



Universidade Fernando Pessoa
www.ufp.pt

ESCOLA SUPERIOR DE SAÚDE
LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA
PROJECTO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

**Sensação Retardada de Dor Muscular:
Prevenção e Tratamento**

Andreia Margarida Ferreira de Sousa
Estudante de Fisioterapia
Escola Superior de Saúde - UFP
18133@ufp.edu.pt

Mariana Cervaens
Licenciatura
Escola Superior de Saúde - UFP
cervaens@ufp.edu.pt

Porto, Fevereiro de 2011

Resumo

Sensação retardada de dor muscular (SRDM) é uma lesão por esforço muscular que se desenvolve após o exercício excêntrico, mas a eficácia do tratamento de fisioterapia ainda não foi sistematicamente avaliado. Esta revisão sistemática teve como objectivo reunir informação sobre as medidas de prevenção e/ou as medidas terapêuticas sobre os efeitos de SRDM. Após a pesquisa computadorizada em bases de dados electrónica foram incluídos 17 artigos (exercício concêntrico, n=3; alongamento, n=2; massagem, n=2; crioterapia, n=2; AINE's, n=2; electroterapia, n=6). Há uma evidência, no entanto limitada, que a massagem, exercício concêntrico, laser, microcorrentes e TENS são mais eficazes do que qualquer tratamento, ainda que a evidência para a terapia com AINE's era mínima. As evidências não apoiam o uso de alongamento estático, a crioterapia e o uso da terapia interferencial.

Palavras-chave: Sensação Retardada de Dor Muscular, exercício excêntrico, exercício concêntrico, alongamento, flexibilidade, massagem, crioterapia, anti-inflamatórios não esteróides, Estimulação Electrica Neural Transcutanea, Terapia interferencial, microondas.

Abstract

Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS) is a muscle strain injury that develops after eccentric exercise, but the effectiveness of physiotherapy treatment has not been systematically evaluated. This systematic review aimed to collect the measures that may prevent and/or therapeutic measures on the effects of DOMS. After searching computerized into databases electronics included 17 items (exercise concentric, n=3, stretching, n=2; massage, n=2, cryotherapy, n=2; NSAIDs, n=2 and electrotherapy, n=6). There is evidence, even though is limited, that massage and concentric exercise, lazer, microcurrents and TENS are more effective than either treatment, although the evidence for therapy with NSAIDs was minimal. The evidence does not support the use of static stretching, cryotherapy and interferential therapy.

Keywords: Delayed Onset Muscle Soreness, eccentric exercise, concentric exercise, stretching, flexibility, massage, cryotherapy, anti-inflammatory drugs, transcutaneous electrical neural stimulation, therapy interferential, and microwave.

1. Introdução

Sensação retardada de dor muscular (SRDM) deve ser distinguida da dor temporária, que se caracteriza por dor moderada sentida durante os estágios finais do exercício excêntrico e ao qual se atribui a acumulação de resíduos metabólicos como causa principal (Croisier *et al.*, 2003). Em contraste, a dor muscular retardada não está relacionada com a fadiga instantânea mas corresponde a uma dor incómoda que se inicia 8 horas após o exercício, com picos de dor entre as 24-48 horas, diminuindo gradualmente no prazo de 7 dias (Hume *et al.*, 2004; Sayers *et al.*, 2004). SRDM é uma lesão por esforço muscular do tipo I e tem origem em actividades em contracção excêntrica (Cheung *et al.*, 2003; Hume *et al.*, 2004). Estas actividades são caracterizadas por um alongamento simultaneamente à contracção muscular, isto é, quando a carga externa excede a capacidade do músculo resistir activamente à carga exercida sobre ele, o músculo é forçado a alongar e é gerada uma tensão activa, o que levará ao rompimento de ligações entre actina e a miosina antes do relaxamento (Cheung *et al.*, 2003). Poucos são os estudos que têm focado exclusivamente na prevenção da SRDM, direccionando-se muito mais para o tratamento terapêutico dos sintomas associados a esta lesão muscular (Connolly *et al.*, 2003).

Apesar de ainda não existir uma origem devidamente comprovada cientificamente, elas irão ser abordadas neste estudo cujo objectivo é fazer uma revisão sobre as medidas de prevenção e/ou medidas terapêuticas sobre os efeitos de SRDM, sendo de máxima importância ter conhecimento de uma abordagem no sentido de atenuar os efeitos antes ou depois da lesão.

2. Metodologia

Após a pesquisa efectuada nas bases de dados electrónicas (Annual Reviews, Elsevier – Science Direct, SpringerLink, Wiley Online Library, Academic Search complete, Pubmed, Web of Science, Current Contents, ISI Proceedings e RCAAP) a partir do motor de busca *B-on* para identificar publicações desde 1996. Foram incluídos artigos experimentais randomizados desde 2000 que abordassem propostas de intervenção da fisioterapia na SRDM e que atingissem uma pontuação superior a 5 na Escala de PEDro (Quadro 1). Nesta revisão foram incluídos um total de 17 artigos, tendo em conta a intervenção da fisioterapia nesta lesão muscular, 3 avaliaram os efeitos da contracção concêntrica como aquecimento sobre a severidade da SRDM, 2 analisaram o efeito do alongamento estático no alívio da dor muscular na SRDM, 2 investigaram os efeitos da massagem na SRDM, 2 estudaram os efeitos da crioterapia na sintomatologia da SRDM, 2 compararam os efeitos de vários anti-

inflamatórios não esteróides na SRDM e 6 examinaram os efeitos da electroterapia na SRDM.

Quadro 1- Quadro de resultados da Escala de PEDro

	Estudo	Crítérios Presentes	Pontuação
Modelo Humanos	Ingham <i>et al.</i> (2010)	2; 4; 8; 9; 10; 11	6/10
	Gleeson <i>et al.</i> (2003)	4; 8; 9; 10; 11	5/10
	Parr <i>et al.</i> (2009)	2; 4; 5; 8; 9; 10; 11	7/10
	Jayaramen <i>et al.</i> (2004)	2; 3; 4; 8; 9; 10; 11	7/10
	Bonfim <i>et al.</i> (2010)	2; 4; 7; 8; 9; 10; 11	7/10
	Frey Law <i>et al.</i> (2008)	2; 3; 4; 7; 8; 9; 10; 11;	8/10
	Hilbert <i>et al.</i> (2003)	2; 4; 8; 9; 10; 11	6/10
	Howarson <i>et al.</i> (2005)	2; 4; 8; 9; 10; 11	6/10
	Sellwood <i>et al.</i> (2007)	2; 3; 4; 5; 7; 8; 9; 10; 11	9/10
	Rahnama <i>et al.</i> (2005)	2; 4; 8; 9; 10; 11	6/10
	Barlas <i>et al.</i> (2000)	2; 4; 5; 8; 9; 10; 11	7/10
	Curtis <i>et al.</i> (2010)	2; 4; 8; 9; 10; 11	6/10
	So <i>et al.</i> (2007)	2; 4; 8; 9; 10; 11	6/10
	Minder <i>et al.</i> (2002)	2; 3; 4; 8; 9; 10; 11	7/10
Modelo Animal	Sussai <i>et al.</i> (2010)	2; 4; 8; 9; 10; 11	6/10
	Liu <i>et al.</i> (2009)	2; 4; 8; 9; 10; 11	6/10

3. Desenvolvimento

3.1. Teorias para a SRDM

Várias teorias têm sido propostas com o objectivo de explicar tal acontecimento, como a teoria do ácido láctico, espasmo muscular, lesão do tecido conjuntivo, comprimento do sarcómero, inflamação e fluxo enzimático, que irão ser abordadas a seguir.

