



EFEITO AGUDO DA CRIOTERAPIA NA MIOPATIA DO EXERCÍCIO.

O EFEITO DA IMERSÃO EM ÁGUA FRIA NOS INDICADORES INDIRECTOS DE LESÃO
INDUZIDO POR EXERCÍCIO EXCÊNTRICO E INABITUAL, NO MÚSCULO QUADRICÍPITE.

Manuel Rui de Resende Franco Fernandes

Orientador:

Mestre Eduardo Teixeira

Gandra, Outubro de 2015



EFEITO AGUDO DA CRIOTERAPIA NA MIOPATIA DO EXERCÍCIO.

O EFEITO DA IMERSÃO EM ÁGUA FRIA NOS INDICADORES INDIRECTOS DE LESÃO INDUZIDO POR EXERCÍCIO EXCÊNTRICO E INABITUAL, NO MÚSCULO QUADRICÍPITE.

Dissertação apresentada no Instituto Universitário de Ciências da Saúde para obtenção do grau de Mestre em Actividade Física e Saúde”

Manuel Rui de Resende Franco Fernandes

Orientador:

Mestre Eduardo Teixeira

Gandra, Outubro de 2015

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho, apesar do seu carácter individual, teria sido impossível sem a colaboração e estímulo de várias pessoas. Dessa forma, gostaria de expressar o meu agradecimento e gratidão a todos aqueles que me permitiram realizar este meu sonho.

Ao Mestre Eduardo Teixeira, pelos ensinamentos, pelo esforço, minúcia, dedicação e, sobretudo, pela educação científica que me deu ao longo deste trabalho.

À professora Joana pelas dicas preciosas e à Dra. Ângela Leite pelas sessões de “treino personalizado” de estatística, cuidado e saber.

À Prof.^a Doutora Graça Guedes, pela simpatia com que sempre me recebeu e pela disponibilidade e prontidão na resolução de todas as minhas solicitações.

À instituição CESPU por todo o apoio e colaboração neste estudo.

A todos aqueles que se sujeitaram a uma investigação quase nunca agradável, mas sempre de forma responsável.

A todos os meus amigos, em especial...

Ao “Mestre” Paulo Rodrigues, sem o qual não teria partido para esta aventura... pelas ajudas pontuais, mas certamente fundamentais.

Ao Rui Eugénio por estar sempre disponível e prestável... nem que isso o deixe “quase sem andar”.

E claro, em lugar de destaque está toda a minha família... que sempre me apoiou incondicionalmente! Sem vocês seria impossível! Em especial...

Ao Zé, obrigado Doutor por toda a ajuda!

À minha mãe, o meu suporte!

À minha Su, por seres a primeira a acreditares!

Sei que hoje não entende isto, mas **a ti filho**... gostava que aprendesses com o pai que a aprendizagem começa quando nascas e nunca mais termina... procura saber sempre mais... espero ser um dia um “Mestre” na tua vida!

A todos os que foram contribuindo para o meu crescimento e sucesso...
este também é vosso!

... a todos o meu sincero MUITO OBRIGADO! A vocês vos dedico...

ÍNDICE GERAL

1. Introdução	1
<hr/>	
2. Revisão Literatura	5
2.1. Miopatia do Exercício	5
2.1.1. Repercussões na morfologia muscular	7
2.1.2. Repercussões bioquímicas	7
2.1.3. Resposta inflamatória	8
2.2. Sensação Retardada de Desconforto Muscular	9
2.3. Repercussões na força muscular	11
2.4. Métodos de recuperação	12
2.4.1. Crioterapia	12
<hr/>	
3. Objectivos e Hipóteses	15
<hr/>	
4. Material e Métodos	17
4.1. Caracterização da amostra	17
4.2. Material e Instrumentos	18
4.3. Metodologia	19
4.3.1. Protocolo de indução de lesão muscular	20
4.3.2. Programa de imersão em água fria	20
4.3.3. Marcadores indirectos de lesão muscular	20
4.4. Procedimentos Estatísticos	21
<hr/>	
5. Apresentação dos Resultados	22
5.1. Perimetria	22
5.2. Força Máxima Isométrica	26
5.3. Sensação Retardada de Desconforto Muscular	29
5.4. Correlação entre as variáveis que caracterizam a amostra	30
5.5. Correlação entre os marcadores indirectos de lesão e as variáveis	
<hr/>	

que caracterizam a amostra	32
5.6. Correlação entre os marcadores indirectos de lesão	33
6. Discussão dos Resultados	35
7. Conclusões	40
Bibliografia	43

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Características dos elementos de cada grupo (média, desvio padrão, mínimo e máximo)	16
Quadro 2 - Média e desvio padrão do perímetro do quadrícipite nos dois grupos e respectiva significância	22
Quadro 3 – Perímetro relativo ($x - M_0$) %	23
Quadro 4 - Comparação do perímetro nos vários momentos com o momento inicial	24
Quadro 5 - Média e desvio padrão da FMI do quadrícipite nos dois grupos e respectiva significância	25
Quadro 6 –FMI relativa ($x - M_0$) %	26
Quadro 7 - Comparação do FMI nos vários momentos com o momento inicial	27
Quadro 8 - Média e desvio padrão da SRDM no quadrícipite nos dois grupos e respectiva significância	28

Quadro 9 – Correlação entre as variáveis que caracterizam a amostra	30
Quadro 10 – Correlação entre as variáveis que caracterizam a amostra e os marcadores indiretos de lesão	31
Quadro 11 - correlação entre o perímetro e os restantes marcadores indiretos de lesão	32
Quadro 12 – Correlação entre a força máxima e a SRDM	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução do perímetro do quadríceps nos dois grupos	22
Figura 2 - Evolução da força máxima isométrica do quadríceps nos dois grupos	24
Figura 3 - Evolução da SRDM do quadríceps nos dois grupos	28
Figura 4 - Evolução das variáveis nos diferentes momentos de avaliação da amostra	29

RESUMO

Apesar do exercício físico ser comumente aceite como um benefício para a saúde, está claramente descrito que quando intenso e/ou inabitual constitui uma agressão para os músculos esqueléticos, pois induz uma série de perturbações morfológicas, bioquímicas e funcionais das quais resultam uma série de sinais e sintomas comumente designados de “miopatia do exercício” (MEx). A MEx é caracterizada pela dor muscular, diminuição da força muscular, edema dos grupos musculares exercitados, diminuição da amplitude articular e elevação sanguínea de algumas proteínas musculares.

O objectivo do nosso estudo foi avaliar de que forma a imersão em água fria (IAF) aplicada imediatamente após a realização de um protocolo de exercício físico excêntrico, poderá influenciar a performance ao nível da força máxima e da sensação retardada de desconforto muscular (SRDM) no músculo quadrícipite.

Um protocolo de indução de lesão muscular foi aplicado a 16 indivíduos distribuídos por dois grupos (grupo de controlo (G1) e grupo experimental (G2)). Foram avaliados, imediatamente após, às 24h, 48h, 72h e às 96h, os marcadores indirectos de lesão: perimetria muscular do quadrícipite, força máxima e desconforto dos músculos extensores do joelho. Os elementos do grupo experimental imediatamente após o protocolo de indução de lesão muscular realizaram uma sessão de imersão em água fria nos músculos dos membros inferiores.

Apesar do protocolo de exercício aplicado ser eficaz a provocar a MEx podemos concluir que a IAF não demonstrou trazer vantagens com valor significativo para a força máxima isométrica (FMI). No entanto, o grupo experimental às 96h apresentou uma FMI igual aos valores iniciais, enquanto o grupo que não realizou a IAF não. Ao nível da SRDM (avaliada por uma escala visual analógica) a IAF parece demonstrar melhorias às 24h e às 96h, tendo o grupo experimental valores menores.

PALAVRAS CHAVE: Miopatia do Exercício | Sensação retardada de desconforto muscular | crioterapia |

ABSTRACT

Although exercise be commonly accepted as a benefit for health, it is clearly described that when intense and/or unusual, constitutes an aggression to the skeletal muscles because it induces a series of morphological, biochemical and functional disturbances that result a series of signs and symptoms usually referred as "exercise myopathy" (MEx). MEx is characterized by muscle pain, decreased muscle strength, edema in muscle groups exercised, decrease of articular amplitude and high blood of some muscle proteins.

The aim of our study was to evaluate how the cold water immersion (IAF) applied immediately after the completion of an eccentric exercise protocol, can influence the performance at the level of maximum strength and quadriceps delayed onset muscle soreness (SRDM).

It was applied to 16 individuals, spread over two groups (control group (G1) e experimental group (G2)) an induction protocol of muscle injury. They were evaluated immediately after, at 12h, 48 h, 72h and 96h, indirect markers of injury: quadriceps muscle perimetry, maximum strength and discomfort of the extensor muscles of the knee. The elements of experimental group immediately after the induction protocol of muscle injury, held a session of immersion in cold water in the muscles of the lower limbs.

Despite the exercise protocol applied was effective to cause the MEx we can conclude that the IAF has not demonstrated benefit with significant value for the maximum isometric force (IMF). However, the experimental group at 96h presented the same values at IMF as the initial, while the group that did not practiced the IAF does not. SRDM level (evaluated by a visual analog scale) the IAF appears to demonstrate improvements at 24h and at 96h, and the experimental group smaller values.

KEY WORDS: Exercise Myopathy | delayed onset muscle soreness | cold water immersion

LISTA DE ABREVIATURAS

- MEx – Miopatia do Exercício
- SRDM – Sensação Retardada de Desconforto Muscular
- IAF – Imersão em Água Fria
- FMI – Força Máxima Isométrica
- M0 – Avaliação no Momento Inicial
- Pos Ex - Avaliação Imediatamente após o exercício
- G1 – Grupo de Controlo
- G2 – Grupo Experimental
- CMV – Contração Máxima Voluntária
- EVA – Escala Visual Analógica

I. INTRODUÇÃO

De acordo com Duarte (1993) a homeostasia muscular, ainda que temporariamente, poderá ser afetada pelo exercício físico, logo este poderá ser encarado como uma agressão orgânica para o tecido muscular.

Para Torres (2003) apesar do exercício ser considerado benéfico para a saúde quando intenso e/ou inabitual constitui uma agressão para os músculos esqueléticos, pois induz uma série de alterações e perturbações morfológicas, bioquímicas e funcionais das quais resultam uma série de sinais e sintomas. Duarte et al. (2001) designa este conjunto de alterações provocadas pela performance de exercício durante um treino ou competição por “miopatia do exercício” (MEx).

Para Barnett (2006) a diminuição na performance muscular acompanhada pela diminuição da amplitude articular, o aumento plasmático das proteínas musculares, a resposta inflamatória local, o aumento da volumetria muscular dos músculos exercitados e a sensação de dor muscular caracterizam a MEx.

Para Duarte et al. (2001) este estado patológico do músculo de natureza temporária e retardada, caracteriza a Sensação Retardada de Desconforto Muscular (SRDM).

