudos mostram que o exercício excêntrico com RFS induz efeitos adicionais de stress mecânico e metabólico que induzem maiores níveis de inflamação e aumentam assim a produção de espécies reativas de oxigênio durante o exercício (Close et al., 2005), com indução de níveis superiores de SRDM e de tempos de recuperação.

Além disso, apesar da técnica de RFS promover mais SRDM, foi mostrado que os seus efeitos adicionais de stress mecânico e metabólico podem apresentar vantagens, uma vez que eles constituam os primeiros fatores responsáveis da hipertrofia muscular. Nomeadamente através da demonstração de que a técnica de RFS promove ganho de força e massa muscular (Dankel et al., 2017).

Contudo Wernbom (2009), Page, Swan e Patterson (2017) e Prill, Schulz e Michel (2019), encontraram resultados significativos entre os grupos experimental e controlo mostrando uma diminuição da SRDM graças à aplicação da técnica de RFS, nomeadamente ao nível dos parâmetros avaliados: dor (nos três estudos) e também da força muscular e níveis de CK (Page, Swan e Patterson, 2017). Os efeitos de diminuição da SRDM sugerem uma redução da resposta inflamatória (ao diminuir o influxo de mediadores inflamatórios) permitida pela RFS, levando assim à redução do edema muscular e da pressão intramuscular, o que diminui a sensibilidade e estimulação dos nociceptores, potencialmente reduzindo as sensações de dor, rigidez e mialgias (Markus et al., 2020). Apesar de ter conclusões semelhantes, estes 3 estudos apresentam algumas diferenças, nomeadamente ao nível do momento de realização da técnica. Prill, Schulz e Michel (2019) e Page, Swan e Patterson (2017), induziram RFS após o exercício com RFS/TF, denominado processo de pós-condicionamento isquémico, e não durante o exercício como no estudo de Wernbom (2009). Registam-se igualmente diferenças ao nível dos protocolos de exercícios: 100 drops-jumps (Page, Swan e Patterson, 2017), diferentes exercícios para os bíceps até falha (Prill, Schulz e Michel, 2019) ou ainda extensão unilateral do joelho a 30% de 1RM até falha (Wernbom, 2009). Todos os estudos com resultados anti-

inflamatórios utilizaram diferentes pressões de RFS: de 100 mmHg (Wernbom, 2009), alongamento da banda elástica de 50 a 75% do alongamento máxima (Prill, Schulz e Michel, 2019) e 220 mmHg (Page, Swan e Patterson, 2017) que já são pré-definidas, ou seja, não são escolhidas especificamente para os participantes.

Além disso, Curty et al. (2017), também mostrou que a técnica de RFS combinada ao exercício pode ter efeitos preventivos na SRDM com recuperação mais rápida com uso de RFS do que sem. Neste estudo, os participantes tinham um membro pertencendo ao grupo experimental e o membro contralateral pertencendo ao grupo controle (30 min entre os dois grupos), o exercício consistiu em 3 séries de 10 extensões excêntricas unilaterais do cotovelo, a 130% de 1 RM, com 1 min de repouso entre cada série. A aplicação da RFS foi feita a cerca de 80% da oclusão arterial. Não houve resultados com diferenças significativas entre os dois grupos quer ao nível do edema, quer da amplitude de movimento. Contudo, para a amplitude de movimento, observa-se que o grupo experimental volta à amplitude de movimento inicial mais cedo (após 24h) do que o grupo controle (pós 48h). Também foi encontrado diferença significativa no grupo experimental ao nível da variável dor (avaliada através da EVA), pois aos 48h apresenta menos SRDM do que logo após o exercício.

Todavia, foram também encontrados estudos que não suportam nem o efeito anti-inflamatório nem o efeito pro-inflamatório da técnica de RFS (Freitas et al., 2017; Thiebaud et al., 2014). No estudo de Freitas et al. (2017), os participantes realizaram 4 protocolos de treino iguais (4 series de 10 repetições de extensão unilateral do joelho com 30 s de repouso) cada semana com pressões de RFS diferentes, mas especifica para cada um dos participantes: sem RFS, 50% da AOP total ($66,58 \pm 9,72$ mmHg), 75% ($99,25 \pm 14,95$ mmHg) e 100% ($129,50 \pm 18,73$). No referido estudo a força isométrica máxima foi medida nos momentos 1h, 24h e 48h pós-exercício e não houve diminuição dos níveis de força isométrica em nenhum momento, independentemente da pressão aplicada. Além disso, não houve aumento de SRDM para qualquer uma das condições de exercício neste estudo. Os níveis de CK e LDH também foram medidos como biomarcadores indiretos de dano muscular. Clarkson e Hubal (2002) afirmaram que os níveis de CK devem aumentar mais de 100% após o exercício de resistência em comparação com seus níveis basais e que permanecem elevados por vários dias após o exercício de resistência. No entanto, não foram observados aumentos significativos dos valores basais nos níveis de CK e LDH ao longo do tempo para qualquer uma das condições testadas. Embora os níveis de LDH tenham aumentado significativamente para todas as condições 48 h pós-exercício em comparação com 24 h pós-exercício, essa diferença é provavelmente devido às