3.1.1. Acido Láctico

A teoria do ácido láctico baseia-se na suposição de que o ácido láctico continua a ser produzido após o exercício (Cheung *et al.*, 2003). A acumulação de resíduos tóxicos poderá provocar um estímulo nocivo o que levaria a dor numa fase mais tardia (Gulick *et al.*, 1996). No entanto, esta teoria tem sido rejeitada, uma vez que com exercícios concêntricos também há produção de resíduos e, no entanto a sensação de dor não é produzida tão intensamente, além disso, os níveis de ácido láctico retornam aos níveis pré-exercício no prazo de uma hora após o seu termo. Níveis de lactato medidos antes, durante e após o exercício, esporadicamente até às 72 horas não mostram qualquer relação entre os níveis de ácido láctico

e a magnitude da dor (Schwane *cit. in* Cheung *et al.*, 2003). Portanto, o ácido láctico pode contribuir para a dor aguda associada à fadiga logo após exercício intenso, no entanto, não pode ser atribuída à dor tardia, entre as 24-48 horas após o exercício (Carzola *et al.*, 2001).

3.1.2. Espasmo Muscular

A teoria do espasmo muscular foi introduzida após a observação, por alguns estudos, do aumento dos níveis de actividade muscular de repouso após o exercício excêntrico que indicaria um espasmo tónico das unidades motoras (Gulick *et al.*, 1996). Cheung *et al.*, (2003) consideraram que este facto levaria a uma compressão dos vasos sanguíneos locais, isquemia e acumulação de substâncias dolorosas, o que dava início a um ciclo vicioso, estimulando terminações nervosas de dor provocando aumento de espasmo muscular reflexo e prolongar condições de isquemia.

3.1.3. Lesão do Tecido Conjuntivo

A teoria da lesão do tecido conjuntivo tem como base a análise à função do tecido conjuntivo que rodeia os feixes de fibras musculares (Cheung *et al.*, 2003). As fibras musculares do tipo I (contração lenta) apresentam uma estrutura mais resistente do que as do tipo II (contração rápida), estas últimas podem apresentar-se mais susceptíveis à lesão provocada por estiramento ou alongamento excessivo do tecido conjuntivo o que consequentemente levará a uma sintomatologia dolorosa (Cheung *et al.*, 2003). Como base de suporte desta teoria, foram examinadas medidas de hidroxiprolina (HP) e Hidroxilisina (HL) na urina após o exercício (Stauber *cit. in* Cheung *et al.*, 2003). HP e HL são aminoácidos de um componente de colagénio maduro e a sua presença na urina resulta da degradação do colagénio, mas também poderá indicar a sua síntese (Cheung *et al.*, 2003), sendo assim a presença de HP e HL permanecem inconclusivas.

3.1.4. Comprimento do Sarcómero

As acções de trabalho muscular excêntrico terão consequências a nível da componente contráctil do tecido muscular, o sarcómero, sobretudo ao nível da linha Z (Sayers *et al.*, 2004). O alongamento ou mesmo o rompimento total da miofibrilha da linha Z são características da lesão microscópica, além de provocar mais uma perturbação na estrutura do sarcómero (Cheung *et al.*, 2003; Sayers *et al.*, 2004). Este dano é resultado do aumento da tensão causada por uma redução das unidades motoras activas durante acções excêntricas (Cheung *et al.*, 2003). As fibras do tipo II são mais estreitas e mais fracas que as do tipo I e assim estão

mais susceptíveis a rupturas provocadas pelo alongamento excessivo no trabalho excêntrico, assim sendo serão as fibras que mais rapidamente alongam e enfraquecem simultaneamente. Nociceptores da dor situados no tecido muscular conjuntivo e na região das arteríolas, dos capilares e na junção miotendinosa também são estimulados levando à sensação de dor (Cheung *et al.*, 2003). Como base de suporte desta teoria, foram medidas, pós-exercício, enzimas do sangue como a creatina quinase (CK), considerada um indicador confiável da permeabilidade da membrana muscular, que se encontra dentro do músculo-esquelético e cardíaco. O rompimento da linha Z, associado aos danos no sarcómero possibilitará a difusão de enzimas musculares solúveis, como a CK, para o líquido intersticial (Cheung *et al.*, 2003). Em condições normais de repouso, CK plasmática é de aproximadamente 100 UI / L, no entanto, após o exercício excêntrico, os níveis circulantes de CK foram de 40 000 UI / L, indicando um aumento significativo na permeabilidade das membranas das células musculares após rompimento linha Z (Newham *cit. in* Cheung *et al.*, 2003). No entanto, há uma disparidade entre o tempo dos níveis máximos de CK e o pico de dor muscular (até 5 dias).

3.1.5. Inflamação

A teoria da inflamação é baseado na constatação de que os aspectos da resposta inflamatória, ou seja, a formação de edema e infiltração de células inflamatórias, são evidentes após a acção muscular excêntrica repetitivos (Cheung *et al.*, 2003). Forças de alta tracção produzidas durante acções excêntricas provocam perturbações nas proteínas estruturais das fibras musculares, particularmente no enfraquecido linha Z (Hume *et al.*, 2004). Estes danos nas fibras musculares vão desencadear o aumento da permeabilidade de pequenos vasos sanguíneos que levará a uma resposta inflamatória atraindo assim ao local da lesão monócitos (macrófagos), que sintetizam prostaglandinas (PGE₂), que sensibilizam os nociceptores (tipo III e tipo IV terminações nervosas aferentes), e atingem o seu pico em 48 horas (Sayers *et al.*, 2004), e neutrófilos, seguindo-se de um fluxo de fluidos ricos em proteínas, que produz o edema característico de uma lesão (Ahmadi *et al.*, 2008). No entanto, apenas os níveis máximos de edema (medida pelo volume de membros e perímetro) coincidia com o pico de dor muscular, pois o tempo de infiltração de células inflamatórias não coincide (Cheung *et al.*, 2003).

3.1.6. Fluxo Enzimático

A teoria de fluxo de enzimas é baseada na suposição de que o cálcio, que se encontra

normalmente armazenado no retículo sarcoplasmático, se acumula nos músculos feridos após lesão do sarcómero (Gulick *et al.*, 1996). Este facto fará com que haja uma inibição da respiração celular a nível mitocondrial provocando uma quebra na regeneração adenosina trifosfato (ATP), sendo este necessário para o transporte activo de cálcio de volta ao retículo sarcoplasmático, quando o músculo relaxa. A acumulação de cálcio poderá também activar as proteases e fosfolipases, causando mais danos no sarcómero levando a produção de leucotrienos e prostaglandinas. Como consequência da degeneração de proteínas musculares, há um enfraquecimento precoce das linha Z e a estimulação das terminações nervosas da dor ocorre (Cheung *et al.*, 2003).

3.2. Efeitos provocados pela SRDM

Este tipo de lesão apresenta-se com sensibilidade e/ou com rigidez muscular à palpação e/ou movimento, que puderam variar de ligeira rigidez muscular, que rapidamente desaparece durante as actividades diárias, ou então, severa e débil ao ponto de limitar o movimento (Croisier *et al.*, 2003; Humes *et al.*, 2004). Estas condições não afectam apenas pessoas não treinadas, mas também atletas com preparação física, principalmente nos treinos de pré-época, manifestando-se com redução de força máxima, diminuição da amplitude de movimento, aumento da sensibilidade e rigidez muscular como já referido, dor muscular, edema e aumento do número de proteínas musculares no sangue (Sayers *et al.*, 2004). A sensibilidade concentra-se na porção distal do músculo, na região miotendinosa, devido a uma elevada concentração de receptores da dor no tecido conjuntivo nesta zona. Este desconforto intensifica-se nas primeiras 24 horas após o exercício excêntrico, com picos entre as 24 e as 72 horas que desaparecem entre 5 a 7 dias (Hume *et al.*, 2004). O exercício excêntrico tem ainda efeitos negativos sobre a amplitude de movimento e a produção de força, pois verifica-se uma diminuição imediata de força após o exercício excêntrico até cerca 50% (Sayers *et al.*, 2004).

3.3. Intervenção da Fisioterapia na SRDM

Várias intervenções estratégicas da fisioterapia têm sido estudadas com a finalidade de diminuir a sintomatologia dolorosa, descritas nas tabelas a seguir, tais como o exercício concêntrico (Tabela 1), alongamento (Tabela 2), a massagem (Tabela 3), a crioterapia (Tabela 4), AINE's (Tabela 5), Correntes Interferênciais (Tabela 6), Laser (Tabela 7), Microcorrentes (Tabela 8) e TENS (Tabela 9).

