

Joana Medeiros Andrade

**Efeitos da Terapia Tecar na Sensação
Retardada de Desconforto Muscular no
quadricípite**

Orientador: Paulo Carvalho

Unidade Curricular de Projeto em Fisioterapia

Mestrado em Fisioterapia

Opção Terapia Manual Ortopédica

Setembro 2016

Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto
Instituto Politécnico do Porto

Joana Medeiros Andrade

**Efeitos da Terapia Tecar na Sensação Retardada de
Desconforto Muscular no quadrícipite**

Dissertação submetida à Escola Superior de Tecnologia a Saúde do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia – Opção Terapia Manual Ortopédica, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Paulo de Carvalho, Categoria de Professor Adjunto Convidado, da Área Técnico-Científica de Fisioterapia.

Setembro de 2016

Efeitos da Terapia Tecar na Sensação Retardada de Desconforto Muscular no quadríceps

Joana Andrade¹, Carvalho P², Crasto C², Cardoso R³, Montes A²

¹ESTSP – Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto, Vila Nova de Gaia, Portugal

jandrade@ufp.edu.pt

²ATCFT – Área Técnico-Científica da Fisioterapia

³HE UFP – Hospital-Escola Universidade Fernando Pessoa

Resumo

Introdução: A Terapia Tecar mostrou efeitos imediatos no alívio da dor, contudo é desconhecido o seu efeito a longo prazo. **Objetivo(s):** avaliar os efeitos da Terapia Tecar na sensação retardada de desconforto muscular no quadríceps. **Métodos:** numa amostra de 40 indivíduos distribuídos aleatoriamente em dois grupos, um com e outro sem Terapia Tecar, em que ambos realizaram um protocolo de fadiga. Foram avaliados em 5 momentos, no imediato, 24 horas após e 48 horas após. Relativamente a limiar de dor á pressão, desconforto muscular, funcionalidade do membro e avaliação isocinética. **Resultados:** observou-se que o grupo Tecar apresentou significativamente menos dor que o grupo sem Tecar no momento M24Após ($p=0,027$). Contudo não houve diferenças na variável *Single Leg Hop* e na variável Limiar de dor á pressão. **Conclusão:** a Terapia Tecar mostrou ser eficaz no alívio imediato da dor, no entanto os resultados a longo prazo não foram estatisticamente significativos. Não teve efeitos significativos no aumento de força e funcionalidade do membro.

Palavras-chave: Sensação Retardada de Desconforto Muscular, Terapia Tecar, Exercício Excêntrico, Estudo Randomizado Controlado

Abstract

Background: Tecar therapy showed immediate effects in relieving pain, however it is unknown what is its long-term effect. **Aim(s):** Evaluate the effects of Tecar Therapy in delayed onset muscle soreness on quadriceps. **Methods:** a sample of 40 subjects randomly assigned into two groups, one with and one without Tecar therapy, where both conducted a fatigue protocol. They were evaluated in 5 times, immediately, 24 hours and 48 hours later. Relatively to pressure pain threshold, muscle soreness, member functionality and isokinetic evaluation. **Results:** It was observed that the Tecar group had significantly less pain than the group without Tecar in moment M24 later ($p = 0.027$). However, there were no differences in the Single Leg Hop and pressure pain threshold variable. **Conclusion:** Tecar therapy proved to be effective in immediate pain relief, however long term results weren't statistically significant. It hadn't significant effects on increasing strength and member functionality.

Key words: Delayed onset muscle soreness, Tecar Therapy, Eccentric exercise, Randomized Controlled Study

1 Introdução

A sensação retardada de desconforto muscular (SRDM) surge habitualmente algumas horas após a prática de exercício não habitual ou exaustivo, preferencialmente aquando de uma contração excêntrica (CE) (Asmussen, 1956). Surge nomeadamente em indivíduos sedentários, no entanto, surge também em atletas que pratiquem exercício físico regular. Esta é diferente da sensação de desconforto aguda sentida durante e imediatamente após o exercício, visto que, usualmente, aparece depois de 12-24h e o seu pico surge nas primeiras 24-72h desaparecendo espontaneamente no prazo máximo de 7 dias (Newham, 1988 e Arendt-Nielsen e Graven-Nielsen, 2003).