Uma vez que a SRDM provoca grandes limitações na performance motora do indivíduo durante vários dias após a prática de exercício Gulick et al. (1996) referem ser importante perceber quais os mecanismos subjacentes e como pode ser prevenida ou minorada no sentido de possibilitar a recuperação da normalidade nas tarefas diárias e permitir ao praticante treinar com maior intensidade e frequência, maximizando assim os seus resultados.

Relativamente ao tipo de exercício que conduz ao aparecimento da MEx mais intensa, existe ainda alguma controvérsia. Num estudo realizado por Isabel, Durant, Myer e Anderson em 1992, está descrito que a MEx é causada pela realização de exercícios com contracções concêntricas, enquanto que para Clarkson, Nosaka e Braun (1992), Proske e Morgan (2001) ou Hausswirth

et al. (2011) a realização de exercícios pouco habituais, intensos e com predominância de contrações excêntricas resulta frequentemente em danos estruturais no músculo, afetando as suas propriedades contracteis. Estas alterações estruturais são normalmente acompanhadas de alterações fisiológicas fazendo despoletar uma série de eventos celulares que motivam a lesão muscular esquelética provocando dor.

No entanto, segundo Torres et al. (2012) a teoria mais aceite para explicar a MEx corresponde à elevada tensão mecânica exercida na miofibrila durante as contrações excêntricas do músculo e que as alterações metabólicas impostas pelo exercício, levam a uma perda da homeostasia muscular particularmente com o aumento intracelular da concentração do ião de cálcio que conduzirá a alterações estruturais no citoesqueleto da célula.

Segundo Aminian-Far et al. (2011) a SRDM surge habitualmente algumas horas após a prática de exercício inabitual ou exaustivo e atinge o seu pico pelas 24 a 48h, desaparecendo espontaneamente ao fim de alguns dias. Este desconforto ou dor instala-se preferencialmente na junção miotendinosa e estende-se depois a todo o músculo, com carácter temporário.

Apesar dos muitos estudos sobre a temática da SRDM, actualmente, ainda se discute a explicação dos mecanismos subjacentes a esta condição patológica transitória, bem como a sua prevenção e tratamento, visto tratar-se de um fenómeno bastante desconfortável e incapacitante. Segundo Rodenburg et al. (1994) são várias as estratégias utilizadas na recuperação e minimização da SRDM, entre as quais se destacam, os alongamentos, a massagem, electroestimulação, administração de anti-inflamatórios, banhos de imersão entre outros.

De entre as várias variantes dos banhos de imersão, a imersão em água fria (IAF), habitualmente designada por crioterapia, tem assumido um papel de destaque pela sua utilização frequente como estratégia de recuperação pós exercício. Para Kitchen (2003), esta é uma das técnicas de reabilitação musculares mais utilizadas.

Para Wilcock et al. (2006) a crioterapia induz a vasoconstrição, que reduz o processo inflamatório associado à lesão muscular, o edema e a percepção de dor.

Segundo Herrera et al (2010) alguns estudos sugerem que a aplicação do frio tem como objectivo a diminuição do processo inflamatório, com consequente diminuição da volumetria da região lesionada e, do espasmo muscular e analgesia, fazendo com que o tecido lesionado recupere mais rapidamente. Desta forma, a crioterapia poderá auxiliar na melhoria do desempenho motor e na recuperação dos níveis de força muscular, pois a redução do edema pode melhorar as funções contrácteis do músculo-esquelético e diminuir a probabilidade de lesões subsequentes, permitindo que o indivíduo volte à sua rotina de treinos mais rapidamente.

Apesar de continuar a ser um método amplamente utilizado Torres et al. (2012) defendem não existir evidências que suportem a utilização da crioterapia, uma vez que os seus efeitos na SRDM e na força muscular em diferentes momentos continuam inconsistentes.

Assim, na tentativa de esclarecer alguma controvérsia, tentar clarificar e obter respostas acerca dos efeitos da IAF na MEx, o principal objectivo deste estudo é avaliar de que forma a IAF realizada imediatamente após a realização de actividade física intensa e não habitual mais especificamente, um protocolo de exercício físico excêntrico, poderá influenciar, a perimetria, a força máxima isométrica (FMI) e os valores de SRDM no músculo quadríceps. Parece-nos que a IAF pode ser uma alternativa ou um método complementar de recuperação pois tem fácil aplicação e custos reduzidos, isto apesar de a sua eficácia não ser consensual entre os autores que abordam esta temática. Acreditamos que a maioria das pessoas que pratica exercício físico intenso e/ou inabitual, poderão realizar IAF no sentido de atenuar a sintomatologia.

Numa primeira fase, no capítulo referente à revisão bibliográfica, pretendemos rever o estado da arte dos conceitos associados à temática, como MEx, SRDM e crioterapia e enunciar os principais resultados dos diversos estudos existentes na literatura.

Numa fase posterior, de natureza exploratória e experimental iremos então, aplicar em 16 indivíduos do sexo masculino fisicamente activos e saudáveis um protocolo de lesão muscular que consiste em exercício predominantemente excêntrico, intenso e não habitual, procurando avaliar o efeito da IAF na perimetria, força e SRDM, em diferentes momentos (Momento inicial (M0), Imediatamente após o exercício (Pos Ex), 24h, 48h, 72h e 96h após).

Após a análise dos resultados, iremos interpretá-los, confrontando-os com os obtidos noutros estudos, tentando justificar algumas semelhanças ou disparidades observadas comparativamente com o enunciado na revisão bibliográfica.

Por último, iremos enunciar as principais conclusões a retirar deste estudo baseadas nos resultados obtidos e apresentar algumas recomendações para estudos futuros, dado que, na nossa opinião ainda existe muito a pesquisar e realizar neste âmbito, para nós de extrema importância para uma melhor eficácia do desempenho dos profissionais da Educação Física e do Desporto.

II. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 MIOPATIA DO EXERCÍCIO

Duarte et al. (2001) definem a MEx como a anatomopatologia, de carácter transitório e reversível, induzida pela realização de exercícios extenuantes ou inabituais, limitada a algumas áreas do tecido muscular esquelético estriado. Estas anomalias histológicas, induzidas pelos mais diversos tipos de exercício físico, bem como os sinais e sintomas acompanhantes, são limitados no tempo e no espaço, restringindo-se apenas a um pequeno grupo de músculos e dependente do exercício realizado.

Segundo Clarkson e Hubal (2002) a extensão e a severidade dos tecidos lesados dependerá de diversos factores entre os quais a duração e intensidade do exercício, sendo que este quadro fisiopatológico que apresenta um carácter retardado, é mais exuberante entre as 24h e as 48h após o momento de realização.

Este quadro fisiopatológico parece estar associado a causas metabólicas e/ou mecânicas subjacente ao exercício exaustivo e pouco habitual.

Segundo Fraga (2008) a hipótese mecânica, associa-se ao stress contráctil e ao estiramento verificado nos exercícios com predomínio de contracções excêntricas e a hipótese metabólica indica-nos que a insuficiente produção de energia via fosforilação oxidativa juntamente com a produção de espécies reactivas de oxigénio possam desempenhar uma importante relação no processo lesivo.

Para Cheung (2003) apenas uma única teoria não pode explicar o aparecimento desse quadro fisiopatológico de carácter retardado. Assim, alguns investigadores propuseram diferentes modelos, cada um com uma sequência de eventos, de modo a explicar o fenómeno. Estes modelos integram aspectos das hipóteses acima descritas e começam com a percepção que forças de grande tensão, associadas a exercício excêntrico, danificam inicialmente o tecido muscular e o tecido conjuntivo. Segue-se uma resposta

inflamatória aguda, consistindo na formação do edema e infiltração celular inflamatória.

O mesmo investigador descreve a MEx da seguinte forma: forças de grande tensão produzidas na actividade muscular excêntrica, causam uma disrupção estrutural das proteínas nas fibras musculares, particularmente nas linhas Z. Isto, acompanhado pela tensão excessiva nos tecidos conjuntivos da junção miotendinosa e nas fibras musculares adjacentes causa dano ao sarcolema resultando na acumulação de cálcio, que vai inibir a respiração celular. A produção de ATP é retardada e a homeostasia do cálcio é perturbada. Grandes concentrações de cálcio activam as enzimas proteolíticas dependentes de cálcio que vão degradar as linhas Z dos sarcómeros, troponina e tropomiosina. Os componentes intracelulares e marcadores do dano do tecido conjuntivo e tecido muscular dispersam-se pelo plasma e espaço intersticial. Estas substâncias além de provocarem edema e ativarem monócitos residentes atraem monócitos circulantes (entre 6 a 12 horas após), que por sua vez se convertem em macrófagos. Em poucas horas há um aumento significativo de neutrófilos em circulação. Os monócitos/macrófagos aumentam em número, produzindo prostoglandina que irá estimular as terminações nervosas aumentando a reactividade a estímulos mecânicos, químicos ou térmicos. A acumulação de histamina, potássio e quinina, devido à fagocitose e necrose celular, juntamente com a elevada pressão tecidular devido ao edema e o aumento da temperatura local activam os receptores de dor nas fibras musculares e junções músculo-tendinosas.

2.1.1. REPERCUSSÕES NA MORFOLOGIA MUSCULAR

Segundo Friden e Lieber (1992) após a realização de exercício intenso e inabitual é possível observar, microscopicamente, inúmeras alterações na estrutura dos músculos solicitados durante o exercício, nomeadamente: irregularidades no padrão estriado das fibras musculares, aparecimento de núcleos centrais, disrupção sarcoplasmática, aumento do volume mitocondrial e aparecimento de áreas de necrose segmentar.

Fraga (2008) refere que os estudos que se dedicam à agressão muscular provocada por exercício predominantemente excêntrico e recorrem a microscopia óptica e electrónica, têm demonstrado inúmeras evidências de lesão muscular, no entanto, o mecanismo inicial que determina a ocorrência da lesão e consequente dor não se encontra ainda totalmente descrito. Proske e Allen (2005) defendem que aquando da contracção muscular as miofibrilas são estiradas e alguns sarcómeros são mais resistentes a estes estiramentos do que outros, logo sujeitos a diferentes tensões, motivando assim a disrupção da estrutura (disrupção das linhas z e tubos transversais,) de sarcómeros mais frágeis e do seu sarcolema. À medida que aumenta a disrupção dos sarcómeros a lesão pode generalizar-se longitudinalmente na respectiva miofibrila ou transversalmente para miofibrilas adjacentes.

2.1.2 REPERCUSSÕES BIOQUÍMICAS

Segundo Lee e Clarkson (2003) como consequência da perda da homeostasia muscular dá-se a perda da integridade da estrutura celular, entre as quais o sarcolema e membranas de diferentes organelos que provocam a saída de diversas proteínas intramusculares para a corrente sanguínea. Logo a concentração destas proteínas na corrente sanguínea tem sido utilizadas como um marcador indirecto de lesão muscular induzida pelo exercício físico. Os mesmos autores defendem que a actividade e a concentração de proteínas musculares de dimensão mais reduzida como sejam a lactato desidrogenase, a

troponina e o aspartato aminotransferase têm sido utilizados como indicadores indirectos de lesão muscular induzida pelo exercício.