Tabela 1 – Efeitos do Exercício Concêntrico na SRDM

Autor/Amostra	Objectivos	Intervenção/Follow-up	Resultados
<p>Ingham <i>et al.</i> (2010) Total (n=10) M/F: 5/5 Idade média: 22 anos Altura média: 1,64 m Massa corporal média: 61,5 kg Grupo I (n=5) Grupo II (n=5)</p>	<p>Investigar o efeito do exercício concêntrico como aquecimento sobre as alterações na força, amplitude de movimento e na dor, induzidos pelo trabalho excêntrico</p>	<p>-Calcularam o RM para cada indivíduo; -Força (miómetro), Amplitude de Movimento - ADM (goniómetro, posição de relaxamento, flexão e extensão) e dor (EVA) avaliadas antes e reavaliadas 1, 2, 3, 4, e 7 dias após o exercício excêntrico; - n=5 aquecimento no braço dominante e n=5 no não dominante (aleatoriamente seleccionados); -42 Acções excêntricas dos flexores do cotovelo em ambos os braços de cada indivíduo; -1ª Sessão Aquecimento; 2ª Sessão exercício excêntrico; -Grupo I: aquecimento (4x10 a 40%, exercícios concêntrico) + exercício excêntrico; Grupo II: exercício excêntrico (1x15 a 80%; 1x12 a 90%, 1x9 a 100% e 1x6 a 110%)</p>	<p>Após o exercício excêntrico: -A redução da força foi menor no GI do que no GII (p<0,001); -A redução da amplitude de movimento foi menor no GI do que no GII (p<0,001); - A dor foi menor no GI do que no GII (p<0,001).</p>
<p>Gleeson <i>et al.</i> (2003) Total (n=8) M/F: 4/4 Idade média: 20,8 anos Altura média: 1,72 m Massa corporal média: 68,9 kg Grupo I (n=4) Grupo II (n=4)</p>	<p>Avaliar os efeitos de um treino prévio de exercício concêntrico sobre a severidade da SRDM.</p>	<p>-Calcularam o RM para cada indivíduo; -Força (dinamómetro isocinético), ADM (goniómetro na posição relaxamento), dor (EVA) e perimetria (fita antropométrica) avaliadas antes e reavaliadas 1h, 24h, 48h e 72 horas após o exercício excêntrico. -Aquecimento: braço não dominante; -50 Acções excêntricas dor flexores do cotovelo em ambos os braços de cada indivíduo; -Grupo I: aquecimento (contrações concêntricas) 3x p/ semana, por 4 semanas, 3x10 a 60% na 1 e 2 semana, 3x12 a 70% na 3 e 4 semana e pausa de 3 dias antes do exercício excêntrico; -Grupo II: exercício excêntrico 5x10 máxima</p>	<p>Após o exercício excêntrico: -A redução da força foi menor no GI do que no GII (p<0,001); -A redução da amplitude de movimento foi menor no GII do que no GI (p<0,001); -A dor foi menor no GII do que no GI (p<0,05); -Os valores de perimetria do GI foram maiores que os valores basais (p<0,01).</p>
<p>Parr <i>et al.</i> (2009) Total (n=24) M/F: 12/12 Idade média: 21,1 anos Altura média: 1,71 m Massa corporal média: 72,8 kg Grupo I (n=12) Grupo II (n=12)</p>	<p>Comparar as respostas funcionais e sintomáticas (ou seja, a força muscular, ADM, e o ponto de sensibilidade do músculo), após um protocolo exercício excêntrico e depois de um protocolo exercício concêntrico-excêntrico isocinético</p>	<p>-Calcularam o RM para cada indivíduo; - Força (dinamómetro isocinético), amplitude de movimento (goniómetro), ponto de maior sensibilidade (EVA e por um algómetro), avaliadas antes e reavaliadas logo após, 2, 4, 7 e 14 dias. -Escala de Borg foi aplicada após os protocolos; -Ambos os grupos aplicaram o protocolo de exercícios no braço não dominante; Grupo I: (contrações concêntricas e excêntricas) dinamómetro isocinético, 5x10 quase máximas; Grupo II: exercício excêntrico, 3x10 a 140%</p>	<p>-No GI não se verifica diminuição da força máxima isométrica em contrapartida houve redução na força no GII (p<0,01); -A redução de amplitude de movimento verificou-se no GII e não no GI (p<0,01); -No ponto de maior sensibilidade não se verificaram diferenças significativas entre os grupos (p<0,05).</p>

Tabela 2 – Efeitos do Alongamento da SRDM

Autor/Amostra	Objectivo	Intervenção/Follow-up	Resultados
Jayaramen <i>et al.</i> (2004) Total (n=32) M/F: 32/0 Grupo I (n=8) Grupo II (n=8) Grupo III (n=8) Grupo IV (n=8)	Investigar os efeitos da aplicação tópica de calor superficial e alongamento estático sobre a recuperação de lesão muscular induzida pelo exercício excêntrico.	-Força máxima (tensiómetro), a dor (escala linear) e multi-eco de ressonância magnética do quadríceps avaliadas antes e reavaliadas 2, 3, 4, 6, 8 e 15 dias após o exercício excêntrico; -Exercício Excêntrico: média 7-8 x 5-10 a 100%, até á fadiga total; -Grupo I (calor superficial): aplicar 36h após o exercício, durante 2 horas, 41° C; -Grupo II (alongamento estático): aplicar 36h após o exercício, 3x20'', 30'' de descanso; -Grupo III (calor superficial e alongamento estático): 36h após o exercício, 1° calor e 2° alongamento; -Grupo IV (controle – sem tratamento): exercício excêntrico	-RM verificaram um aumento do volume muscular, no final dos 15 dias retomou a valores basais sem diferenças entre os grupos (p<0,05); -Força diminuiu significativamente mas nenhum dos grupos surgiu efeito (p<0,05); -Dor retomou aos valores basais em 6 dias em todos os grupos (p<0,05).
Bonfim <i>et al.</i> (2010) Total (n=20) M/F: Não Definido(ND) Idade: 17 – 30 anos Grupo I (n=10) Grupo II (n=10)	Analisar o efeito do alongamento estático no alívio da dor muscular na SRDM.	- Ambos os grupos realizaram contrações excêntricas repetidas do tríцепte sural para induzir a lesão; -A intensidade da dor (EVA) e o limiar da dor à pressão foram avaliadas antes, e reavaliadas 24 horas, 48 horas e 72 horas após o exercício. -Exercício excêntrico: 5x20 a força foi o próprio peso do indivíduo -Grupo I (controle): exercício excêntrico; -Grupo II (alongamento): exercício excêntrico e alongamento estático 3x30''	-Não se verificou nenhum efeito significativamente positivo na intensidade da dor nem no limiar da dor à pressão (p<.0,05)

Tabela 3 – Efeitos da Massagem na SRDM

Autor/Amostra	Objectivo	Intervenção/Follow-up	Resultados
Frey Law <i>et al.</i> (2008) Total (n=44) M/F: ND Idade média: 23,3 anos Grupo I (n=11) Grupo II (n=17) Grupo III (n=16)	Investigar os efeitos da massagem na redução da percepção da dor e hiperalgesia induzida por exercício excêntrico	-Força máxima (dinamómetro isocinetico), dor (EVA) e o limiar da dor à pressão (algómetro) avaliadas no início e no final de cada sessão; 1ª Sessão: exercício de extensão excêntrica do punho, 3 séries, até á fadiga sem referenciar o número de reptições; 2ª Sessão: tratamento (6 min) -Grupo I: sem massagem; -Grupo II: massagem superficial (effleurage); -Grupo III: massagem profunda (1 min de effleurage, 4 min de petrissage, 1 min effleurage)	-O tratamento não produziu efeitos significativos na redução da força (p<0,001); -O GIII produziu efeitos na redução na dor e reverter a hiperalgesia relativamente ao GI (p<0,001); - O GII por sua vez foi capaz de reverter a hiperalgesia relativamente ao GI (p<0,001).
Hilbert <i>et al.</i> (2003) Total (n=18) M/F: ND Idade média: 20,4 anos Massa corporal média: 72,6 kg Grupo I (n=9) Grupo II (n=9)	Analisar os efeitos fisiológicos da massagem na SRDM	- Força (dinamómetro isocinetico), amplitude de movimento (goniómetro), intensidade da dor (EVA) e níveis de neutrófilos (punção venosa) avaliados antes do exercício. Força avaliada 2, 6, 24 e 48 horas após, a ADM e a dor após 6, 24 e 48 horas e o nível de neutrófilos 6 e 24 horas. -Contrações excêntricas do quadríceps: 6x8 a 100%; -Grupo I: sem massagem; -Grupo II: 5min effleurage, 1min de tapottement, 12min petrissage e 2min effleurage; 20', 2h após o exercício.	-GII revela uma redução na intensidade da dor comparativamente ao GI (p<0,05); -Nas outras medidas não se verificam diferenças significativas (p>0,05).