variações diárias normais nos níveis sanguíneos de LDH após a realização de um exercício. Este fato é corroborado pela ausência de diferença significativa entre as condições testadas nos vários momentos após o exercício. Além disso, é importante salientar que os autores delinearão o estudo de forma a que o grupo experimental completasse as repetições até a falência muscular enquanto o grupo controle só completasse o mesmo número de repetições que o grupo experimental sem atingir a falha muscular, uma vez que não foram obstruídas, constituindo-se como um viés de estudo.

Também no estudo de Thiebaud et al. (2014), os participantes tinham todos um membro superior controle (sem RFS) e outro experimental (com RFS) (30 min de intervalos entre os dois grupos) e realizaram um exercício de contração excêntrica do bicípite a 30 % de 1 RM, 4 séries de 30/15/15/15 repetições com 30 s de repouso. A aplicação da técnica foi feita durante todo o exercício, com uma pressão pré-definida de 35 mmHg inicialmente, até atingir de forma gradual uma pressão final de 120 mmHg. Neste estudo nenhuma diferença significativa foi encontrada nos diferentes parâmetros avaliados, apenas foi mostrado uma diminuição da força de 7% logo após o exercício. Assim, apesar de ter protocolos de exercício e de RFS muito diferentes não encontraram resultados significativos de diferenças entre os grupos experimentais e os grupos controles em nenhuns dos parâmetros avaliados: ou seja, a dor, níveis de CK e/ou LDH, força muscular, ADM e edema. Assim ambos concluíram que o exercício combinado a RFS nem promove nem diminui os danos musculares e conseqüentemente a SRDM.

Loenneke, Thiebaud e Abe (2014), que examinaram os mecanismos dos danos musculares conseqüente à RFS e avaliaram de forma crítica a literatura disponível acerca da aplicação de RFS, não apoiam a hipótese de que a aplicação do RFS em combinação com exercícios de baixa intensidade aumente a incidência de dano muscular. Em vez disso, a literatura atual sugere que o mínimo ou nenhum dano muscular ocorre com esse tipo de exercício. Não tendo sido observado nenhum decréscimo prolongado na função muscular, edema muscular prolongado, ou classificações de dor muscular dissimilares a um controle submáximo de baixa carga e nenhuma elevação nos biomarcadores sanguíneos de dano muscular.

De uma forma geral os estudos incluídos na presente revisão apresentavam um tamanho amostral reduzido, constituído maioritariamente por homens, com protocolos distintos, quer de treino quer da aplicação da RFS. Apresentavam uma pontuação média de qualidade metodológica na escala de PEDro moderada, sendo frequente a ausência de cegueira dos avaliadores e participantes.

A presente revisão sistemática apresentou como principal limitação a restrição nos idiomas aceitos para revisão que limitam a abrangência dos resultados

Conclusão

A análise dos resultados da presente revisão da literatura sugere que o efeito da restrição do fluxo sanguíneo na SRDM não é consensual, sendo ainda um tema controverso na literatura científica, uma vez que alguns estudos apoiam efeitos pro-inflamatórios da técnica, enquanto outros estudos apoiam o efeito anti-inflamatório. Essas diferenças podem ser devidas às dissemelhanças entre os protocolos de exercícios e intervenção. Neste sentido, ainda são necessários mais estudos de boa base metodológica, em amostras maiores, de forma a estabelecer protocolos e parâmetros de exercício e de intervenção, assim como confirmar a eficácia da RFS na prevenção de SRDM.