Segundo Fraga (2008) a dimensão de algumas proteínas determina a sua passagem inicial para a circulação linfática e só posteriormente para a corrente sanguínea. Segundo este autor o facto da circulação linfática estar dependente de factores externos como a contracção muscular, poderá ser a explicação plausível para o aparecimento retardado destas proteínas no sangue após o exercício físico, inabitual e excêntrico como é o caso da creatina quinase que é inicialmente drenada pelo sistema linfático e apenas posteriormente pelo sistema sanguíneo, exactamente pelo facto de ser uma proteína de grandes dimensões.

2.1.3. RESPOSTA INFLAMATÓRIA

Como temos vindo a referir ao longo do nosso estudo, a prática de exercício físico exaustivo e pouco habitual, com predominância de contracções excêntricas tem sido descrita como bastante lesiva para o tecido muscular esquelético.

Para Gleeson (2007) o processo inflamatório ou inflamação caracteriza-se como uma resposta de defesa do organismo a uma agressão cujo objectivo é promoção da degeneração eliminando os restos de área lesada, bem como a regeneração de tecido lesado. Isto, porque quando o tecido muscular esquelético sofre um processo de agressão muscular não traumática induzida pelo exercício físico ocorrem lesões celulares da fibra muscular que provocam alterações na sua homeostasia particularmente nas concentrações de cálcio intracelular e na produção de compostos reactivos de oxigénio, podendo desencadear um processo de autodegradação das estruturas lipídicas e proteicas. A magnitude desse processo é regulada por factores pró e anti-inflamatórios.

Clarkson e Hubal (2002) pensam que a resposta inflamatória é influenciada pelo trauma mecânico inicial caracterizando pela infiltração de

leucócitos e pela libertação de citocinas pro-inflamatórias para o tecido lesado.

A inflamação é considerada um processo altamente benéfico e necessário quando relacionada com o exercício físico regular e sistemático, sendo como defendem Duarte et al. (2001) uma consequência adequada e ajustada à percentagem de fibras atingidas, variável e dependente de diversos factores como: a intensidade e a duração do exercício efectuado, o músculo observado, o tipo de fibra muscular analisada, o tempo que medeia entre a finalização do exercício e a recolha da amostra, o nível de treino do indivíduo, tipo de contracção predominantemente realizado, o modelo experimental utilizado, a idade dos sujeitos e o estado de inervação do músculo em causa.

Alguns investigadores referidos no estudo realizado por Silva (2007) referem que o processo inflamatório associado à lesão muscular pode explicar o surgimento da SRDM. Entre as respostas inflamatórias ao exercício físico indutor de lesão muscular incluem-se a dor, o edema e o aumento dos glóbulos brancos.

2.2. SENSACÃO RETARDADA DE DESCONFORTO MUSCULAR

O desconforto muscular é comum após actividades físicas não habituais, podendo ser diferenciado em agudo ou retardado, dependendo do tempo em que surge (Gullick et al., 1996).

Como descrito anteriormente a etiologia do aparecimento da SRDM não está ainda totalmente definida, contudo Isabell et al. (1992) documentam determinados factores, que se encontram quase sempre associados à SRDM:

1. Actividade física intensa e inabitual, como referido anteriormente, sobretudo exercício excêntrico, que provoca lesão ao nível do corpo do músculo e/ou da junção músculo-tendinosa;
2. A lesão muscular pode desencadear uma resposta inflamatória, provocando a sensação dolorosa a nível muscular;

3. A lesão pode originar directa ou indirectamente espasmos musculares ou o surgimento de um ciclo vicioso de dor-espasmo muscular.
4. A dor surge aproximadamente 8 horas após o exercício e aumenta gradualmente num período de 24 a 48 horas, diminuindo posteriormente até um nível inicial semelhante ao do pré-exercício.
5. Com a dor associa-se ainda a diminuição da amplitude de movimento e da força.

Segundo Clearly, Sitler e Kendrick (2006) a SRDM é uma manifestação clínica de lesão muscular, e evidencia-se através de dores musculares e outros sintomas que surgem nas 24 a 48 horas após o exercício físico intenso. Os mesmos autores defendem que os sinais e sintomas da SRDM incluem, para além da dor, entorpecimento, diminuição da amplitude de movimento e da força no músculo onde se manifesta a dor, assim como sensação de rigidez e inchaço. Estes sintomas podem permanecer até 4 dias e a sua magnitude vai depender da duração e da intensidade do exercício assim como da condição psicológica do indivíduo.

Deste modo, MacIntyre et al. (1995) refere que as alterações que ocorrem nas fibras musculares exercitadas motivam a estimulação de estruturas nervosas sensitivas o que provoca níveis elevados de desconforto muscular. As elevadas tensões musculares geradas durante as contrações excêntricas, características do exercício intenso e inabitual, estimulam localmente as estruturas sensitivas a nível muscular, contribuindo para o desconforto sentido imediatamente após o exercício.

Para Ribeiro (2006) esta sintomatologia retardada parece ainda estar associada à ocorrência de uma resposta inflamatória tecidual, decorrente do incremento da circulação leucocitária consequente do processo de lesão a que as fibras foram sujeitas, com consequente libertação de mediadores inflamatórios que estimulam quimicamente as terminações nervosas, provocando igualmente a sensação de desconforto muscular.

Clarkson et al. (1992) refere que o incremento da produção de espécies reactivas de oxigénio parece igualmente contribuir para o processo degenerativo tecidual com repercussões na SRDM.

Relativamente à distribuição da SRDM na superfície muscular, no que diz respeito ao quadríceps, observa-se que na fase inicial o desconforto localiza-se essencialmente na junção músculo-tendinosa, espalhando-se posteriormente, sensivelmente após 48 horas, ao longo de todo o corpo do músculo (Hongling et al., 2005).

Constata-se ainda que, segundo um estudo realizado por Strazdins e Bammer (2004) as mulheres são mais susceptíveis ao aparecimento da SRDM, possivelmente devido ao facto de serem mais sensíveis à sensação dolorosa e apresentarem conseqüentemente, maior tendência a referirem níveis de dor mais elevados do que os homens.

De acordo com Andersen (2005), utiliza-se uma escala subjectiva de dor para avaliar a SRDM. A Escala Visual Analógica (EVA) consiste numa linha horizontal, com 10 centímetros de comprimento, na qual estão assinaladas na extremidade inicial e final a nomenclatura “sem dor” e “dor máxima”, respectivamente e os valores intermédios. Pretende-se que o indivíduo faça a associação entre a dor que sente e um valor da escala. Este valor, quanto mais próximo da extremidade inicial, indica uma sensação de dor menos severa do que quando assinalados valores mais próximos da extremidade final.

2.3. REPERCUSSÕES NA FORÇA MUSCULAR

Para Ascensão et al. (2003), o conceito clássico de fadiga caracteriza-se por expressar uma incapacidade de produzir ou diminuir o nível de força ou potência muscular durante o exercício.

Tem sido amplamente referido na literatura que a fadiga muscular pode ser caracterizada por uma redução da capacidade de gerar uma contracção muscular voluntária (CMV). Taylor, Butler e Gandevia (2000) referem que na maioria das tarefas a perda maior ocorre devido a alterações no próprio músculo, no entanto podem também dever-se a alterações no sistema nervoso central. A fadiga é, então identificada por uma diminuição da força e potência muscular, logo pode ser medida através da comparação da força ou da potência de uma CMV realizada antes e após o exercício.

Hausswirth et al. (2011) referem que a diminuição da força máxima é globalmente aceite como um marcador de lesão muscular.

2.4. MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO MUSCULAR

A única alternativa que permite prevenir ou reduzir a SRDM é tratar dos sinais e sintomas que surgem como consequência (Gulick et al., 1996).

Existem, portanto diversas estratégias e mecanismos que têm vindo a ser utilizados de forma a aliviar a severidade do desconforto muscular, na tentativa de restabelecer as funções musculares de forma mais rápida e eficaz. A recuperação activa, a massagem, os ultra-sons, alterações da dieta, banhos de imersão, etc., são algumas das técnicas a que treinadores e atletas cada vez mais recorrem.

Os banhos de imersão são largamente utilizados no tratamento de lesões traumáticas e recentemente têm ganho popularidade como meio de recuperação após treino ou competição que promovam a lesão muscular como referem Wilcock et al. (2006).

2.4.1. CRIOTERAPIA

A aplicação de frio, diminuindo a temperatura da pele e tecidos profundos tem a denominação de crioterapia, sendo este o foco do nosso estudo. As técnicas mais usualmente associadas são a aplicação de bolsas de gelo, massagens com gelo, e os banhos de imersão em gelo. Para Leite (2009) os banhos de imersão, que consistem em imergir os membros inferiores numa tina com água a uma temperatura constante, quando realizado em água fria são bem aceites durante a fase aguda e durante a fase de reabilitação, contudo as especificidades desta terapia e a sua eficácia na recuperação são ainda limitadas.

Para Wilcock et al. (2006) a aplicação de crioterapia permite uma redução da permeabilidade capilar levando à vasoconstrição. Costello et al. (2013) explica que a vasoconstrição reduz a permeabilidade às células do sistema imune e reduz o processo inflamatório. A atenuação do processo

inflamatório pode ter um papel importante na redução do edema, e da percepção de dor à melhoria da capacidade de gerar força muscular. Wilcock et al. (2006) acredita ainda que a IAF pode reduzir a necrose da célula muscular, ao mitigar o seu metabolismo e ao atenuar a migração leucocitária, fatores que, em conjunto, podem contribuir para uma redução dos danos secundários do estado pró-inflamatório.

Isabell et al. (1992) investigaram a eficácia da massagem com gelo na prevenção e tratamento da SRDM. As variáveis força, amplitude de movimento, dor e enzima CK foram avaliadas 2, 4, 6, 24, 48, 72, 96 e 120 horas pós-exercício. Os resultados sugerem que o tratamento não é eficaz na redução dos sintomas da SRDM.

Howatson, G., Gaze, D., & van Someren, K., A. (2005), com o objectivo de verificar os efeitos da aplicação repetida de gelo nos marcadores indirectos de lesão muscular também não encontrou evidências que comprovem a sua utilização.

Barnett (2006) refere que a estratégia de combate ao desconforto muscular pós exercício físico tem sido inconclusiva em relação à eficácia da crioterapia com excepção do seu efeito analgésico.

No entanto, Vaile et al. (2008), ao compararem 3 tipos de intervenção de hidroterapia com uma recuperação passiva, após um protocolo de exercício, nos sintomas físicos e funcionais da MEx. Demonstraram que a IAF apesar de ter sido eficaz na diminuição dos défices fisiológicos e funcionais associados à SRDM, não foi eficaz na recuperação dos níveis de força.