Tabela 4 – Efeitos da Crioterapia em SRDM

Autor/Amostra	Objectivo	Intervenção/Follow-up	Resultados
Howarson <i>et al.</i> (2005) Total (n=12) M/F: 12/0 Idade média: 24,8 anos Altura média: 1,80 m Massa corporal média: 86,4 kg Grupo I (n=6), Grupo II (n=6)	Avaliar o efeito de repetidas aplicações de massagem com gelo nos efeitos da SRDM	- Dor (EVA), perimetria (fita antropométrica), ADM (goniómetro), força máxima isométrica (dinamómetro isocinético), concentração de criatine kinase (CK) e mioglobina (Mb) avaliadas antes, logo após e 24h, 48h, 72h e 96h. -Exercício excêntrico dos flexores do cotovelo (aleatoriamente seleccionados): 3x10 a força máxima não referida; -Tratamento imediatamente a seguir, 24h e 48h após o exercício; -Grupo I: massagem com gelo directamente na pele, 15 min; -Grupo II: tratamento placebo (aparelho de Ultra-som desligado).	-Tratamento não teve efeito em qualquer parâmetro avaliado (p<0,05); -GII revela menor dor que o GI (p<0,01); -GII revela maior rapidez na recuperação que o GI.
Sellwood <i>et al.</i> (2007) Total (n=40) M/F: 11/29 Idade média: 21,2 anos Altura média: 1,67 m Massa corporal média: 63,5 kg Grupo I (n=20), Grupo II (n=20)	Comparar os efeitos da imersão de água gelada (5° ± 1° C) e água morna (24°C) em sintomas da SRDM após o exercício excêntrico do quadríceps.	- Dor (EVA), sensibilidade (algómetro de pressão), perimetria (fita antropométrica), função (distância máxima obtida em 3 saltos), força máxima isométrica (dinamómetro isocinético) e concentração de CK (recolha de uma amostra de sangue e análise através de um marcador de CK) avaliadas antes, 24 horas, 48 horas e 72 horas após o protocolo; -Exercício excêntrico foi aplicado ao quadríceps não dominante: 5x10 a 120%; -Tratamento ocorreu imediatamente após com 1min dentro de água e 1 min fora, 3x; -Grupo I- imersão água com gelo; -Grupo II- controle (água morna)	-Tratamento não teve efeito sobre a SRDM; -GII revela menor dor que o GI (p<0,001).

Tabela 5 – Efeitos de AINE's na SRDM

Autor/Amostra	Objectivo	Intervenção/Follow-up	Resultados
Rahnama <i>et al.</i> (2005) Total (n=44) M/F: 44/0 Idade média: 24,3 anos Altura média: 1,72 m Massa corporal média: 70,4 kg Grupo I, (n=11), Grupo II (n=11), Grupo III (n=11), Grupo IV (n=11)	Investigar os efeitos fisiológicos da actividade física, com ou sem associação de ibuprofeno na SRDM.	- Percepção da dor (EVA), força máxima, ADM (goniómetro) e actividade plasmática de CK (espectrofotometria) foram avaliadas 1 hora antes, 1h, 24h, 48h após o exercício; - Exercício excêntricas do bicipite do lado não dominante: 7x10 a 80%; -Grupo I: actividade física; -Grupo II: ibuprofeno; -Grupo III: actividade física e ibuprofeno; -Grupo IV: controle -Actividade física: 5min de caminhada e corrida, 10 min alongamento das mãos e cintura escapular, 5 min de contrações concêntricas; -Ibuprofeno: dose total 2.800 mg, tomado a partir de 1h antes e 48h após o exercício	-Em 48h os níveis de CK retomaram aos valores basais nos GI e GIII (p<0,001); -ADM e força diminuíram mais nos GII e GIV do que nos GI e GIII (p<0,001); -No geral o GIII teve melhores resultados que GI,
Barlas <i>et al.</i> (2000) Total (n=60) M/F: 30/30 Idade: 19 - 35 anos Grupo I (n=12), Grupo II (n=12), Grupo III (n=12), Grupo IV (n=12), Grupo V (n=12)	Comparar o efeito analgésico do paracetamol, codeína e da aspirina com dois grupos de controle e placebo depois de um protocolo de indução da SRDM num período de 11 dias.	-Intensidade da dor (EVA), ADM (goniómetro) e o limiar da dor (algómetro de pressão) avaliadas antes, após a administração dos medicamentos. -Exercício excêntricas dos flexores do cotovelo não dominante: 3x repetições e % da força referida; -Grupo I: controle; -Grupo II: placebo; -Grupo III: aspirina (900 mg); -Grupo IV: codeína (60 mg); -Grupo V: paracetamol (100 mg).	-Nenhum dos grupos produziu efeitos analgésicos nos sintomas de SRDM (p<0,001).

Tabela 6- Efeitos de Correntes Interferenciais na SRDM

Autor/Amostra	Objectivo	Intervenção/Follow-up	Resultados
Minder <i>et al.</i> (2002) Total (n=40) M/F: 20/20 Idade média: 26,3 anos Grupo I (n=10) Grupo II (n=10) Grupo III (n=10) Grupo IV (n=10)	Avaliar os efeitos analgésicos da terapia interferencial (IFT), em dor muscular induzida experimentalmente em estudo randomizado.	-Força isométrica (dinamómetro isocinético), ADM (goniómetro), limiar da dor á pressão (algómetro de pressão) e dor (EVA) avaliadas antes e após o tratamento; -Exercícios excêntricos no cotovelo não dominante: séries e repetição e força não referidos no estudo; -Tratamento de 5 dias seguidos de 30 min, bipolar; -Grupo I (IF I): 10-20 Hz, Impulso de 125 µs e freq de 4 kHz -Grupo II (IFI): 80-100 Hz, impulso de 125 µs e freq de 4 kHz -Grupo III (placebo): sem corrente interferencial -Grupo IV (controle): sem tratamento	-O decréscimo de limiar da dor foi verificado em todos os grupos sem diferenças significativas (p<0,05); -Todos os grupos houve aumento da dor, mas em nenhum tratamento se verificou melhorias (p<0,001); -Houve redução da força, mas em nenhum grupo de tratamento se verificou significativas melhorias (p<0,001); -Verificou-se diminuição da ADM mas não se verificou diferenças significativas em nenhum grupo de tratamento (p<0,001).