A SRDM caracteriza-se por uma hiperalgesia mecânica, isto é, sensibilidade e dor induzida pelo movimento no grupo muscular ou músculo em questão, no entanto, normalmente, não manifesta dor em repouso (Graven-Nielsen e Arendt-Nielsen, 2003). A SRDM pode interferir com o desempenho motor dos atletas e poderá causar uma lesão grave (Hayashi *et al.*, 2011), pode também resultar numa dor crónica e/ou hiperalgesia com alterações plásticas no sistema nervoso central (SNC) (Sluka *et al.*, 2012). Na SRDM há diminuição da amplitude de movimento e da potência máxima do músculo (Cheung, Hume e Maxwell, 2003; Chapman *et al.*, 2006; Mori *et al.*, 2014).

Têm sido propostas diversas causas para a SRDM, sendo a lesão das fibras musculares e a conseqüente inflamação a mais aceite (Cheung, Hume e Maxwell, 2003), contudo segundo Mizumura e Taguchi (2016), a lesão e inflamação das fibras musculares é importante, mas não é essencial para ocorrer a SRDM. Hough (1902), afirma como principal causa da SRDM, a rutura das fibras musculares, visto que, o desconforto foi observado após uma contração rápida e forte. Asmussen (1956) foi o primeiro a propor que a CE está associada com a SRDM. Esta teoria foi mais tarde confirmada por outros investigadores (Friden, Sjostrom e Ekblom, 1981; Armstrong, Oglive e Schwane, 1983 e Newham *et al.*, 1983).

A SRDM pode interferir com o dia-a-dia e com a performance dos atletas e pode dificultar o regresso ao treino para aqueles que não estão familiarizados com o exercício, como tal são necessários métodos eficazes para prevenir a SRDM. Diversas estratégias como exercícios prévios (até 2 semanas antes) com pequeno número de contrações isométricas máximas (Chen *et al.*, 2012) ou exercícios suaves de CE (Chen, Nosaka e Chen, 2011; Chen *et al.*, 2013) mostraram serem eficazes na prevenção da SRDM. A massagem após o exercício mostrou ser eficaz na redução da mesma, contudo não encontraram qualquer efeito benéfico em relação à força muscular reduzida ou outro declínio funcional, inerentes à SRDM (Farr *et al.*, 2002).

A Terapia Tecar é uma corrente monopolar, que trabalha com frequências entre 300 Khz e 1 Mhz, que tem um elétrodo móvel controlado pelo terapeuta e um elétrodo fixo que está em contacto com o paciente. Como tal, foi criado um sistema de energia capacitiva resistida utilizando os mesmos princípios da radiofrequência. Toda a atividade celular é conseguida através de mudanças eletroquímicas entre todos os seus componentes, ou seja, qualquer alteração morfológica e química na função da célula produz um efeito entre todos os componentes (Takahashi, K. *et al*, 1999). Os efeitos fisiológicos deste aumento de energia são: aumento da capacidade de extensão do tecido de colagénio por redução da viscosidade, redução da dor pela libertação de endorfinas, redução de espasmos musculares e contraturas em consequência da atividade, ativação das reações metabólicas principais químicos, vasodilatação com aumento do fluxo sanguíneo local, contribuindo para o fornecimento de oxigênio e aceleração da reabsorção hemorrágica (Ganzit, 2010).

Contudo, a Terapia Tecar mostrou efeitos imediatos no alívio da dor, contudo é desconhecido o seu efeito a longo prazo. O presente estudo tem como objetivo verificar os efeitos da Terapia Tecar na SRDM no quadrícipite.

2. Métodos

2.1. Amostra

Foi efetuado um estudo experimental randomizado controlado com uma amostra constituída por 40 participantes voluntários saudáveis que trabalham no serviço de Medicina Física e Reabilitação do Hospital-Escola Universidade Fernando Pessoa, com idade compreendida entre os 18 e os 34 anos. Os participantes foram divididos de forma aleatória (randomização em bloco) em dois grupos de 20 participantes cada (Grupo sem Terapia Tecar (GST) e Grupo com Terapia Tecar (GT)).