Podemos então perceber que os estudos que relacionam a crioterapia com a sintomatologia da MEx são inconclusivos. Assim, acreditamos que a nossa investigação poderá contribuir para o aprofundamento do conhecimento nesta área, tentando perceber qual o efeito de uma sessão de IAF nos indicadores indirectos de lesão muscular.

III. OBJECTIVOS E HIPÓTESES

O principal objectivo do presente estudo é:

- Avaliar de que forma a IAF aplicada imediatamente após a realização de um protocolo de exercício físico excêntrico, poderá influenciar a performance ao nível da força máxima e da SRDM no músculo quadrícipite.

Como objectivos secundários pretendemos:

- Verificar a evolução da força máxima isométrica ao longo do tempo no grupo experimental e no grupo de controlo;
- Verificar se existem diferenças na força máxima nos diferentes momentos de avaliação entre os grupos;
- Verificar a evolução da SRDM ao longo do tempo no grupo experimental e no grupo de controlo;
- Verificar se a intensidade da SRDM é diferente entre os grupos;
- Analisar as possíveis alterações da perimetria do músculo quadrícipite antes e após o protocolo de exercício.

A partir dos objectivos anteriormente citados, apresentamos as seguintes hipóteses:

- H1: Existem diferenças significativas de perimetria nos diferentes momentos de avaliação em cada um dos grupos.
- H2: Existem diferenças significativas de perimetria, entre os dois grupos.
- H3: Existem diferenças significativas de força máxima isométrica entre os diferentes momentos de avaliação em cada um dos grupos.

- H4: Existem diferenças significativas de força máxima isométrica, entre os dois grupos.
- H5: Existem diferenças significativas de SRDM entre os diferentes momentos de avaliação em cada um dos grupos.
- H6: Existem diferenças significativas de SRDM, entre os dois grupos.
- H7: A IAF influencia a recuperação da lesão muscular.

IV. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Participaram neste estudo 16 elementos, de forma voluntária, distribuídos aleatoriamente por 2 grupos: Grupo de Controlo (G1, n=8) e Grupo Experimental (G2, n=8).

A amostra é composta por 16 sujeitos do sexo masculino com médias de idades de 17,94 (S.D.=0,68) tendo o mais novo 17 anos e o mais velho 19 anos. O valor médio da altura é de 178,88 (S.D.=4,91 [170-187]); o peso médio é de 75,06 kg (S.D.=4,43 [67,00 – 82,00]); o valor médio de massa gorda é de 18,07 (S.D.= 4,81 [11,30-25,10]); o valor médio de massa isenta de gordura é de 53,03 (S.D.= 4,94 [41,20-58,20]).

Caracterizando a amostra, de uma forma mais detalhada, no quadro 1, apresentamos os valores de cada um dos grupos.

Quadro 1 – Características dos elementos de cada grupo (média, desvio padrão, mínimo e máximo)

	Grupo Controlo	Grupo Experimental
idades	18,12 ± 0,64 [17-19]	17,75 ± 0,70 [17-19]
altura (cm)	178,37 ± 5,52 [172-187]	179,37 ± 4,53 [170-185]
peso (kg)	74,50 ± 4,86 [69-82]	75,62 ± 4,20 [67-79]
massa gorda (%)	17,12 ± 5,28 [11,30-25,10]	19,01 ± 4,41 [11,30-24,10]
massa isenta de gordura (%)	54,7 ± 4,02 [48,20-58,20]	52,68 ± 5,79 [41,20-58,10]

Qualquer uma das variáveis idade, altura, peso, massa gorda e massa isenta de gordura, que caracterizam a amostra, não apresentavam diferenças estatisticamente significativas.

Os critérios de inclusão dos sujeitos na amostra basearam-se nas linhas orientadoras que Ferreira-Junior et al. (2014) criaram para o seu estudo, tendo sido definido que participam indivíduos do sexo masculino fisicamente activos, mas que não tenham realizado nenhum exercício de resistência muscular ou pliométrico nos 3 meses que antecederam o estudo. Os indivíduos foram informados do objectivo, procedimentos, possíveis desconfortos, riscos e benefícios antes de assinarem o consentimento informado. Foram considerados aptos para o exercício físico após responderem “não” a todas as perguntas de um questionário pré exercício físico.

Baseado em Sellwood et al. (2007) neste estudo foram adoptados como critérios de exclusão ter havido um histórico de lesão muscular no quadríceps, existência de problemas neurológicos envolvendo os membros inferiores, qualquer lesão actualmente nos membros inferiores e risco potencial de problemas vasculares para quem a imersão em água gelada seja contra indicada. Os sujeitos participantes no estudo seriam ainda excluídos caso realizassem qualquer intervenção à margem do protocolo experimental como por exemplo a aplicação de calor, massagem, ingestão de analgésicos, alongamentos ou prática de exercício.

4.2. MATERIAL E INSTRUMENTOS

- Consentimento informado, considerando a “Declaração de Helsínquia” da Associação Médica Mundial, no qual os indivíduos aceitam a participação no estudo e onde é devidamente respeitado o anonimato dos participantes.
- Entrevista, realizada com o objectivo de identificar e explicar os critérios de inclusão e exclusão dos indivíduos no estudo.
- PARQ u, adoptado pelo Instituto de Desporto de Portugal.
- Fita métrica para medir a espessura do membro avaliado.

- Caixa de 60 cm, utilizada para o protocolo de indução de lesão muscular.
- Biodex System 3Pro: utilizada para avaliar a força máxima isométrica.
- Tina, em que os atletas vão colocar os membros inferiores.
- Sacos de gelo e termómetro, de modo a manter a água a uma temperatura constante de 10 graus.
- Para a avaliação da SRDM foi utilizada uma escala subjectiva de dor, nomeadamente a EVA que consiste numa linha horizontal, com 10 centímetros de comprimento, na qual estão assinaladas na extremidade inicial e final a nomenclatura “sem dor” e “dor máxima”, respectivamente.
- Software informático SPSS, versão 20.0, utilizado para o tratamento estatístico dos dados recolhidos.

4.3. METODOLOGIA

Neste estudo de natureza transversal e exploratório, optou-se por seguir as linhas orientadoras de alguns autores, nomeadamente, Ferreira-Junior et al. (2014) em que indivíduos foram colocados aleatoriamente no grupo de controlo ou no grupo experimental, visitaram o laboratório 5 vezes sempre na mesma altura do dia. Na primeira visita responderam ao questionário pré exercício físico, realizaram avaliação antropométrica e foram medidos os marcadores indirectos de lesão muscular: perimetria muscular do quadríceps, força máxima e desconforto dos músculos extensores do joelho. Foi aplicado a todos os praticantes o protocolo de indução de lesão muscular. Imediatamente após, às 24h, 48h, 72h e 96h os mesmos marcadores foram reavaliados pela ordem previamente definida em ambos os grupos.

O que difere nos dois grupos é a realização de uma sessão de imersão em água fria nos músculos dos membros inferiores por parte dos elementos do grupo experimental imediatamente após o protocolo de indução de lesão muscular; este procedimento não foi levado a cabo no grupo de controlo.

4.3.1. PROTOCOLO DE INDUÇÃO DE LESÃO MUSCULAR

Dado o objectivo geral do nosso estudo para garantir a indução de lesão muscular foi utilizado um protocolo similar ao utilizado por Ferreira-Junior et al. (2014) que consistia em realizar 5 séries de 20 saltos desde uma caixa com 60cm para o solo com 2 minutos de intervalo entre as séries. Após a recepção ao solo os indivíduos foram instruídos a realizarem um salto vertical máximo. Foi-lhes também pedido que em todas as recepções ao solo fossem até 90 graus de flexão dos membros inferiores e mantivessem as mãos na anca. Durante todo o protocolo receberam encorajamento verbal para realizarem o máximo da sua capacidade.

4.3.2. PROGRAMA DE IAF

O programa de crioterapia realizado nos músculos dos membros inferiores compreendeu 10 minutos de imersão dos membros inferiores até à crista ilíaca, praticamente após o protocolo de exercício, em água com a temperatura de, aproximadamente, 10 graus centígrados. De modo a manter a água à temperatura constante utilizou-se gelo e um termómetro. Protocolo similar ao utilizado no estudo realizado por Leite (2009).

4.3.3. MARCADORES INDIRECTOS DE LESÃO MUSCULAR

Os marcadores indirectos de lesão muscular avaliados no nosso estudo foram o perímetro do quadricípite, força máxima e desconforto dos músculos extensores do joelho.

O perímetro muscular foi avaliado medindo o perímetro da coxa recorrendo a uma fita métrica com o participante sentado e o membro inferior flectido a 90 graus, sendo a medição efectuada perpendicularmente no espaço medial entre a crista inguinal e a borda proximal da rótula tal como as directrizes definidas pelo ACSM (2013).

A força máxima isométrica foi avaliada recorrendo ao uso de um dinamómetro isocinético, Biodex System 3Pro, recorrendo ao protocolo

utilizado por Ferreira-Junior et al. (2014) em seu estudo. Os participantes no estudo eram colocados confortavelmente sentados com os cintos apertados no tronco e pélvis para minimizar os movimentos compensatórios que poderiam influenciar os valores obtidos nos testes de força máxima. O epicôndilo lateral do fémur foi usado para alinhar o joelho com o braço da alavanca do dinamómetro. Foram registadas individualmente as medidas de cada participante para poder repetir o teste com o mínimo de variação possível. A calibragem do dinamómetro foi realizada automaticamente pelo aparelho.

Após a perna direita estar posicionada a 60 graus foi pedido aos praticantes que cruzassem os braços na zona do peito e realizassem uma contracção máxima durante 4 segundos. Teriam duas tentativas para atingir a força máxima isométrica com um minuto de descanso entre cada tentativa. Os participantes receberam encorajamento verbal pelo examinador durante todo o protocolo.

Para avaliar a sensação de desconforto muscular utilizou-se a escala subjectiva de dor EVA. Desta forma e de acordo com Andersen (2005), a escala EVA consiste numa linha horizontal, com 10 centímetros de comprimento, na qual estão assinaladas na extremidade inicial e final a nomenclatura “sem dor” e “dor máxima”, respectivamente. Estão também assinalados valores intermédios, pretendendo que o indivíduo faça a associação entre a dor que sente e um valor da escala. Este valor, quanto mais próximo da extremidade inicial, indica uma sensação de dor menos severa do que quando assinalados valores mais próximos da extremidade final.

Foram realizadas avaliações imediatamente após, às 24h, 48h, 72h e 96h.

4.4. PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

O tratamento estatístico dos dados foi realizado com o software estatístico SPSS, versão 20.0. A amostra tem uma distribuição normal, avaliada pelos valores de curtose (<8) e pela assimetria (<3). Foram utilizados testes de análise de estatística descritiva (i.e. Média; Desvio-padrão; mínimo e máximo)

e de estatística inferencial (testes paramétricos – ANOVA, teste *t* para amostras emparelhadas).