Tabela 7- Efeitos do Laser na SRDM

Autor/Amostra	Objectivo	Intervenção/Follow-up	Resultados
Sussai <i>et al.</i> (2010) Total (n=20) M/F: 20/0 Peso corporal: 300-350g Grupo I (n=10) Grupo II (n=10)	Investigar os efeitos de laserterapia de baixo nível na diminuição da creatina quinase (CK) e apoptose celular	-Níveis de CK e apoptose celular (recolha de amostra do musculo gastrocnémios) antes, e 2, 24h e 48h após o exercício; -Ratos submetidos a natação de resistência até a fadiga com um peso na cauda de 8% do peso corporal; -Laserterapia logo após, durante 40", output: 100mW, comp. Onda: 600 nm e 133,3 J/cm ² de energia; -Grupo I (controle): exercício -Grupo II: exercício e laserterapia → Subdividido em grupo 24h e 48h após o exercício;	-GII verificou-se diminuição significativa dos níveis de CK e apoptose celular nas 24h e 48h relativamente ao GI (p<0,001).
Liu <i>et al.</i> (2009) Total (n=70) M/F: 0/70 Peso corporal: 180-250g Grupo I (n=14) Grupo II (n=14) Grupo III (n=14) Grupo IV (n=14) Grupo V (n=14)	Investigar os efeitos da radiação a laser de baixo nível em diferentes doses de lesão muscular de ratos após a corrida em declive e fornecer um meio experimental para estudar o tratamento de laserterapia em SRDM humana.	-Exames histológicos (com marcadores de inflamação) e dos níveis de CK avaliados 24h e 48h após o exercício; -Corrida com declive usada para induzir SRDM em gastrocnémios com ciclo de 16m /min até á fadiga; -Laserterapia logo após, 10', comp. onda: 632,8 nm; -Grupo I: controle sedentário; -Grupo II: controle com exercício; -Grupo III: Laser, 12 J/cm ² , output: 12 mW, intensidade: 20 mW; -Grupo IV: Laser, 28 J/cm ² , output: 9 mW, intensidade: 46mW; -Grupo V: Laser, 43 J/cm ² , output: 14 mW, intensidade: 71mW -Grupo com exercício subdivididos em grupo 24h e 48h após exercício.	-No GI e GII verificou-se um aumento significativo dos níveis de CK e inflamação (p<0,05); -GV inibiu significativamente a inflamação muscular e os níveis de CK nas 24h e 48h após o exercício, ao contrário de GIII e GIV que não produziram efeitos significativos (p<0,05).

Tabela 8- Efeitos das Microcorrentes na SRDM

Autor/Amostra	Objetivo	Intervenção/Follow-up	Resultados
Curtis <i>et al.</i> (2010) Total (n=35) M/F: 18/17 Idade média: 32 anos Grupo I (n=sem referência) Grupo II (n=sem referência)	Comparar os efeitos da terapia de frequência específica micro corrente versus placebo no tratamento a dor muscular de início retardado	-Dor (EVA) avaliada no início, 24h, 48h e 72h após o exercício; -Exercício excêntrico do quadríceps: 5x15 a força não referida; -Tratamento de 20 min, intensidade de 200 µA -Grupo I: perna com tratamento -Grupo II: perna controle	-Verificou-se melhoria significativa nos sintomas de dor ao longo das reavaliações no GI (p<0,05)

Tabela 9- Efeitos do TENS na SRDM

Autor/Amostra	Objetivo	Intervenção/Follow-up	Resultados
So <i>et al.</i> (2007) Total (n=17) M/F: 10/7 Idade média:29,9 anos Altura média:1,70 cm Peso médio: 63,2 kg Grupo I (n=sem referência) Grupo II (n=sem referência)	Avaliar o efeito da estimulação elétrica neural transcutânea (TENS) em pontos de acupuntura selecionados para melhorar a taxa de recuperação da força muscular após a extensão excêntrica do joelho.	-Força isométrica máxima, lactato sanguíneo e frequência de potência média para os músculos vasto medial, vasto lateral e reto femoral foram avaliados antes e após o exercício e durante o tratamento nos minutos 5, 10 e 15. -Exercício excêntrico no quadríceps: 2x 50 a força não referenciada; -Tratamento: 15 min de TENS ou pseudo-TENS; -Grupo I: TENS: colocado em 4 pontos de acupuntura; -Grupo II: Pseudo-TENS: colocados 4 pontos distantes de pontos de acupuntura.	-TENS verificou-se recuperação da força isométrica máxima (p<0,001), mas não se mostrou tão eficaz na remoção do lactato e frequência de potência média (p<0,001). -Pseudo-TENS não produziu efeitos significativamente em nenhum dos parâmetros.

4. Discussão

Atualmente, a sequência de acontecimentos permanece hipotética, mas a que será descrita parece a mais possível. Segundo Cheung *et al.* (2003) e Humes *et al.* (2004) o trabalho excêntrico produz forças de alta tensão que perturbariam a actividade das proteínas estruturais das fibras musculares, nomeadamente o enfraquecendo da linha Z, o que seria agravado por uma tensão excessiva do tecido da junção miotendinosa e das fibras musculares circundantes (teoria do lesão do tecido conjuntivo e teoria do comprimento do sarcómero). A acumulação de cálcio nos tecidos musculares inibiria a respiração celular que provocaria danos no sarcómero, conseqüentemente a produção de ATP iria diminuir e a homeostase do cálcio iria estar alterada. Elevadas concentrações de cálcio, activam enzimas proteolíticas que degradam a linha Z (teoria de fluxo enzimático). Posteriormente haveria uma elevação significativa nos neutrófilos circulantes, conseqüentemente componentes intracelulares e marcadores de lesão do tecido conjuntivo e lesão muscular (por exemplo CK) entram no plasma e no interstício, substâncias atrairiam monócitos entre 6-12 horas que por converter-se em macrófagos. Os mastócitos e a produção de histamina são activados. Poucas horas depois, há uma elevação significativa dos neutrófilos circulantes no local da lesão. Macrófagos atingem o maior número até às 48 horas e após a exposição ao ambiente inflamatório produzem prostaglandinas (PGE₂), que estimulam os receptores mecânicos das terminações nervosas do tipo III e IV. A acumulação de histamina, potássio e cininas devido à fagocitose e à necrose celular, além de elevar a pressão no tecido edemaciado e aumentar a temperatura local poderia também activar nociceptores dentro das fibras musculares e na junção miotendinosa (teoria da inflamação).

4.1. Contrações Concêntricas

Dos estudos incluídos nesta revisão, três fazem referência à aplicação de exercícios utilizando contrações concêntricas nos sintomas provocados pela SRDM. Ingham *et al.* (2010) investigaram o efeito do exercício concêntrico como aquecimento sobre as alterações na força ($p < 0,001$), amplitude de movimento ($p < 0,001$) e na dor ($p < 0,001$), induzidos pelo exercício excêntrico nos flexores do cotovelo. Após o exercício, verificou-se que o grupo controle teve uma significativa redução da força e da amplitude de movimento relativamente ao grupo que recebeu aquecimento (exercício concêntrico) e no final dos 7 dias ainda não tinha retomado aos níveis basais; para a dor, o grupo de controlo obteve maior dor que o grupo com aquecimento. Os resultados mostram que o treino prévio de exercícios concêntricos antes de

exercício excêntrico que induz a SRDM é eficaz na protecção das reduções na função muscular, amplitude de movimento e nas dores musculares do dia seguinte, bem como poderia ajudar a atenuar a perda da função muscular no período de recuperação. Gleeson *et al.* (2003) realizaram um estudo muito semelhante ao anterior no qual o objectivo foi avaliar os efeitos de um treino prévio de exercício concêntrico antes de exercícios excêntricos dos flexores do cotovelo. Com o treino concêntrico verificou-se um aumento considerável da força isométrica comparativamente ao braço controle, no entanto, após a aplicação do protocolo de exercício excêntrico houve uma diminuição global da força muscular em ambos os braços, mas esta diminuição foi mais significativa no braço controle ($p < 0,001$). Os valores de perimetria no braço de aquecimento após o exercício excêntrico aumentaram significativamente, não só em relação aos seus valores iniciais mas também, em relação ao braço controle ($p < 0,01$); quanto ao ângulo do braço relaxado, após as 4 semanas de treino verificou-se uma diminuição do ângulo do braço treinado e no final do exercício excêntrico esta diminuição verificou-se em ambos os braços ($p < 0,001$); na avaliação da dor, após o exercício excêntrico, verificou-se sintomatologia dolorosa em ambos os braços, mas mais significativa no braço previamente treinado ($p < 0,05$). Os resultados não coincidem por completo com o estudo anterior, pois apenas se verifica uma melhoria da força máxima em ambos os estudos, esta discrepância entre os estudos pode ser devido à diferença existente nos protocolos. No primeiro estudo, não usaram proporções fixas nos exercícios excêntricos, houve um aumento progressivo da carga, que segundo o autor Ingham *et al.* (2010) minimiza a possibilidade de que o braço de aquecimento seja sujeito a menor carga que o de controle, sugere ainda que através do aquecimento com contracções concêntricas, existe um recrutamento, progressivo e não fatigante de mais unidades motoras e mais ligações actina-miosina, assim ao preparar o músculo com a mesma actividade que se quer fazer a seguir, vai fazer com que este reaja com maior força ao mesmo estímulo que irá ser submetido novamente que, conseqüentemente trará menos danos aos elementos contrácteis. Gleeson *et al.* (2003) utilizou um protocolo de 4 semanas com exercício concêntrico, durante este período haverá uma remodelação no tecido conjuntivo e nas estruturas que envolvem os elementos contrácteis que podem ser responsável pela redução da amplitude de movimento. Isto poderá indicar um encurtamento do músculo que pode estar na origem da diminuição de sarcómero em série o que levará a uma diminuição do comprimento do músculo e conseqüentemente diminuição da força contráctil. Por sua vez, Parr *et al.* (2009) compararam as respostas funcionais e sintomáticas (a força muscular, ADM e o ponto de maior sensibilidade do músculo), após um protocolo exercício excêntrico isotónico e após um