Bibliografia

- Álvarez, C.B., Santamaría, P., Fernández-Matías, R., Pecos- Martín, D., Achalandabaso, A., Fernández-Carnero, S., Martínez-Amat, A., Gallego-Izquierdo, T. (2020). Comparison of Blood Flow Restriction Training versus Non-Occlusive Training in Patients with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction or Knee Osteoarthritis: A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine*, 10(1), 68.
- Armstrong, R.B., Warren, G.L. e Warren, J.A. (1991). Mechanisms of exercise-induced muscle fibre injury. *Sports Medicine*, 12, 184-207.
- Baker, B.S., Stannard, M.S., Duren, D.L., Cook, J.L. e Stannard, J.P. (2020). Does Blood Flow Restriction Therapy in Patients Older Than Age 50 Result in Muscle Hypertrophy, Increased Strength, or Greater Physical Function? A Systematic Review. *Clinical Orthopaedics Related Research*, 478(3), 593-606.
- Baird, M. F., Graham, S. M., Baker, J. S., & Bickerstaff, G. F. (2012). Creatine-kinase-and exercise-related muscle damage implications for muscle performance and recovery. *Journal of nutrition and metabolism*, 2012.
- Brandner, C.R. e Warmington, S.A. (2017). Delayed Onset Muscle Soreness and Perceived Exertion After Blood Flow Restriction Exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(11), 3101-3108.
- Cerqueira, M.S., Do Nascimento, J.D.S., Maciel, D.G., Barboza, J.A.M., De Brito Vieira, W.H. (2020). Effects of blood flow restriction without additional exercise on strength reductions and muscular atrophy following immobilization: A systematic review. *Journal of Sport and Healthy Science*, 9(2), 152-159.
- Centner, C.E e Lauber, B. (2020). A Systematic Review and Meta-Analysis on Neural Adaptations Following Blood Flow Restriction Training: What We Know and What We Don't Know. *Frontiers in Physiology*, 11, 887.
- Cheung, K., Hume, P.A. e Maxwell, L. (2003). Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports Medicine*, 33, 145-164.

- Clarkson, P.M., e Hubal, M.J. (2002). Exercise-induced muscle damage in humans. *American journal of physical medicine and rehabilitation*, 81(11), 52-69.
- Close, G. L., Ashton, T., McArdle, A., e MacLaren, D. P. M. (2005). The emerging role of free radicals in delayed onset muscle soreness and contraction-induced muscle injury. *Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology*, 142(3), 257–266
- Coudreuse, J.M., Dupont, P. e Nicol, C. (2004). Douleurs musculaires post-effort. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, 47(6), 290-298.
- Cohen, J. e Cantecorp, K. (2011). Les DOMS : compréhension d'un mécanisme en vue d'un traitement masso-kinésithérapique préventif. *Kinésithérapie: la Revue*, 11(113), 15-20.
- Curty, V.M., Melo, A.B., Caldas, L.C., Guimarães-Ferreira, L., de Sousa, N.F., Vassallo, P.F., Vasquez, E.C. e Barauna, V.G. (2017). Blood flow restriction attenuates eccentric exercise-induced muscle damage without perceptual and cardiovascular overload. *Clinical physiology and functional imaging*, 38(3), 468-476.
- Dankel, S.J., Mattocks, K.T., Jessee, M.B., Buckner, S.L., Mouser, J.G. e Loenneke, J.P. (2017). Do metabolites that are produced during resistance exercise enhance muscle hypertrophy? *European Journal of Applied Physiology*, 117(11), 2125–2135.
- Derek, C., White, R., Reyes, C. E Palmer, D. (2020). A systematic review of the effects of blood flow restriction training on quadriceps muscle atrophy and circumference post ACL reconstruction. *International of Journal Sports of Physical Therapy*, 15(6), 882–891.
- Driller, M.W. e Overmayer, R.G. (2017). The effects of tissue flossing on ankle range of motion and jump performance. *Physical Therapy of Sport*, 25, 20-24.
- Formiga, M.F., Fay, R., Hutchinson, S., Locandro, N., Ceballos, A., Lesh, A., Buscheck, J. Guo, J., Li, L., Gong, Y., Zhu, R., Xu, J., Zou, J., e Chen, X. (2017). Massage alleviates delayed onset muscle soreness after strenuous exercise: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in physiology*, 8, 747.
- Freitas, E.D.S, Bemben, M.G., Silva, A.S., Aniceto, R.R., Ferreira-Junior, J.B. e Cirilo-Sousa, M.S. (2017). Resistance Exercise Performed at Different Degrees of Arterial Occlusion Pressure does not Induce Prolonged Oxidative Stress or Muscle Damage. *International Journal of Sports and Exercise Medecine*, 3(5), 1-9.
- Hill J., Howatson G., van Someren K., Leeder J., Pedlar C. (2014). Compression garments and recovery from exercise-induced muscle damage: a meta-analysis. *British Journal of Sports Medecine*, 48, 1340-1346.
- Hing, W.A., White S.G., Bouaaphone, A. e Lee, P. (2008). Contrast therapy—a systematic review. *Physical Therapy of Sport*, 9, 148–161.
- Hjermstad, M.J., Fayers, P.M., Haugen, D.F., Caraceni, A., Hanks, G.W., Loge, J.H., Fainsinger, R., Aass, N. e Kaasa, S. (2011). Numerical Rating Scales, Verbal Rating Scales, and Visual Analogue Scales for assessment of pain intensity in adults: a systematic literature review. *Journal of Pain Symptom Management*, 41(6), 1073-1093.
- Hotfiel, T., Freiwald, J., Hoppe, M.W., Forst, R., Grim, C., Block, W, Hüttel, M. E Heiss, R. (2018). Advances in Delayed-Onset Muscle Soreness (DOMS): Part I: Pathogenesis and Diagnostics. *Sportverletz Sportschaden*, 32(04), 243-250.
- Kaneda, H., Takahira, N., Tsuda, K., Tozaki, K., Kodu, S., Takahashi, Y., Sasaki, S. e Kenmoku, T. (2020). Effects of tissue flossing and dynamic stretching on harmstring muscles function. *Journal of Sports Science and Medicine*, 19, 681-689.
- Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., & Abe, T. (2014). Does blood flow restriction result in skeletal muscle damage? A critical review of available evidence. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(6), e415-422
- Lombardi, G., Ziemann, E. e Banfi, G. (2017). Whole-body cryotherapy in athletes: from therapy to stimulation. An updated review of the literature. *Frontiers Physiology*, 8, 258.