De forma a estabelecer correlações estatísticas entre as variáveis que compõem a amostra foi ainda utilizado o teste de correlação de Pearson, com graus de correlação de 0,01 a 0,19 (muito baixa), 0,20 a 0,39 (baixa), 0,40 a 0,59 (moderada), 0,60 a 0,79 (boa) e 0,80 a 1 (muito boa).

Determinou-se um nível de significância de 0,05 e um intervalo de confiança de 95%.

V. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, iremos apresentar os dados obtidos referentes à parte empírica do nosso estudo, no sentido de tentar obter respostas para as hipóteses conceptualizadas.

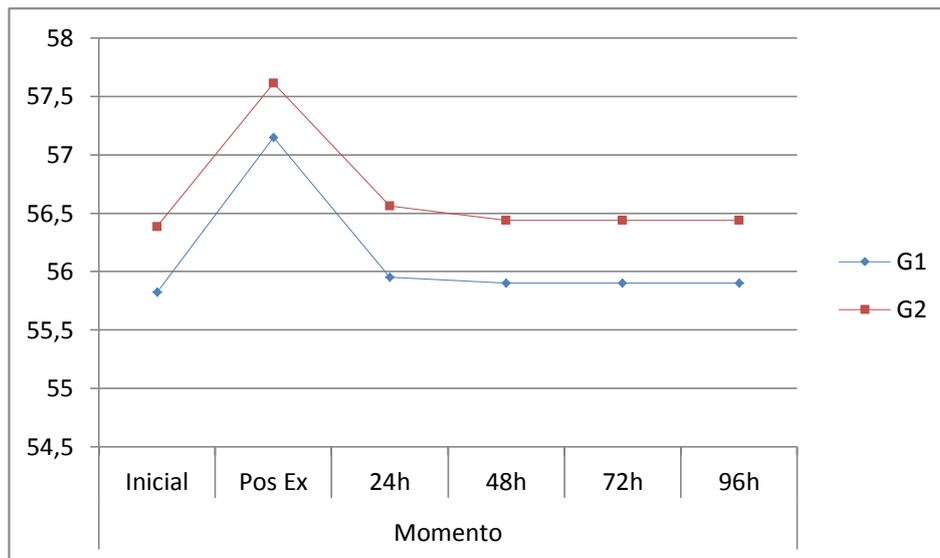
5.1. PERIMETRIA

O valor médio de perimetria da amostra no momento inicial é de 56,38 (S.D.=3,97 [50,50-63,70]).

Quadro 2 – Média e desvio padrão do perímetro do quadrípice nos dois grupos e respetiva significância							
		M0	Pos Ex	24h	48h	72h	96h
Grupo		55,825 ±	57,150 ±	55,950 ±	55,900 ±	55,900 ±	55,900 ±
		4,4287	4,3967	4,4743	4,4985	4,4985	4,4985
Controlo		$p > 0,05$					
X ±							
Grupo		56,387 ±	57,612 ±	56,562 ±	56,437 ±	56,437 ±	56,437 ±
	Experimental	3,9098	3,7597	3,841	3,924	3,924	3,924
		$p > 0,05$					
S.D.							
Grupo	Controlo vs	0,792	0,824	0,773	0,803	0,803	0,803
	Grupo Experimental						

Através da análise do quadro 2 podemos verificar que, a perimetria, sendo maior em termos absolutos no grupo experimental em todos os momentos de avaliação, não se verificam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos em qualquer momento ($p > 0,05$). Apesar disso, no momento pós exercício verifica-se um aumento do perímetro em ambos os grupos.

Fig 1 – Evolução do perímetro do quadríceps nos dois grupos



A figura 1 permite ilustrar com maior clareza as diferenças e a evolução nos vários momentos em cada grupo, verificando-se um aumento gradual do perímetro imediatamente após o programa de exercício, baixando a partir das 24h para valores muito próximos do inicial.

Quadro 3 –Perímetro relativo (x-M0) %

	Grupo de Controlo	Grupo Experimental
Pos Ex %	2,37	2,17
24h %	0,22	0,31
48h %	0,13	0,08
72h %	0,13	0,08
96h %	0,13	0,08

O perímetro relativo é o valor que resulta da subtração do valor do perímetro no momento inicial em relação a todos os outros momentos. O quadro 3 mostra percentualmente o aumento de cada grupo em cada momento de avaliação em comparação com a avaliação inicial. Ambos os grupos demonstram o seu aumento máximo (aproximadamente 2%) de perimetria no

momento imediatamente após o exercício. Mais uma vez as diferenças encontradas nos momentos distintos não são estatisticamente significativas ($p > 0,05$).

Quadro 4 – Comparação do perímetro nos vários momentos com o momento inicial

	M0	Pos Ex	24h	48h	72h	96h	
<i>p</i>	Grupo Controlo		0,558	0,956	0,974	0,974	0,974
	Grupo Experimental		0,483	0,929	0,980	0,980	0,980

O quadro 4 demonstra que não existiram diferenças quando comparamos a perimetria inicial com os diferentes momentos posteriores de avaliação em nenhum dos grupos.

5.2. FORÇA MÁXIMA ISOMÉTRICA

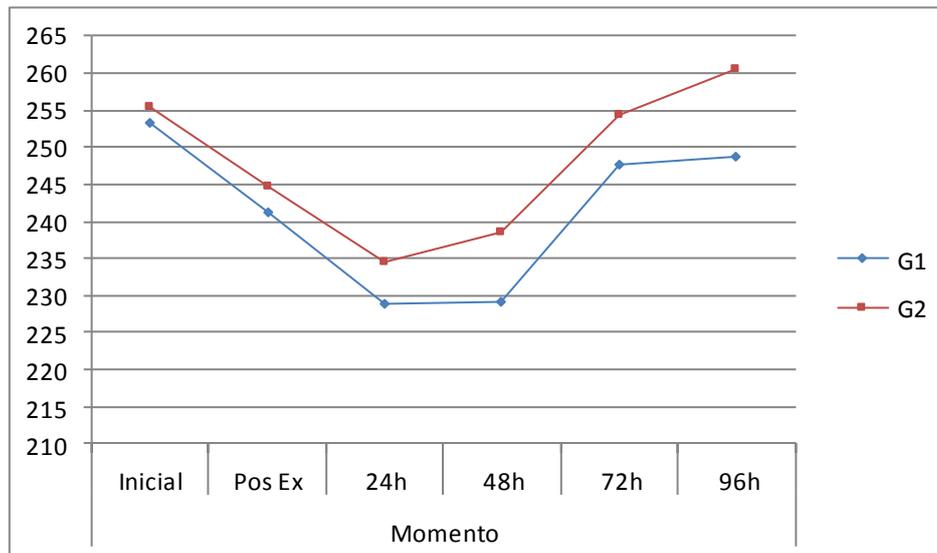
O valor médio da FMI da amostra no momento inicial é de 244,74 (S.D.=24,58 [208,30-292,20]).

Quadro 5 – Média e desvio padrão da FMI do quadrícipite nos dois grupos e respetiva significância

	M0	Pos Ex	24h	48h	72h	96h
Grupo	253,412 ±	241,100 ±	228,937 ±	229,200 ±	247,575 ±	248,712 ±
	25,9451	25,5358	26,0513	18,8846	20,8390	21,5209
Controlo	$p > 0,05$					
X ±						
S.D.	255,425 ±	244,650 ±	234,525 ±	238,512 ±	254,275 ±	260,600 ±
Grupo	23,7442	25,5109	26,0093	25,5085	23,1818	22,0135
Experimental	$p > 0,05$					
p						
Grupo Controlo vs Grupo Experimental	0,874	0,785	0,671	0,525	0,553	0,224

Através da análise do quadro 5, relativamente à FMI, não se verificam diferenças entre os grupos em qualquer momento da avaliação; além disso, não se encontram também diferenças estatisticamente significativas dentro de cada grupo entre os diferentes momentos.

Fig 2 – Evolução da força máxima isométrica do quadríceps em ambos os grupos



A figura 2 permite ilustrar com maior clareza a tendência e a evolução da FMI nos vários momentos em cada grupo. A análise da figura 2 demonstra um decréscimo da FMI até às 24h, momento em que atinge o seu valor mínimo em ambos os grupos, aumentando gradualmente em ambos. No grupo de controlo a FMI às 96h é inferior aos valores iniciais, sendo que no grupo experimental os valores da força neste momento ultrapassam os valores pré exercício.

Quadro 6 – FMI relativa (x-M0) %

	Grupo de Controlo	Grupo Experimental
Pos Ex %	-4,85	-4,21
24h %	-9,65	-8,18
48h %	-9,55	-6,62
72h %	-2,30	-0,45
96h %	-1,85	2,02

O quadro 6 demonstra que a FMI apresenta valores inferiores aos demonstrados inicialmente em todos os momentos no grupo de controlo.

O grupo experimental às 24h também demonstra em termos absolutos o seu máximo negativo, com uma diminuição de aproximadamente 8,2%, no entanto, inferior ao demonstrado no mesmo horário no grupo de controlo (9,7%). O grupo experimental demonstra também ganhos de aproximadamente 2% de FMI às 96h, enquanto o grupo de controlo demonstra ainda níveis de força inferiores aos demonstrados no momento inicial.

Estas diferenças entre os grupos são estatisticamente significativas ($t = -3,006$; g.l.=5; $p=0,028$).

Quadro 7 – Comparação do FMI nos vários momentos com o momento inicial

	M0	Pos Ex	24h	48h	72h	96h
Grupo Controlo		0,355	0,082	0,074	0,627	0,752
p						
Grupo Experimental		0,066	0,115	0,191	0,923	0,658

O quadro 7 mostra a inexistência de diferenças estatisticamente significativas quando comparamos a força máxima isométrica pré exercício de cada grupo com os diferentes momentos posteriores de avaliação do respectivo grupo.

5.3. SENSAÇÃO RETARDADA DE DESCONFORTO MUSCULAR

O valor médio da SRDM da amostra no momento inicial é de 3,36 (S.D.=2,62 [0-8,90]).