protocolo exercício concêntrico-excêntrico isocinético em indivíduos saudáveis. Os resultados mostram que o grupo de exercício excêntrico obteve valores maiores de dor relativamente ao grupo exercício concêntrico-excêntrico ($p < 0,01$); este último, produziu efeitos significativamente positivos em relação ao ADM, pois verificaram ângulos maiores do que no grupo de exercício excêntricos ($p < 0,01$). Embora o protocolo estabelecido neste estudo não utiliza exercício concêntrico como aquecimento, conseguiu-se perceber que o exercício concêntrico poderá ajudar a atenuar os malefícios provocados por exercício excêntrico. Rahnama *et al.* (2005) corroboram quando ao investigaram os efeitos fisiológicos da actividade física, com ou sem associação de ibuprofeno na SRDM, actividade física esta que incluía contracções concêntricas. Os resultados verificam que, tanto o grupo que apenas realizou actividade física antes do exercícios excêntricos, como o grupo que associou a toma de medicação à actividade física obtiveram efeitos positivos sobre a dor muscular e recuperação da função muscular.

4.2. Alongamento

Dos estudos incluídos nesta revisão, dois fazem referência à utilização de alongamento estático visando atenuar os efeitos da SRDM. Jayaramen *et al.* (2004) investigaram os efeitos da aplicação tópica de calor superficial e alongamento estático sobre a recuperação de lesão muscular induzida pelo exercício excêntrico no quadríceps. Após o exercício excêntrico o volume aumentou significativamente mas, ao fim de 15 dias retomou os valores basais em todos os indivíduos ($p < 0,05$). Houve uma diminuição significativa da força muscular mas nenhum dos tratamentos teve um efeito significativamente positivo ($p < 0,005$); a dor retomou aos valores basais em 6 dias em todos os grupos ($p < 0,05$). Estes resultados mostram que a aplicação terapêutica de calor superficial e alongamento estático após o exercício excêntrico não promoveu a uma recuperação de lesão muscular, além disso, não produziram qualquer efeito no edema, na dor e na força. Bonfim *et al.* (2010) realizaram um estudo para analisar o efeito do alongamento estático no alívio da dor muscular na SRDM, os resultados mostraram que o alongamento estático não produziu um efeito significativo no alívio da dor muscular ($p < 0,05$), resultados que corroboram com os do estudo descrito anteriormente.

Não existe um consenso como executar o alongamento, de forma a garantir sua máxima eficiência. Isso se deve às dúvidas geradas a partir da diversidade de técnicas, número de repetições, frequência, tempo de duração e sobre a intensidade de tensão que deve ser aplicada ao músculo durante o alongamento. Weldon e Hill (2003) após uma pesquisa sistemática relatam resultados inconclusivos e remetem para a necessidade que existe em

ensaios clínicos cuidadosamente controlados que potenciem a identificação de um efeito clinicamente significativo. Acrescentam ainda, que a evidência disponível sugere que os alongamentos pré-exercício podem aumentar o risco de lesões. No entanto, a ciência básica e a evidência clínica prejudicial indicam que o alongamento prolongado no período pós-exercício pode aumentar a capacidade de absorção de energia do músculo, reduzindo assim o risco de lesões. Mais pesquisas são necessárias para esclarecer estes resultados, embora seja indicado um repensar das práticas actuais.

4.3. Massagem

Dois estudos incluídos nesta revisão fazem referência à utilização de massagem sobre os efeitos da SRDM. Frey Law *et al.* (2008) investigaram os efeitos da massagem na redução da percepção da dor e hiperalgesia induzidas por exercício excêntrico do punho, comparando a massagem superficial com a profunda e com um grupo controle. Todos os indivíduos relataram o desenvolvimento de SRDM, verificando-se uma redução da força, dor e hiperalgesia após a sessão de exercícios. Quanto à força, o tratamento não produziu efeitos significativos ($p < 0,001$); a massagem profunda produziu uma redução na dor ($p < 0,001$) em alongamento e reverteu a hiperalgesia comparativamente ao grupo controle ($p < 0,001$); a massagem superficial foi igualmente capaz de reverter a hiperalgesia ($p < 0,001$), como observada na massagem profunda. Estes resultados revelam que a massagem profunda é preferível à superficial na redução dos efeitos da SRDM, mas a massagem superficial também pode contribuir com alguns benefícios, sugerindo-se assim a combinação de ambas. Apresenta-se como limitação a restrição temporária de avaliações a que os indivíduos foram sujeitos, pois apenas antes e depois do tratamento, não podendo assim avaliar os efeitos a longo prazo da massagem, tanto superficial como profunda; também não foi especificado o número de repetições de exercício excêntrico. Hilbert *et al.* (2003) analisaram os efeitos fisiológicos da massagem na SRDM, comparando a massagem, após o exercício excêntrico do quadríceps, com o grupo controle (sem o tratamento). Nos resultados, verificou-se uma redução da força e da ADM após o exercício no entanto, não se verificaram diferenças significativas em nenhum dos grupos ($p > 0,05$). Também não se verificou diferença entre os dois grupos no número de neutrófilos, mas, em contrapartida, o grupo que recebeu tratamento de massagem revela uma redução na intensidade da dor comparativamente ao grupo controle. Estes resultados vêm corroborar os resultados do estudo anterior, no qual a massagem contribui para a redução da intensidade da dor após a indução de SRDM, apesar da amostra pequena que apresentou. Hilbert *et al.* (2004) através de uma revisão sistemática objectivando

a função da massagem na SRDM, verificou que há redução na percepção da dor na grande maioria dos estudos, por eles seleccionados, acrescentando ainda, que o efeito psicológico do toque também pode contribuir para os seus resultados.

4.4. Crioterapia

Dos estudos incluídos nesta revisão, dois fazem referência à aplicação de crioterapia nos sintomas provocados pela SRDM. Howarson *et al.* (2005) avaliaram o efeito de repetidas aplicações de massagem com gelo nos efeitos da SRDM, bem como o efeito desta mesma massagem sobre a função muscular em contracções estáticas ou dinâmicas após o exercício excêntrico dos flexores do cotovelo. O tratamento com aplicações repetidas de massagem com gelo não surtiu qualquer efeito significativo, nem nos marcadores de sangue aos níveis de CK e mioglobina (Mb) ($p > 0,05$), o que significa que este tipo de aplicação de crioterapia não produz efeito na contenção do fluxo de proteínas, em contrapartida embora não muito significativa, o grupo de controle revela uma recuperação mais rápida da dor relativamente ao grupo que sofreu tratamento ($p < 0,01$). Sellwood *et al.* (2007) compararam os efeitos da imersão de água gelada ($5^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$) com o grupo de controle de água morna (24°C) em sintomas da SRDM após o exercício excêntrico do quadríceps. Após o protocolo ambos os grupos apresentaram sintomas de SRDM: dor e sensibilidade e concentração de CK aumentadas e ainda um decréscimo significativo de força máxima isométrica. Após o tratamento, o grupo de intervenção de água com gelo revela um aumento de dor relativamente ao controle ($p < 0,001$) o que coincide com os resultados do estudo anterior. No estudo de revisão Burgess *et al.* (2010) com o objectivo de fornecer uma revisão da literatura actual que examine o uso de crioterapia para aumentar a recuperação e diminuir os efeitos de SRDM, com um total de 13 estudos que utilizaram métodos de aplicação de gelo, como a massagem com gelo e banhos de contraste, obtiveram resultados duvidosos nos efeitos da crioterapia na dor muscular, ADM, na função muscular, nas actividades plasmáticas de creatina kinase (CK) e mioglobina (Mb). Estes resultados corroboram com os dos estudos descritos anteriormente. Desta forma, o aumento de dor verifica-se em todos os estudos, Howarson *et al.* (2005) sugere que, o frio estimula os termorreceptores e nociceptores que são mediadores tanto para o frio como para a dor. Apesar da falta de evidência científica, este tipo de tratamento ainda se mantém muito habitual, principalmente na área desportiva. Estes estudos, geralmente incluem indivíduos destreinados, não incluem atletas na amostra, sendo possível que existissem diferentes resultados. Howarson *et al.* (2005) utilizaram um parâmetro de avaliação para determinar os níveis de Mb, que no estudo de Sellwood *et al.* (2007) não se verifica, uma vez