- Maher, C.G., Sherrington, C., Herbert, R.D., Moseley, A.M. e Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical therapy*, 83(8), 713-721.
- Manini, T.M. e Clark, B.C. (2009). Blood Flow Restricted Exercise and Skeletal Muscle Health. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 37(2), 78-85.
- Markus, I., Constantini, K., Hoffman, J. R., Bartolomei, S., & Gepner, Y. (2021). Exercise-induced muscle damage: mechanism, assessment and nutritional factors to accelerate recovery. *European Journal of Applied Physiology*, 1-24.
- Mueller-Wohlfahrt, H.M., Haensel, L., Mithoefer, K., Ekstrand, J., English, B., McNally, S., Orchard, J., Dijk, N., Kerkhoffs, G.M., Schamasch, P., Blottner, D., Swaerd, L., Goedhart, E. e Ueblacker, P. (2012). Terminology and classification of muscle injuries in sport: The Munich consensus statement. *British Journal of Sports Medicine*, 47(6), 342-350
- Miles, M.P. e Clarkson, P.M. (1994). Exercise-induced muscle pain, soreness, and cramps. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 34(3), 203-216
- Page, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C. e Mulrow, C.D. (2020). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Systematic Reviews* 2021, 10, 89.
- Page, W., Swan, R. e Patterson, S.D. (2017). The effect of intermittent lower limb occlusion on recovery following exercise-induced muscle damage: a randomized controlled trial. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(8), 729-733.
- Peake, J.M., Neubauer, O., Della Gatta, P.A., e Nosaka, K. (2017). Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. *Journal of applied physiology*, 122(3), 559-570.
- Penailillo, L., Santander, M., Zbinden-Foncea, H., Jannas-Vela, S. (2020). Metabolic Demand and Indirect Markers of Muscle Damage After Eccentric Cycling With Blood Flow Restriction. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 91(4), 705-712.
- Pope, Z.K., Willardson, J.M. e Schoenfeld, B.J. (2013). Exercise and Blood Flow Restriction. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(10), 2914-2926.
- Prill, R., Schulz, R. e Michel, S. (2019). Tissue flossing: a new short-term compression therapy for reducing exercise-induced delayed-onset muscle soreness. A randomized, controlled and double-blind pilot crossover trial. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(5), 861-867.
- Schardt, C., Adams, M. B., Owens, T., Keitz, S., e Fontelo, P. (2007). Utilization of the PICO framework to improve searching PubMed for clinical questions. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 7, 16.
- Starrett K. e Cordoza G. (2013). *The Ultimate Guide to Resolving Pain, Preventing Injury, and Optimizing Athletic Performance*, 2nd ed. Las Vegas, Victory Belt Publishing.
- Thiebaud, R.S., Loenneke, J.P., Fahs, C.A., Kim, D., Ye, X., Abe, T., Nosaka, K. e Bemben, M.G. (2014). Muscle damage after low-intensity eccentric contractions with blood flow restriction. *Acta Physiologica Hungarica*, 101(2), 150-157.
- Wernbom, M., Järrebring, R., Andreasson, M.A. e Augustsson, J. (2009). Acute effects of blood flow restriction on muscle activity and endurance during fatiguing dynamic knee extensions at low load. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(8), 2389-2395.