Quadro 8 – Média e desvio padrão da SRDM no quadrícipite nos dois grupos e respectiva significância

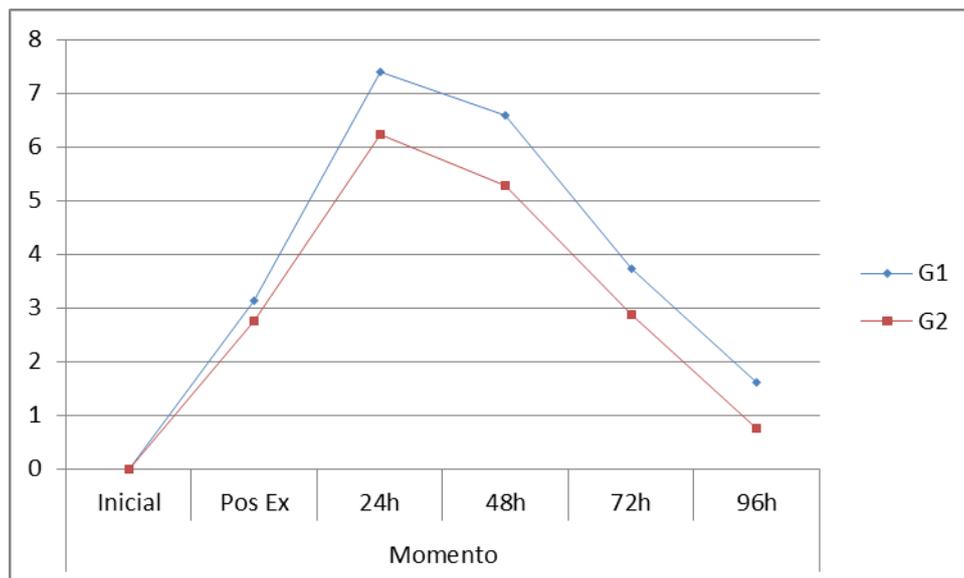
	M0	Pos Ex	24h	48h	72h	96h
X ±		3,137 ±	7,400 ±	6,575 ±	3,737 ±	1,600 ±
	Grupo	1,280	0,951	1,465	1,287	0,863
S.D.	Controlo	P<0.005				
	Experimental	2,750 ±	6,237 ±	5,287 ±	2,875 ±	0,762 ±
	Grupo	1,123	0,953	1,048	1,363	0,645
		P<0.005				
p	Grupo Controlo vs Grupo Experimental	0,222	0,029	0,091	0,214	0,045

Através da análise do quadro 8, observamos que a SRDM se manifestou em ambos os grupos em todos os momentos de avaliação após exercício. No entanto, tal como podemos verificar, o nível de desconforto difere entre os dois grupos, sendo maior em termos absolutos no grupo de controlo em todos os momentos de avaliação.

Podemos também verificar que ambos os grupos referem um aumento da SRDM até às 24h. Após as 24h existe uma diminuição da SRDM até às 96h, sendo esta diminuição mais acentuada após as 48h. No grupo controlo e no grupo experimental, as diferenças dos valores da SRDM entre os diversos momentos são estatisticamente significativas.

A análise do quadro 8, permite-nos afirmar que existem diferenças entre os grupos nos vários momentos de avaliação, mas apenas às 24h ($p = 0,029$) e às 96h ($p = 0,045$) estas diferenças são estatisticamente significativas.

Fig 3 – Evolução da SRDM do quadricípite nos dois grupos



Observando a figura 3, percebemos com maior clareza a diminuição acentuada entre as 48h e as 72h da SRDM no grupo de controlo. No grupo experimental, verificamos uma diminuição menos acentuada, no mesmo período de tempo.

Facilmente se percebe, analisando o quadro 8 e a figura 3, que ambos os grupos ainda apresentam queixas de desconforto muscular às 96h, pois não atingiram o valor 0 do momento inicial.

5.4. CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS QUE CARACTERIZAM A AMOSTRA

Quadro 9 – Corelação entre as variáveis que caracterizam a amostra

		idade	altura	peso	MG	MIG
idade	Correlação de Pearson					
	Nível de Significância					
altura	Correlação de Pearson	0,28				
	Nível de Significância	0,29				
peso	Correlação de Pearson	0,47	0,90			
	Nível de Significância	0,07	0,00			
MG	Correlação de Pearson	0,47	0,82	0,88		
	Nível de Significância	0,7	0,00	0,00		
MIG	Correlação de Pearson	- 0,36	- 0,64	- 0,75	- 0,87	
	Nível de Significância	0,17	0,01	0,00	0,00	

De acordo com os valores do quadro 9, verificamos que existe uma correlação positiva e estatisticamente significativa entre o peso e a altura; a massa gorda e altura, e a massa gorda e o peso; entre a massa isenta de gordura e altura, o peso e a massa gorda a correlação é negativa e estatisticamente significativa.

5.5. CORRELAÇÃO ENTRE OS MARCADORES INDIRETOS DE LESÃO E AS VARIÁVEIS QUE CARACTERIZAM A AMOSTRA

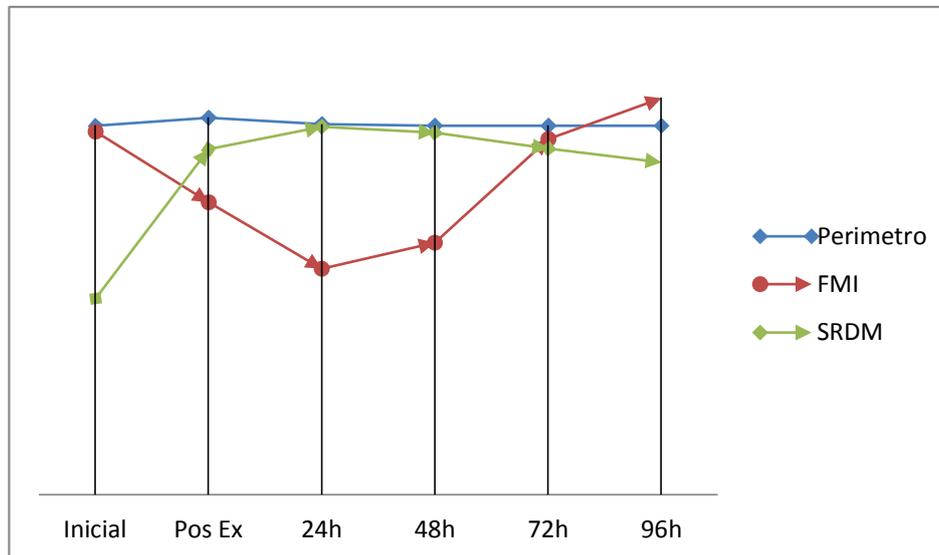
Quadro 10 – Correlação entre as variáveis que caracterizam a amostra e os marcadores indiretos de lesão

		idade	altura	peso	MG	MIG
Perímetro	Correlação de Pearson	0,23	0,91	0,98	0,73	- 0,59
	Nível de Significância	0,39	0,00	0,00	0,00	0,02
FMI	Correlação de Pearson	0,19	0,89	0,82	0,76	- 0,70
	Nível de Significância	0,461	0,669	0,00	0,00	0,00
SRDM	Correlação de Pearson	0,26	0,04	0,42	0,39	- 0,29
	Nível de Significância	0,93	0,88	0,11	0,14	0,26

De acordo com os valores do quadro 10, verificamos a existência de correlações estatisticamente significativas e positivas entre o perímetro e altura, o perímetro e o peso, o perímetro e a massa gorda; a força máxima isométrica e o peso, a força máxima isométrica e a massa gorda; encontramos também negativas e estatisticamente significativas entre o perímetro e a massa isenta de gordura, entre a força máxima isométrica e a massa isenta de gordura.

5.6. CORRELAÇÃO ENTRE OS MARCADORES INDIRETOS DE LESÃO

Fig 4 – Evolução das variáveis nos diferentes momentos de avaliação da amostra



A figura 4 permite ilustrar a evolução das variáveis em estudo nos diversos momentos estudados.

Podemos observar que o momento mais alto de perimetria verificou-se no momento imediatamente após o exercício baixando para valores próximos dos iniciais ao longo do tempo.

Conseguimos perceber que a FMI e a SRDM evoluem na razão inversa ao longo do tempo, sendo às 24h o momento mais baixo da FMI e simultaneamente o mais elevado da SRDM.

Quadro 11 – Correlação entre o perímetro e os restantes marcadores indirectos de lesão

		FMI	SRDM
Perímetro	Correlação de Pearson	,837	,044
	Nível de Significância	,000	,669

De acordo com os valores do quadro 11, verificamos que existe uma correlação positiva e estatisticamente significativa entre o perímetro e a FMI.

Quadro 12 – Correlação entre o FMI e a SRDM

		SRDM
FMI	Correlação de Pearson	-,263
	Nível de Significância	,010

De acordo com os valores do quadro 12, corroborados pela análise da evolução das variáveis da figura 4, verificamos uma correlação negativa e estatisticamente significativa entre a FMI e a SRDM.

VI. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A elaboração deste capítulo tem como objectivo principal analisar e fundamentar os resultados obtidos com base na revisão bibliográfica efectuada.

No nosso estudo, procurámos avaliar de que forma é que a IAF aplicada imediatamente após à realização de actividade física intensa e não habitual com predominância de contracções excêntricas poderá influenciar a perimetria, a performance ao nível da força máxima isométrica e a SRDM no músculo quadrícipite.

Para o efeito foram conceptualizadas 7 hipóteses às quais procuramos responder ao interpretar os resultados obtidos. Assim, no que diz respeito à primeira hipótese (H1 - Existem diferenças significativas de perimetria nos diferentes momentos de avaliação em cada um dos grupos) e à segunda hipótese (H2 - Existem diferenças significativas de perimetria, entre os dois grupos) conjeturada no nosso estudo concluímos que não existem diferenças significativas contrariamente aos dados de Torres et al. (2012) em que o aumento do perímetro é uma das evidências da MEx, e ainda à hipótese defendida por Ferreira-Junior et al. (2014) que defendem uma recuperação mais rápida do edema para os elementos que realizaram o protocolo de IAF. No entanto é de salientar que os valores dos perímetros são mais elevados no momento imediatamente após o exercício, o que corrobora o efeito resultante do stress mecânico imposto pela aplicação do programa de exercício a provocar o edema.

No que concerne à terceira hipótese (H3 - Existem diferenças significativas de força máxima isométrica entre os diferentes momentos de avaliação em cada um dos grupos), quando analisamos a FMI, esta demonstra uma tendência para o decréscimo até às 24h, momento em que atinge o seu valor mínimo em ambos os grupos, no entanto, este decréscimo na capacidade de gerar força máxima, apesar de largamente aceite como um marcador de lesão muscular após um exercício extenuante que envolvam contracções excêntricas, não apresentou diferenças significativas no nosso estudo.

Relativamente à quarta hipótese em estudo (H4 - Existem diferenças significativas de força máxima isométrica, entre os dois grupos) concluímos que os nossos dados não demonstram diferenças, o que contraria Hausswirth et al. (2011) que sugere que a terapia com frio, imediatamente após o exercício, é benéfica para restaurar mais rapidamente a capacidade de gerar força. No entanto, esta hipótese poderá ser tida em consideração no nosso estudo, visto que apesar de não existirem diferenças estaticamente significativas conseguimos observar uma tendência para o aumento de 2% de FMI no grupo experimental às 96h, o que não aconteceu no grupo de controlo, no mesmo momento, uma vez que este ainda demonstrava níveis de força inferiores comparativamente ao momento inicial. A explicação desta tendência pode ser baseada pelo mecanismo da vasoconstrição provocado pela aplicação da IAF, que induz diminuição da permeabilidade dos vasos às células imune, redução do edema característico do processo inflamatório e diminuição da dor. Esta sequência de eventos pode levar à atenuação do processo inflamatório e ter um papel importante na redução dos danos secundários que poderão resultar também numa melhoria da capacidade de gerar força muscular, tal como defendem Costello et al. (2013).