Foram incluídos no estudo indivíduos sem história anterior de lesão muscular nos isquiotibiais ou quadrícipite, sem patologias do foro músculo-esquelético, renal, cardíaco, metabólico, endócrinos previamente diagnosticadas que impeçam a realização de exercício físico (Hilbert *et al.*, 2003; Milias *et al.*, 2005; Abad *et al.*, 2010). Foram excluídos atletas, indivíduos com dor severa (superior a 7), indivíduos medicados com anti-inflamatórios não esteroides (AINE'S) ou que tivessem realizado exercício físico nos sete dias anteriores ao protocolo. Foram também excluídas mulheres com menstruação, grávidas ou a tomar algum fármaco (Hilbert *et al.*, 2003; Milias *et al.*, 2005; Itoh *et al.*, 2008; Abad *et al.*, 2010). Os participantes que ingeriram álcool ou cafeína 12h antes da avaliação também foram excluídos (Hübscher *et al.*, 2008). O processo de seleção da amostra foi sintetizado na figura 1.

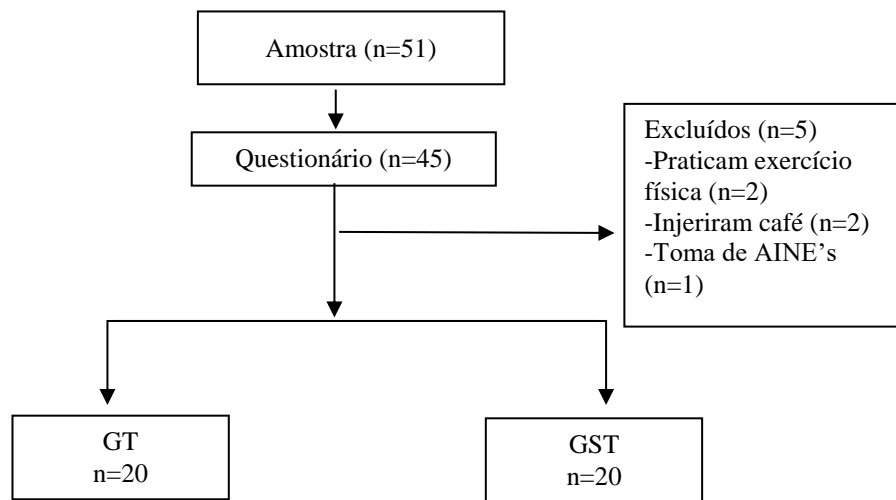


Figura 1: Diagrama Seleção da amostra

Legenda: GST (grupo sem Tecar); GT (grupo Tecar)

2.2. Instrumentos

2.2.1. Seleção e Caracterização da Amostra

A seleção da amostra teve por base um questionário entregue em mão no qual se recolheram informações sobre as características sociodemográficas e os critérios de elegibilidade (anexo 1).

A medição da altura (m) foi realizada através de um estadiómetro seca® 222 (seca – Medical Scales and Measuring Systems®, Birmingham, United Kingdom) com uma precisão de 1mm. A massa corporal (Kg) foi medido através de uma balança seca® 760 8 (seca – Medical Scales and Measuring Systems®, Birmingham, United Kingdom), com uma precisão de 1Kg.

2.2.2. Limiar de dor á pressão

O limiar de dor á pressão (LDP) foi avaliado através do algómetro (Wagner Fdix®, EUA).

2.2.3. Escala Numérica da dor

A escala numérica da dor (END) foi utilizada para avaliar o desconforto muscular, através do *Squat Test* (ST) (Miyama e Nosaka, 2004).

2.2.4. Comprimento do salto

O comprimento do salto foi avaliado através do *Single Leg Hop* (HOP), em que através de uma fita métrica colocada no chão o participante tem que saltar horizontalmente em apoio unipodal o seu máximo (Gustavsson et al., 2006)

2.2.4. Avaliação Isocinético

A avaliação da força máxima do quadríceps realizou-se através de contrações concêntricas no isocinético (Biodex® system 4 pro), numa velocidade de 60°/s, efetuando-se uma série de 10 repetições numa amplitude compreendida entre os 90° e 0°. Foram avaliadas as variáveis Peak Torque (PT), Peak Torque Body Weight (PTBW), Total Work (TW) e Average Power (AP), embora só tenha sido utilizada a variável PT (Barroso *et al.*, 2010)

2.2.5. Terapia Tecar

Foi utilizado o equipamento Winback® para realizar a Terapia Tecar, para a sua utilização usou-se um creme condutor da mesma marca que o equipamento, álcool e papel.