que a Mb é uma proteína mais pequena que a CK, torna-se mais sensível a diferenças nos seus níveis e por isso será uma boa medida de avaliação.

4.5. Anti-Inflamatórios Não Esteróides (AINE's)

Dos estudos incluídos nesta revisão, dois fazem referência à utilização de anti-inflamatórios não esteróides visando atenuar os efeitos da SRDM. Como foi referido anteriormente, Rahnama *et al.* (2005) investigaram os efeitos fisiológicos da actividade física, com ou sem associação de ibuprofeno na SRDM. Os resultados indicaram um aumento da dor após o protocolo excêntrico atingindo o seu pico às 24 horas, no entanto a dor com registo maior foi no grupo controle. Os valores de CK também aumentaram mas retomaram aos valores basais em 48 horas nos grupos de actividade física e associação ($p < 0,001$). Os valores da amplitude de movimento e da força diminuíram, mas esta redução foi mais significativa nos grupos de controle e ibuprofeno que nos grupos de actividade física e associação ($p < 0,001$). Os resultados entre o grupo de actividade física e de associação foram superiores aos restantes, mas entre estes dois o de associação teve uma distinção positiva. Este estudo veio a consolidar o facto de que a actividade física com contracção concêntrica, como já referido anteriormente, ajuda no alívio da dor muscular e recuperação da função muscular e associado a um AINE consegue potencializar ainda mais esse efeito que, por si só, não mostra produzir efeitos na prevenção nem diminuição dos sintomas da SRDM. Barlas *et al.* (2000) comparou o efeito analgésico do paracetamol, codeína e da aspirina com dois grupos de controle e placebo depois de um protocolo de indução da SRDM num período de 11 dias. Os resultados não mostraram efeitos analgésicos significativos em nenhum dos grupos que utilizou AINE's, resultados que vão ao encontro do estudo de Rahnama *et al.* (2005). Nos estudos de revisão de Lanier (2004) e Stone *et al.* (2004), com objectivos idênticos de, através de uma recolha literária, de identificar a eficácia de anti-inflamatórios não esteróides no tratamento sintomático da SRDM obtiveram, ambos, o mesmo resultado descrito nos estudos anteriores relativamente à ineficácia desta medicação sobre este tipo de lesão muscular. Resta ver se o aumento da dosagem dos analgésicos utilizados nestes estudo teria qualquer efeito significativamente benéfico em qualquer um dos sintomas associados a esta condição, no entanto, a administração deste tipo de medicação requer um cuidado para não haver sobredosagem.

4.6. Electroterapia

Dos estudos incluídos relativos à electroterapia, dois fazem referência à utilização de interferências visando atenuar os efeitos da SRDM. Minder *et al.* (2002) avaliaram os efeitos analgésicos da terapia interferencial (IFT), em dor muscular induzida experimentalmente. Os resultados obtiveram um decréscimo de limiar da dor em todos os grupos sem diferenças significativas ($p < 0,05$), o mesmo se verificou para a dor e para a redução da força e para a amplitude de movimento ($p < 0,001$), sugerindo assim que as correntes interferenciais não produzem qualquer efeito no tratamento da SRDM. Neste estudo, a avaliação foi muito limitada e a exploração da manipulação tanto dos valores dos parâmetros para a corrente, como as medidas de avaliação seriam importantes, o tempo de avaliação foi muito escasso sem conseguir determinar se as correntes interferenciais produziram efeitos a longo prazo. Outra limitação é o facto de o estudo não apresentar o protocolo de exercício excêntrico, não especificando o número de séries e repetições e nem a percentagem de força usada.

Dois dos estudos seleccionados remetem para a analisar os efeitos do laser sobre a SRDM em ratos. Sussai *et al.* (2010) investigaram os efeitos de laserterapia de baixo nível na diminuição da creatina quinase (CK) e apoptose celular. O grupo que recebeu tratamento com laser teve uma redução significativa dos níveis de CK e apoptose celular ao longo das reavaliações relativamente ao grupo controle ($p < 0,05$). Estes resultados também se verificaram no estudo de Liu *et al.* (2009), que investigaram os efeitos da radiação a laser de baixo nível em diferentes doses de lesão muscular após corrida em declive, com a finalidade de fornecer um meio experimental para estudar o tratamento de laserterapia em SRDM humana. O grupo que recebeu laser com maior energia foi o que produziu efeitos significativamente positivos nos níveis de CK e da inflamação ($p < 0,001$). Estes resultados mostram que, além de corroborarem com o estudo anterior no qual o uso de laser contribui para a diminuição do processo inflamatório, ainda se verifica que laser com baixa energia não produz efeitos significativos na SRDM. A intensidade do laser usada nestes artigos, é claramente baixa para ser usada em humanos, por isso é de sugerir que, uma vez que em animais obtiveram resultados positivos, novos estudos devem ser feitos para identificar a intensidade ideal para ser usada em humanos. A ampliação de medidas de avaliação noutros campos além do processo inflamatório também seria pertinente, tendo em consideração todos os efeitos da SRDM.

Um único artigo foi seleccionado para a terapia da SRDM com microcorrentes. Curtis *et al.* (2010) compararam os efeitos da terapia microcorrente versus placebo no tratamento a dor muscular de início retardado. Os resultados revelam que produziu efeitos significativos na diminuição da dor ($p < 0,05$). Com isto, sugere-se uma investigação mais aprofundada sobre

esta corrente e alargar os parâmetros de avaliação, pois apenas a dor está a ser avaliada neste estudo. Outros parâmetros, como a força isométrica máxima, amplitude de movimento, a perimetria e os níveis plasmáticos de CK e de Mb não foram avaliados. A utilização de um grupo controle diferente, pois a perna contralateral foi considerada como controle.

Um artigo seleccionado refere-se aos efeitos do TENS na SRDM. So *et al.* (2007) avaliaram o efeito da estimulação eléctrica neural transcutânea (TENS) em pontos de acupunctura seleccionados para melhorar a taxa de recuperação da força muscular após a extensão excêntrica do joelho. Os resultados mostram que o TENS, que foi colocado nos pontos de acupunctura, produziu efeitos significativos na recuperação da força ($p < 0,001$), no entanto não produziu efeitos na remoção de lactato do sangue nem na frequência de potência média ($p < 0,001$). Mais parâmetros de avaliação deviam ser abordados e explorados neste estudo, e outras variáveis tais como, tamanho do eléctrodo, a energia eléctrica e frequência, de forma da onda, duração do estímulo, assim como as reavaliações deveriam ser mais prolongadas para avaliar se eventualmente teria mais efeitos a longo prazo.

5. Conclusão

Podemos então concluir que não existe uma única teoria que explique o aparecimento da sensação retardada de dor muscular. Alguns pesquisadores afirmam que teorias como a do comprimento do sarcómero e a lesão do tecido conjuntivo, são as que se parecem com a explicação provável no entanto, uma integração de duas ou mais teorias é mais plausível para a explicação para a sensação retardada de dor muscular.