Analisando os resultados referentes à SRDM, a quinta hipótese do nosso estudo (H5 - Existem diferenças significativas de SRDM entre os diferentes momentos de avaliação em cada um dos grupos) concluímos que existem diferenças significativas apesar da evolução ser muito semelhante nos dois grupos, verificando-se um carácter agudo e retardado, tal como defendem Clearly, Sitler e Kendrick (2006). Segundo estes investigadores os sinais e sintomas de desconforto surgem após o exercício intenso e podem permanecer até 4 dias, sendo que, esta magnitude do desconforto está dependente da duração e intensidade do estímulo. Tal facto verificou-se no nosso estudo, visto que às 72h ainda existia sensação de desconforto, generalizada, em ambos os grupos, sendo que no nosso estudo esse desconforto ainda se verificava mesmo às 96h. Os dados obtidos no nosso estudo são também corroboradas por Aminian-Far et al. (2011) que sugere que a sensação de desconforto revela-se habitualmente algumas horas após a prática de exercício inabitual ou

exaustivo e atinge o seu pico pelas 24 a 48h, desaparecendo espontaneamente ao fim de alguns dias. O nosso estudo também apoia a tese de que a SRDM apresentava os valores mais elevados às 24h e 48h. Parece-nos que o facto de os participantes no estudo referirem sentir tal desconforto poderá corresponder segundo Torres et al. (2012) à elevada tensão mecânica exercida e às alterações metabólicas impostas pelo exercício que poderão provocar a estimulação das estruturas nervosas sensitivas a nível muscular local, factor que contribui para o carácter retardado da sensação de desconforto muscular.

No que diz respeito à sexta hipótese do nosso estudo (H6 - Existem diferenças significativas de SRDM, entre os dois grupos) concluímos que o grupo de controlo apresenta níveis de desconforto muscular de intensidade superior, comparativamente ao grupo experimental. No entanto as diferenças apenas são estatisticamente significativas às 24h e às 96h. Isto é, o grupo experimental apresentava valores significativamente mais baixos do que o grupo de controlo nestes momentos. Costello et al. (2003) sugerem a hipótese da atenuação do processo inflamatório ter um papel importante na redução dos danos secundários, o que poderá resultar numa diminuição da percepção de dor. Wilcock et al. (2006) acredita ainda que a IAF reduz a necrose da célula e a migração dos neutrófilos assim como abranda o metabolismo da célula e a condução nervosa, o que levará, igualmente, a uma redução dos danos inflamatórios secundários.

No que diz respeito à última hipótese do nosso estudo (H7 - A imersão em água fria influencia a recuperação da lesão muscular) concluímos que não há diferenças ao nível da perimetria e da FM. No entanto, no que concerne à percepção subjectiva de dor as diferenças são estatisticamente significativas, isto é, a IAF parece influenciar positivamente a SRDM. No que se refere à eficácia da crioterapia no seu efeito analgésico, a mesma conclusão é corroborada por Barnett (2006) e de Vaile et al. (2008) os quais defendem que a IAF é eficaz na diminuição dos défices fisiológicos e funcionais associados à SRDM, mas não eficaz na recuperação dos níveis de força. Os dados do nosso estudo contrariam Isabell et al. (1992), que sugerem que o gelo não é eficaz na

redução dos sintomas da SRDM e Howatson, G., Gaze, D., & van Someren, K., A. (2005), que também não encontraram evidências que defendam a sua utilização. No entanto Barnett (2006) refere que a estratégia de combate ao desconforto muscular pós exercício físico tem sido inconclusiva em relação à eficácia da crioterapia com excepção do seu efeito analgésico.

Apesar de não termos conceptualizado mais hipóteses do que as acima referidas, ao longo da análise estatística efectuada com os nossos dados encontramos outros resultados significativos e interessantes.

Acerca do protocolo de dano muscular, analisando os resultados referentes à perimetria, FMI e SRDM, parece-nos que o facto de os participantes no estudo, aumentarem a perimetria após o protocolo, diminuírem a FMI até às 48h e referirem sentir desconforto muscular ainda após as 96h, é resultante do stress mecânico imposto através da aplicação do programa de exercício. Tal como defendem Hausswirth et al. (2011) está bem documentado que o exercício intenso predominantemente excêntrico, que envolva geração de força em alongamento muscular provoca alterações estruturais afectando as propriedades contracteis do músculo que tipicamente gera, entre outros, sensação retardada de desconforto muscular, edema e um declínio da capacidade de gerar força máxima. O nosso estudo corrobora então algumas descobertas conseguidas por outros estudos, entre os quais de Howatson et al. (2005) ou Ferreira-Junior et al. (2014) em que este programa de exercício é indutor de miopatia.

Quando analisamos a correlação entre as variáveis que caracterizam a amostra e os marcadores indirectos de lesão verificamos que quanto maior a idade, a altura, o peso e a massa gorda maior foram os valores de perimetria, FMI e SRDM. O inverso verifica-se em relação à correlação entre a massa isenta de gordura e os marcadores indirectos de lesão estudados.

Os resultados obtidos foram ainda esclarecedores quanto à correlação positiva entre a FMI e o perímetro com níveis de significância elevados. Parece-nos também pertinente referir a relação negativa com elevado valor de significância entre a FMI e a SRDM. De facto, o valor destas variáveis durante toda a investigação foram sempre inversamente proporcionais. Estes dados

parecem corroborar todas as investigações que demonstram os sintomas de aumento de perimetria, diminuição da capacidade de gerar força máxima e desconforto muscular presentes na MEx.

VII. CONCLUSÕES

Quando nos propusemos a realizar um trabalho com o intuito de conhecer mais acerca da temática do efeito da crioterapia na MEx, presumimos que esta apresentava um efeito preventivo no aparecimento dos sinais e sintomas de lesão muscular provocada pelo exercício.

A questão que colocávamos, após uma revisão da literatura controversa acerca do tema, consistiu em saber se a IAF seria indicada para atenuar e/ou retardar os sinais ou sintomas como o edema, diminuição da força e aparecimento de dor muscular.

Para responder a essa questão existia uma premissa obrigatória e inicial do nosso estudo: causar dano muscular. Só assim poderíamos concluir acerca de todos os objectivos da nossa investigação. Assim, a primeira conclusão que podemos extrair do nosso trabalho é então, a certeza que o protocolo de exercício foi de magnitude suficiente para aumentar a perimetria após o protocolo, diminuir a FMI até às 48h e induzir desconforto muscular até ao momento final da nossa avaliação em todos os participantes.

Quando refletimos acerca do protocolo de recuperação escolhido parece-nos importante referir que existe, de facto, um considerável número de estratégias têm vindo a ser estudados para diminuir a severidade da miopatia recorrente de exercícios de tal magnitude. A nossa atenção nesta investigação focou-se na imersão em água fria, habitualmente designada por crioterapia. No entanto, desde logo é importante reconhecer que ambos os grupos deveriam ter realizado a imersão, o grupo de controlo em água termo neutra e o grupo experimental em água fria, pois assim o grupo experimental vivenciou os efeitos não apenas da água fria como também da pressão hidrostática. Analisando a literatura, no que concerne à temperatura da água, esta varia entre os 5 graus e os 15 graus, o tempo de imersão entre os 3 e os 20 minutos numa ou várias imersões com imersão parcial ou total do corpo. Optamos por seguir as linhas orientadoras de outros autores, mas sugerimos que estudos

futuros estudos se procurem a possível existência de diferenças entre os diferentes métodos de imersão ao nível da recuperação da miopatia.

Após a realização deste trabalho, observamos que os resultados obtidos não foram totalmente coerentes com os pressupostos iniciais, uma vez que não podemos concluir que o programa IAF demonstrou trazer vantagens com valor significativo para a FMI apesar de o grupo experimental ter demonstrado às 96h uma recuperação completa enquanto o grupo controlo apresentavam valores próximos, mas não de recuperação total. Ao nível da SRDM a IAF parece, neste caso, demonstrar melhorias claras entre um grupo e outro às 24h e às 96h, com vantagem para o grupo experimental.

Os banhos de IAF podem, então, ser considerados como uma alternativa ou um método complementar de recuperação, pois tem fácil aplicação e custos reduzidos. Apesar de não existir consenso entre os autores que abordam esta temática, acreditamos que a maioria das pessoas que pratica exercício físico intenso e/ou inabitual, em que existam sinais e sintomas de MEx, pode realizar IAF no sentido de minorar a sintomatologia da SRDM.

Dada a controvérsia existente actual, relativamente ao efeito da crioterapia na SRDM, parece-nos importante a continuação da investigação nesta área, no sentido de enriquecer conhecimentos e aplicá-los de uma forma eficaz pelos profissionais da Educação Física e do Desporto, conseguindo desta forma elaborar programas de recuperação mais rápida e eficaz, no que diz respeito à sintomatologia da SRDM, uma vez que esta poderá contribuir para o abandono da prática de actividade física.

Desta forma, cabe-nos a nós tudo fazer, para prevenir esse abandono e promover estratégias de intervenção que motivem a população para a prática de exercício físico.

Como proposta para futuros estudos realizados neste âmbito, recomendamos a utilização de marcadores bioquímicos, para obter respostas com maior acuidade no que concerne aos efeitos do processo inflamatório causado no músculo pelo exercício, visto que para nós estes métodos são de difícil acesso e bastante dispendiosos e eventualmente avaliar diferentes

protocolos de IAF para otimizar a crioterapia no que concerne à duração, ao número de sessões e, à temperatura óptima.

Para além das limitações acima referidas ao nosso estudo, apontamos também o facto da nossa amostra ser de conveniência. A escolha de uma amostra de conveniência deve-se ao facto do protocolo de exercício físico ser bastante doloroso e incapacitante e, além disso, apenas avaliar jovens adultos masculinos fisicamente activos. Por isso alguns resultados encontrados podem não ter um poder explicativo para as questões levantadas, razão pela qual se sugere que outros estudos sejam realizados tendo em conta estas limitações. Além disso, devido ao reduzido tamanho amostral, não foi possível utilizar outro tipo de técnicas estatísticas.