2.3. Procedimentos

A componente experimental do presente estudo foi realizada no serviço de Medicina Física e Reabilitação do Hospital-Escola Universidade Fernando Pessoa e uma investigadora foi responsável pela recolha de dados. Os indivíduos pertencentes à amostra foram avaliados em cinco momentos diferentes. Cada participante realizou um protocolo de exercícios indutores de dano muscular (EIDM), com a finalidade de reproduzir um esforço semelhante a um protocolo de fortalecimento indutor de SRDM. Previamente os participantes foram submetidos a um aquecimento inicial, composto por uma corrida a 5 km/h numa passadeira eletrónica durante 10 minutos.

A figura 2 apresenta a descrição do estudo:

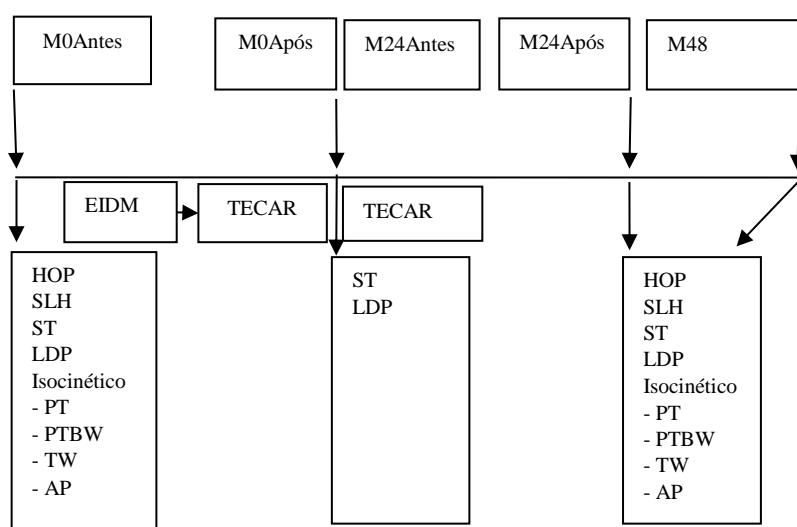


Figura 2: Descrição do estudo

Legenda: M0Antes- Primeiro momento

M0Após- Após Terapia tecar

M24Antes- Após 24horas antes da Terapia Tecar

M24Após- Após 24horas depois da Terapia Tecar

M48- Após 48h

2.3.1. Estudo piloto

Foi realizado um estudo piloto antes do início da recolha de dados usando quatro indivíduos com as mesmas características da amostra, mas não pertencente à mesma. Este foi realizado de forma a verificar todos os procedimentos antes de realizar o estudo e para facilitar a programação do mesmo.

2.3.2. Recolha de Dados Antropométricos

O protocolo foi iniciado com as medições da altura e peso dos participantes. Efetuaram-se três repetições do procedimento, registando-se os valores obtidos, sendo que para análise utilizou-se o valor médio das três repetições.

2.3.3. Membro dominante

Procedeu-se à determinação do membro inferior não dominante solicitando ao participante que chutasse uma bola para o investigador, após a ter recebido do mesmo modo (Lucena *et al.*, 1994).

2.3.4. Recolha do limiar de dor por pressão

O limiar de dor por pressão (LDP) foi definido como a menor intensidade por parte de um estímulo a que o indivíduo sente dor (Vanderweeen *et al.*, 1996). O LDP foi avaliado utilizando um algómetro (equipamento portátil com um ponteiro com um disco de borracha na sua extremidade apresentando uma superfície de simulação de 1cm²). Os valores foram apresentados em Kg/cm², (Wagner Fdix®, EUA), onde foi exercida pressão até o participante sentir a menor intensidade de dor num ponto de referência marcado na coxa ao longo de uma linha traçada a partir das espinhas ilíaca ântero-superior para o polo superior da patela. O ponto encontra-se 5 cm acima do polo superior da patela (representando a junção mio tendinosa) (Figura 2) (Sellwood *et al.*, 2007). Os locais foram marcados para assegurar que LDP foi gravado nos mesmos locais em todos os dias. As marcações foram realizadas em posição sentada com um ângulo de 90° na articulação da anca e do joelho e realizadas três vezes em cada local, a partir do ponto mais distal e terminando com o ponto mais proximal para ambas as marcações. O melhor resultado de LDP das 3 marcações em cada local foi recolhido. Durante as marcações LDP, o algómetro foi aplicado perpendicularmente à pele (Law *et al.*, 2008; Aminiaian-Far *et al.*, 2011). Os indivíduos foram instruídos a dizer "sim" assim que a pressão exercida pelo algómetro tornou-se "um pouco desagradável", como foi proposto em estudos semelhantes (Vanderweeen *et al.*, 1996).