Esta revisão sistemática teve como objectivo avaliar a eficácia de intervenções fisioterapêuticas no tratamento da SDRM. Há algumas evidências, embora limitadas, para o uso da massagem, exercício concêntrico, laser, microcorrentes e TENS, enquanto a utilização de AINE's pode potencializar os efeitos se usada com exercício concêntrico. A utilização do alongamento estático, a crioterapia, a terapia interferencial e não são apoiadas por esta revisão e mudanças na prática clínica deve reflectir isso. Além disso, a heterogeneidade no desenho dos estudos (ou seja, o uso de grupos musculares diferentes, as diferenças nos processos de indução de SRDM, as variações no momento de intervenção bem como a utilização de medidas de resultados diferentes) e metodologias pobres dos ensaios (tamanho da amostra pequena, utilização de uma escala de dor de baixa sensibilidade, insuficiente análise dos resultados, restrição de parâmetros avaliados) são na generalidade as limitações destes estudos.

6. Referências Bibliográficas

- Ahmadi, S.; Sinclair, P. J.; Foroughi, N. e Davis G. M.. (2008) Monitoring muscle oxygenation after eccentric exercise-induced muscle damage using nearinfrared spectroscopy. *Appl. Physiol. Nutr. Metab*, 33, 743–752.
- Barlas, P.; Craig, J. A.; Robinson, J.; Walsh, D. M.; Baxter, G. D. e Allen, J. M. (2000). Managing Delayed-Onset Muscle Soreness: Lack of Effect of Selected Oral Systemic Analgesics. *Phys Med Rehabil*, 81, 966-72.
- Bonfim, A. E. O.; Daniela R. ; Gaffuri J.; Costa, M. M. A.; Portolez, J. L. M. e Bertolini, G. R. F.; (2010). Use of Static Stretching as an Intervient Factor in Delayed Onset Muscle Soreness. *Rev Bras Med Esporte*, Vol. 16, No 5, Set/Out.
- Burgess, T. L. e Lambert, M. I.. (2010). The efficacy of cryotherapy on recovery following exercise-induced muscle damage. *International SportMed Journal*, Vol.11 No.2, pp .258-277.
- Cazorla, G.; Petibois, C.; Bosquet, L. e Leger, L.. (2001). Lactate et exercice: mythes et réalités. *Bioenergetique et activites physiques et sportives*, 54, 063-076.
- Cheung, K.; Hume, P. e Maxwell, L. (2003). Delayed onset muscle soreness: Treatment strategies and performance factors. *Sports Med*, 33, 145-164.
- Connolly, D.; Sayers, S. e McHugh, M. (2003). Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness. *J Strength Cond Res*, 17, 197-208.
- Croisier, J. L.; Camus, G. e Forthomme, B.. (2003). Delayed onset muscle soreness induced by eccentric isokinetic exercise. *Isok Ex Sci*, 11, 21-29.
- Curtis, D.; Fallows, S.; Morris, M. e McMakin, C.. (2010). The efficacy of frequency specific microcurrent therapy on delayed onset muscle soreness. *Journal of Body work & Movement Therapies*, 14, 272-279.
- Frey Law, L. A.; Evans, S.; Knudtson, J.; Nus, S.; Scholl, K. e Sluka, K. A..(2008). Massage Reduces Pain Perception and Hyperalgesia in Experimental Muscle Pain: A Randomized, Controlled Trial. *The Journal of Pain*, Vol 9, No. 8, August, 714-721.
- Fuentes, J.; Armijo-Olivo, S.; Magee, D. J. e Gross, D..(2009) Does amplitude-modulated frequency have a role in the hypoalgesic response of interferential current on pressure pain sensitivity in healthy subjects? A randomised crossover study. *Physiotherapy*, 96 , 22–29.
- Gleeson, N.; Eston, R.; Marginson, M. e McHugh, M.. (2003) Effects of prior concentric training on eccentric exercise induced muscle damage. *Br J Sports Med*, 37, 119–125.
- Gulick, D. T. e Kimura, I. F.. (1996). Delayed onset muscle soreness: What is it and how do we treat it?. *J Sport Rehab*, 5, 234-243.
- Hilbert, J. E.; Sforzo, G. A. e Swensen, T.. (2003). The effects of massage on delayed onset muscle soreness. *Br J Sports Med*, 37, 72-75.
- Hilbert, J. E.; Sforzo, G. A. e Swensen, T. (2004). The role of massage in the treatment of delayed onset muscle soreness: A brief review. *International SportMed Journal*, Vol.5 No.2.
- Howatson, G.; Gaze, D. e Someren, K. A. V.. (2005). The efficacy of ice massage in the treatment of exercise-induced muscle damage. *Scand J Med Sci Sports*, 15, 416–422.

- Hume, P. A.; Cheung, M. K.; Maxwell, L. e Weerapong, P.. (2004). DOMS: An overview of treatment strategies. *International SportMed Journal*, Vol.5 No.2
- Ingham, S. A.; Someren, K. A. V. e Howatson, G.; (2010). Effect of a concentric warm-up exercise on eccentrically induced soreness and loss of function of the elbow flexor muscles. *Journal of Sports Sciences*, 28, November, 1377–1382.
- Jayaraman, R. C.; Reid, R. W. ; Foley, J. M.; Prior, B. M.; Dudley, G. A.; Weingand, K. W. e Meyer, R. A. (2004). MRI evaluation of topical heat and static stretching as therapeutic modalities for the treatment of eccentric exercise-induced muscle damage. *Eur J Appl Physiol*, 93, 30–38.
- Lanier, A. B.. (2004). Treating DOMS in sport with NSAIDs. *International SportMed Journal*, Vol.5 No. 2.
- Liu, X.; Zhou, Y.; Liu, T. C. e Yuan, J.. (2009) Effects of Low-Level Laser Irradiation on Rat Skeletal Muscle Injury after Eccentric Exercise. *Photomedicine and Laser Surgery*, Volume 27, Number 6.
- Minder, P. M.; Noble, J. G.; Alves-Guerreiro, J.; Hill, I. D.; Lowe, A. S.; Walsh, D. M. e Baxter, G. D..(2002) Interferential therapy: lack of effect upon experimentally induced delayed onset muscle soreness. *Clin Physiol & Func Im*, 22, pp. 339–347.
- Parr, J. J.; Yarrow, J. F.; Garbo, C. M. e Borsa, P. A.. (2009). Symptomatic and Functional Responses to Concentric-Eccentric Isokinetic versus Eccentric-Only Isotonic Exercise. *Journal of Athletic Training*, 44, 462–468.
- Rahnama, N.; Rahmani-Nia, F. e Ebrahim, K.. (2005). The isolated and combined effects of selected physical activity and ibuprofen on delayed-onset muscle soreness. *Journal of Sports Sciences*, 23: 8, 843-850.
- Sayers, S. P. e Dannecker, E. A.. (2004). How to prevent delayed onset muscle soreness (DOMS) after eccentric exercise. *International SportMed Journal*, Vol.5 No.2
- Sellwood, K. L.; Brukner, P.; Williams, D.; Nicol, A. e Hinman, R.. (2007). Ice-water immersion and delayed-onset muscle soreness: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med*, 41, 392–397.
- So, R. C. H.; Ng, J. K. e Ng, G. Y. F. (2007) Effect of transcutaneous electrical acupoint stimulation on fatigue recovery of the quadriceps. *Eur J Appl Physiol*, 100, 693-700.
- Stone, M. B.; Palmieri, R. M. e Ingersoll, C. D.. (2004). The role of non-steroidal anti-inflammatory drugs for the treatment of delayed onset muscle soreness in sport. *International SportMed Journal*, Vol.5, No.2.
- Sussai, D. A.; Carvalho, P. T. C.; Dourado, D. M.; Belchior, A. C. G.; Reis, F. A. e Pereira, D. M.. (2010). Low-level laser therapy attenuates creatine kinase levels and apoptosis during forced swimming in rats. *Lasers Med Sci*, 25, 115-120.
- Weldon, S. M. e Hill, R. H. (2003) The efficacy of stretching for prevention of exercise-related injury: a systematic review of the literature. *Manual Therapy*, 8, 141–150.