Apesar destas limitações pensamos que os objectivos para a realização deste trabalho foram cumpridos.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- 📖 American College of Sports Medicine (2013). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 9ª. Connecticut
- 📖 Aminian-Far, A., Hadian, M., Olyaei, G., Talebian, S., & Bakhtiary, A. (2011). Whole body vibration and the prevention and treatment of delayed-onset muscle soreness. *Journal of Athletic Training*, 46 (1), 43-49.
- 📖 Andersen J. (2005). Stretching before and after exercise: effect on muscle soreness and injury risk. *Journal of Athletic Training*, 40 (3): 218-220
- 📖 Ascensão A., Leite M., Rebelo A., Magalhães S., & Magalhães J. (2011) Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. *Journal of Sports Sciences*. 29(3):217–225.
- 📖 Barnett A. (2006). Using recovery modalities between training sessions in elite athletes. Does it help? *Sports Med* 36(9):781-796.
- 📖 Cheung, K., Hume, P., & Maxwell, L. (2003). Delayed onset muscle soreness treatment strategies and performance factors. *Sports Medicine*, 33 (2), 145-164.
- 📖 Clearly, M., Sitler, M., Kendrick, Z. (2006). Dehydration and symptoms of SRDM in normothermic men. *Journal of athletic training*, 41 (1)
- 📖 Clarkson, P. M., & Hubal, J. M. (2002). Exercise-induced muscle damage in humans. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 81: 52-69
- 📖 Clarkson, A., Kimura, I., Sitler, M., Paolon, A., Kelly, J. (1992). Varius Treatment techniques on sines and symptoms of SRDM. *Journal of athletic training*, 31 (2)
- 📖 Costello J., Baker P., Minett G., Bieuzen F., Stewart I., & Bleakley C. (2013). Whole-body cryotherapy (extreme cold air exposure) for preventing and treating muscle soreness after exercise in adults, *PLoS ONE*. e48190
- 📖 Duarte, J. (1993). *Lesões Celulares do Músculo Esquelético Induzidas pelo Exercício Físico*. Tese de Douturamento. FDEF-UP

- 📖 Duarte, J., Mota, M., Neuparth, M., Appell, H., & Soares, J. (2001). Miopatia do exercício: Anatomopatologia e fisiopatologia. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 1 (2), 73-80. FDEF-UP.
- 📖 Fraga, M. (2008). *Impacto do exercício excêntrico na funcionalidade mitocondrial do músculo esquelético*. Tese de Mestrado. FDEF-UP
- 📖 Ferreira-Junior J., Bottaro M., Loenneke J., Vieira A., Vieira C., Coelho, L., Cadore, E., Simões H., & Bemben M. (2014). One session of partial-body cryotherapy (-110°C) improves muscle damage recovery. *Scand J Med Sci Sports*, 5 (247): 1–4.
- 📖 Friden, J., & Liber, R. (1992). Structural and mechanical basis of exercise induce muscle injury. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 24: 52-530
- 📖 Gleeson, M. (2007). Immune function in sport and exercise. *J Appl Physiol*. 103:693-699.
- 📖 Gulick, D., Kimura, I., Sitler, M., Paolon, A., Kelly, J. (1996). Various Treatment techniques on sines and symptoms of SRDM. *Journal of athletic training*, 31 (2)
- 📖 Hausswirth C., Louis J., Bieuzen F., Pournot H., Fournier J., Filliard J., & Brisswalter J. (2011). Effects of whole-body cryotherapy vs far-infrared vs passive modalities on recovery from exercise-induced muscle damage in highly-trained runners. *PLoS ONE*. e27749.
- 📖 Herrera E., Sandoval M., Camargo D., & Salvini T., (2010). Motor and sensory nerve conduction are affected differently by ice pack, ice massage and cold water immersion. *Phys Ther*, 90, 581-591.
- 📖 Hongling, N., Kawczynski, A., Madeleine, P., Nielsen, L. (2005). Delayed onset muscle soreness in neck and shoulder muscles. [versão electrónica] *ScientificAmerica.com*.
- 📖 Howatson, G., Gaze, D., & Someren, K. A. v. (2005). The efficacy of ice massage in the treatment of exercise-induced muscle damage. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 15, 416-422.

-
- 📖 Isabell, W., Durrant, E., Myrer, W., Anderson, S. (1992). The effects of ice massage, ice massage with exercise, and exercise on the prevention and treatment of SRDM . *Journal of athletic training*, 27 (3)
- 📖 Kitchen, S. (2003). *Electroterapia: prática baseada em evidências* (11ª ed). Manole
- 📖 Lee, J., & Clarkson, P. M. (2003). Plasma creatine kinase activity and glutathione after eccentric exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 930–936.
- 📖 Leite, M. (2009). *Efeitos da crioterapia na recuperação das alterações na performance física e de indicadores lesão muscular induzida por um único jogo de futebol*. Tese de Mestrado. FDEF-UP.
- 📖 MacIntyre, D.L., Reid, W., McKenzie, D. (1995). SRDM: the inflammatory response to muscle injury and its clinical implications. *Sports Med.*, 20(1): 24-40
- 📖 Proske, U., & Morgan, D. L. (2001). Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *Journal of Physiology*, 537: 333-345.
- 📖 Rodenburg, JB., Steenbeek, D., Schiereck, P., Bar, Pr. (1994). Warm up, Stretching and Massage diminish harmful effects of eccentric exercise. *Int. J. Sports Med.*, 15: 414-419
- 📖 Ribeiro, S. (2006). *Fadiga e recuperação no futebol*. Tese de Mestrado. FDEF-UP.
- 📖 Sellwood, K. L., Brukner, P., Williams, D., Nicol, A., & Hinman, R. (2007). Ice-water immersion and delayed-onset muscle soreness. *British Journal of Sports Medicine*, 41: 392-397
- 📖 Silva, J. (2007). *Fadiga e recuperação no futebol. Análise e impacto fisiológico e funcional de um jogo formal de futebol de onze*. Tese de Mestrado. FDEF-UP.
- 📖 Strazdins e Bammer (2004). Women, work and musculoskeletal health. *Social Science and Medicine*, 58: 997-1005.

- 📖 Taylor, Butler e Gandevia (2000). Changes in muscle afferents, motoneurons and motor drive during muscle fatigue. *Eur J Appl Physiol*, 83: 106-115.
- 📖 Torres, R. (2003). *Influência da aplicação de um programa de estiramentos estáticos após contracções excêntricas, nas manifestações clínicas e bioquímicas da lesão muscular esquelética*. Tese de Mestrado. FDEF-UP.
- 📖 Torres, R., Ribeiro, F., Duarte, J., & Cabri, J. (2012). Evidence of the physiotherapeutic interventions used currently after exercise-induced muscle damage: Systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*, 13, 101-114.
- 📖 Vaile, J., Halson, S., Gill, N., & Dawson, B. (2008). Effect of hydrotherapy on the signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *European Journal of Applied Physiology* 102, 447-455.
- 📖 Wilcock I., Cronin J., & Hing W. (2006) Physiological response to water immersion: a method for sport recovery? *Sports Med* 36: 747–765.

ANEXOS

Par – Q & You
Physical Activity Readiness Questionnaire

Identificação:

SOBRE SAÚDE

O seu médico alguma vez lhe disse que tinha complicações cardiovasculares, recomendando-lhe apenas exercício físico mediante supervisão?

Alguma vez sentiu dores no peito antes e durante actividade física?

Durante o último mês, alguma vez teve dores no peito sem ser na prática de actividade física?

Alguma vez perdeu o equilíbrio devido a tonturas ou alguma vez perdeu a consciência?

Tem problemas ósseos ou articulares que possam piorar com o início de um Programa de Actividade Física?

Está a tomar algum medicamento para controlar a pressão arterial?

Conhece alguma outra razão pela qual deveria fazer exercício físico de forma “limitada”?

SOBRE EXERCÍCIO

Histórico de exercício físico? Da infância até hoje... Tem treinado nos últimos 3 meses, entre 2 a 3 vezes por semana?

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO

Considerando a “Declaração de Helsínquia” da Associação Médica Mundial (Helsínquia 1964; Tóquio 1975; Veneza 1983; Hong Kong 1989; Somerset West 1996 e Edimburgo 2000)

“EFEITO AGUDO DA CRIOTERAPIA NA MIOPATIA DO EXERCÍCIO.

O EFEITO DA IMERSÃO EM ÁGUA FRIA NOS INDICADORES INDIRECTOS DE LESÃO INDUZIDO POR EXERCÍCIO EXCÊNTRICO E INABITUAL, NO MÚSCULO QUADRICÍPITE.”

Eu, abaixo assinado, _____ (nome completo do voluntário)

declaro que compreendi a explicação que me foi fornecida acerca da investigação que se pretende realizar, bem como do estudo em que serei incluído.

Tomei conhecimento de que, de acordo com as recomendações da Declaração de Helsínquia, a informação prestada incluiu os objectivos, os métodos, os benefícios previstos e os potenciais riscos. Foi-me igualmente transmitido o facto de ter direito a recusar a minha participação no estudo, bem como a possibilidade de abandonar o estudo a qualquer momento, sem que isso possa ter como efeito qualquer prejuízo para mim próprio.

Por isso, consinto que me seja aplicada a entrevista, bem como o programa de actividade física intensa e inabitual, proposto pelo investigador.

Data: ____ / ____ / ____

Assinatura do voluntário: _____

Investigador responsável

Assinatura: _____

(Manuel Rui Fernandes)

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO

Considerando a “Declaração de Helsínquia” da Associação Médica Mundial
(Helsínquia 1964; Tóquio 1975; Veneza 1983; Hong Kong 1989; Somerset West 1996 e Edimburgo 2000)

**“EFEITO AGUDO DA CRIOTERAPIA NA MIOPATIA DO EXERCÍCIO. O EFEITO DA IMERSÃO
EM ÁGUA FRIA NOS INDICADORES INDIRECTOS DE LESÃO INDUZIDO POR EXERCÍCIO
EXCÊNTRICO E INABITUAL, NO MÚSCULO QUADRICÍPITE.”**

Eu, abaixo assinado, _____ (nome completo do voluntário)

declaro que compreendi a explicação que me foi fornecida acerca da investigação que se pretende realizar, bem como do estudo em que serei incluído.

Tomei conhecimento de que, de acordo com as recomendações da Declaração de Helsínquia, a informação prestada incluiu os objectivos, os métodos, os benefícios previstos e os potenciais riscos. Foi-me igualmente transmitido o facto de ter direito a recusar a minha participação no estudo, bem como a possibilidade de abandonar o estudo a qualquer momento, sem que isso possa ter como efeito qualquer prejuízo para mim próprio.

Por isso, consinto que me seja realizada a entrevista, bem como o programa de actividade física intensa e inabitual e de seguida o programa de crioterapia, proposto pelo investigador.

Data: ____ / _____ / _____

Assinatura do voluntário: _____

Investigador responsável

Assinatura: _____

(Manuel Rui Fernandes)

Nome		Data de Nascimento		
Peso		Altura		
MG		MIG		
Pos Ex Data:	<p style="text-align: center;">Escala visual de dor</p>		Perimetro	
			FMI	
			Coef Var	
	24h Data:		<p style="text-align: center;">Escala visual de dor</p>	Perimetro
			FMI	
		Coef Var		
48h Data:		<p style="text-align: center;">Escala visual de dor</p>	Perimetro	
		FMI		
		Coef Var		
72h Data:		<p style="text-align: center;">Escala visual de dor</p>	Perimetro	
		FMI		
		Coef Var		
96h Data:		<p style="text-align: center;">Escala visual de dor</p>	Perimetro	
		FMI		
		Coef Var		