Figura 3: Limiar de dor à pressão (LDP)

2.3.5. Desconforto muscular

A escala visual analógica, consiste numa linha desde " nenhuma dor " numa extremidade (0) e " extremamente doloroso " na outra extremidade (10) esta foi utilizada para avaliar a desconforto muscular. Isto foi dito pelo participante aquando da realização do *Squat Test* o participante permaneceu na posição de agachamento durante cinco segundos, a partir da realização da extensão do quadríceps graduava-se o desconforto a manter a posição de agachamento durante 5 segundos (Figura 3) (Miyama e Nosaka, 2004).

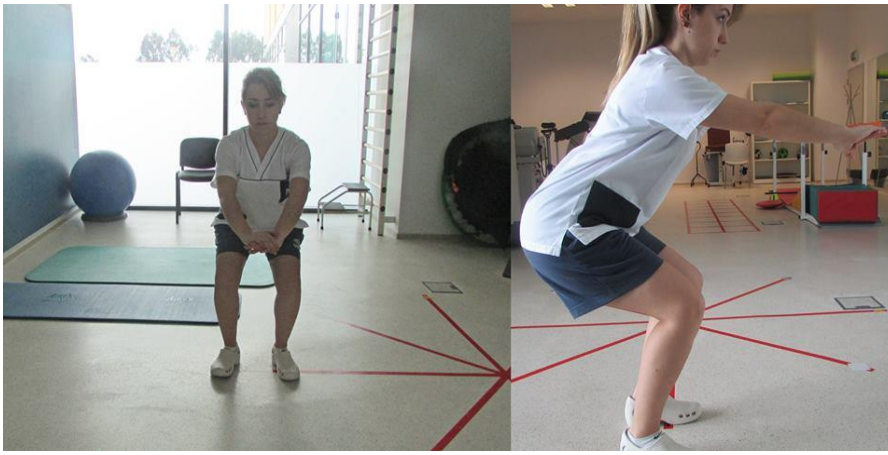


Figura 4: *Squat Test (SQ)*

2.3.6. *Single leg hop (HOP)*

Para avaliar a funcionalidade do membro inferior realizou-se o *Single leg hop* (Figura 3), pedindo ao participante para efetuar um salto horizontal unipodal, registrando a distância percorrida, tendo sido efetuadas 3 repetições e posteriormente calculou-se a média dos valores obtidos (Gustavsson et al., 2006).



Figura 5: *Single leg hop (HOP)*

2.3.7. *Protocolo de Fadiga no Isocinético*

Após o aquecimento, os participantes foram colocados na posição de sentado com o cavado poplíteo 2 cm para fora da borda da cadeira do dinamômetro isocinético, e as estabilizações foram feitas no tronco, pélvis e 1/3 distal da coxa para evitar compensações e isolar o único grau de liberdade do joelho. O eixo do dinamômetro alinhado visualmente pelo eixo da articulação do joelho, e o ponto de aplicação da resistência foi colocado 2cm acima dos maléolos da articulação tíbio-társica e fixado com bandas de velcro. Foram medidos a todos os participantes a extensão máxima e a flexão de 90°, assim como, medido o peso do membro a

testar para correção dos valores de *peak torque* (PT) derivado à ação da gravidade. Após o posicionamento, os sujeitos realizaram alguns movimentos, para habituação e aprendizagem do exercício, com resistência moderada. A avaliação da força máxima do quadríceps realizou-se através de contrações concêntricas no isocinético, numa velocidade de 60°/s, efetuando-se uma série de 10 repetições numa amplitude compreendida entre os 90° e 0° (Drouin *et al.*, 2004 e Barroso *et al.*, 2011). Após realizarem a primeira avaliação, cada participante foi submetido a um exercício indutor de dano muscular no isocinético, o programa de exercícios excêntricos compreendeu a 2 séries de contrações excêntricas até à fadiga, separadas por 30 segundos, a 80% do *peak torque* máximo. Em cada série a velocidade de contração foi de 60° por segundo e o tempo de repouso entre cada contração de 1 segundo. A amplitude de movimento estava compreendida entre 20° e 90° de flexão do joelho (Torres, *et al.*, 2005).

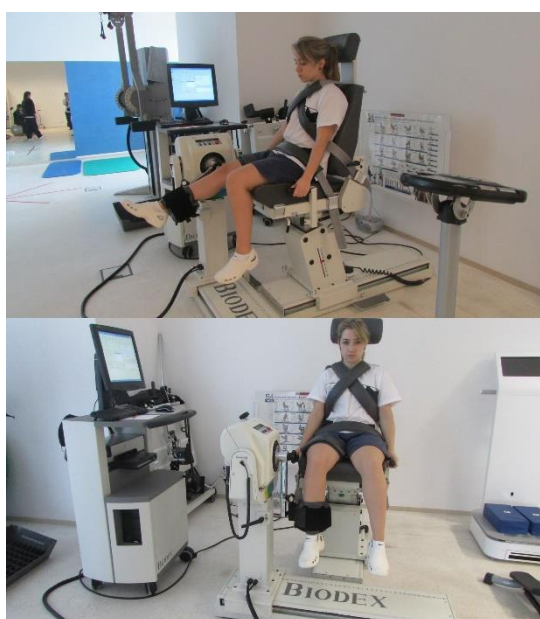


Figura 5: Posicionamento no Isocinético

2.3.8. *Terapia Tecar*

Após o protocolo de EIDM, o GT realizou um tratamento de *Terapia Tecar*, em que os participantes permaneceram em decúbito lateral com o elétrodo fixo (retangular) na articulação coxofemoral lateralmente e o elétrodo móvel (circular) que é segurado pelo fisioterapeuta, percorre um trajeto desde a origem do músculo quadríceps até à sua inserção. Em movimentos circulares e com um aumento de intensidade gradual até atingir os 50% de pico máximo, tendo em conta que nos últimos 5 minutos aquando da sua realização reduziu-se gradualmente a sua intensidade até aos 10%, equivalente á intensidade inicial. Este processo decorre durante 20 mim em que os cinco minutos finais centram-se maioritariamente na região mio tendinosa. O

GST permaneceu em repouso durante esses 20 minutos. Potência máxima varia entre 400VA (método capacitivo) a 100Watts (método resistido) com frequências de 500KHz e 300KHz.



Figura 6: Posicionamento de Terapia Tecar



Figura 7: Aparelho de Terapia Tecar

2.4. Ética

Todos os participantes foram informados dos objetivos, métodos e procedimentos do estudo, tendo oportunidade de colocar qualquer questão. Segundo os princípios e normas da Declaração de Helsínquia (anexo 2) foi preenchido por todos os participantes o consentimento informado, tendo-lhes sido garantido o anonimato e confidencialidade dos dados e dada a oportunidade de consentirem, recusarem ou interromperem a participação a qualquer momento. Todas as questões éticas foram previamente avaliadas e aprovadas pela comissão de ética da instituição onde o estudo foi realizado.

2.5. Estatística

Para a análise estatística foi utilizado o programa *Statistical Package for Social Science* (SPSS) versão 22 (IBM, Inc., Chicago, IL) e um intervalo de confiança de 95% com um nível de significância de 0,05 (Marôco, 2010).

A utilização de testes não paramétricos deveu-se ao facto do pressuposto de normalidade, verificado por meio do teste de *Shapiro-Wilk* não foi garantido.

Para comparação das variáveis e rácios entre os grupos recorreu-se ao teste de *Mann-Whitney* para amostras independentes visto que as variáveis não seguiam a normalidade e apresentavam reduzido n amostral (Marôco, 2010). Para amostras relacionadas com o objetivo de comparar a evolução do momento inicial para o final, em ambos os grupos utilizou-se o teste de *Wilcoxon* seguido de uma correção de bonferoni (Marôco, 2010).

3. Resultados

As características da amostra de ambos os grupos, nomeadamente a idade, altura (em centímetros), o peso (em quilogramas) e o Índice de Massa Corporal - IMC (em quilogramas por metro quadrado), não apresentaram diferenças significativas entre grupos demonstrando homogeneidade entre grupos (tabela 1).

Tabela 1: Caracterização Sociodemográfica da amostra

	Idade (anos)	Peso (Kg)	Altura (m)	IMC (kg/m²)
N	40	40	40	40
Média	25,825	64,837	1,660	23,525
Desvio Padrão	4,205	8,038	,074	2,505

No que se refere á diferença entre grupos relativamente á variável END, o GT tem menor dor que o GST ($p=0,027$) no momento M24Após, contudo não se verifica diferenças entre os grupos nos restantes momentos, como se pode confirmar na tabela 2. Quanto às diferenças entre momentos numa análise intra-grupos observou-se que ambos os grupos aumentaram significativamente a dor de M0Antes para M0Após (GT: $p=0,03$; GST: $p=0,007$), de M0Antes a M24Antes (GT: $p=0,0009$; GST: $p<0,001$) e de M0Antes a M24Após (GT: $p=0,0004$; GST: $p<0,001$). Ou seja, M0 foi menor que os restantes momentos em ambos os grupos ($p<0,05$). É de salientar que não se observou diferenças significativas entre M24Após e M48, existe uma tendência no mesmo sentido, contudo não significativa.

No que se refere á variável HOP, não existem diferenças significativas entre grupos. Quanto às diferenças entre momentos numa análise intra-grupos observou-se que ambos os grupos aumentaram significativamente o comprimento do salto de M0antes a M0após (GT:p=0,01;GST:p=0,001). No GST verificou-se um aumento significativo no comprimento do salto de M0Após a M24Após (p=0,03). Contudo, é de salientar que não se verificou diferenças significativas nos restantes momentos.

Na variável PT quanto à diferença entre momentos, o GST verificou um aumento da força de M0Antes a M0Após (p=0,0002), enquanto que o GT verificou um aumento de força entre o M0Antes a M48 (p=0,02). Na variável PTBW houve um aumento significativo da força quanto às características do participante no GST de M0Antes a M0Após (p=0,0002) e de M0Antes a M048 (p=0,05). Na variável TW houve um aumento significativo do trabalho total no GST de M0Antes a M0Após (p=0,009). Na variável AP verificou um aumento da potência máxima do músculo no grupo GST de M0Antes a M0Após (p=0,004)

Na variável LDP não existem diferenças significativas entre grupos e entre momentos.

Tabela 2: Diferenças significativas entre grupos e entre momentos

		GRUPOS		DIFERENÇA GRUPOS		DIFERENÇA MOMENTOS	
		GST	GT	Mann-Whitney U	Valor p	GST	GT
END	M0Antes	0,000(0)	0,000(0)	200	1	M0Antes<M0Após (p=0,03)	M0Antes<M0Após (p=0,007)
	M0Após	0,000(1,5)	1,000(1,875)	180	0,553	M0Antes<M24Antes (p<0,001)	M0Antes<M24Antes (p=0,0009)
	M24Antes	2,000(1,75)	2,000(2)	172	0,441	M0Antes<M24Após (p<0,001)	M0Antes<M24Após (p<0,0004)
	M24Após	3,500(2)	1,000(1,375)	120	0,027		
	M48	3,500(2,375)	2,000(1,5)	141	0,105		
LDP	M0Antes	5,865 (1,98)	5,150(1,92)	160	0,279		
	M0Após	5,795(1,24)	4,685(1,34)	142	0,117		
	M24Antes	5,045(1,18)	5,205(1,50)	195	0,892		
	M24Após	5,580(1,89)	5,005(1,29)	180,5	0,598		
	M48	5,265(1,58)	5,630(1,67)	196	0,914		
HOP	M0Antes	109,30(24,95)	116,25(32,73)	180	0,589	M0Antes<M0Após (p=0,001)	M0Antes<M0Após (p=0,01)
	M0Após	97,65(16,16)	108,50(20,74)	157	0,245		
	M24Após	101,55(16,06)	114,65(19,98)	176,5	0,525	M0Após<M24Após (p=0,03)	
	M48	105,30(24,71)	110,95(21,12)	175	0,499		
PT	M0Antes	137,10(26,72)	126,55(30,5)	148,5	0,164	M0Antes<M0Após (p=0,0002)	M0Antes<M48 (p=0,02)
	M0Após	115,95(23,43)	115,75(26,81)	173	0,465		
	M24Após	113,65(37,88)	115,25(28,48)	197	0,935		
	M48	122,00(27,68)	131,90(36,01)	180,5	0,598		
PTBW	M0Antes	214,35(13,93)	204,60(41,68)	153,5	0,208	M0Antes<M0Após (p=0,0002)	
	M0Após	195,65(30,63)	191,90(33,77)	182	0,626		
	M24Após	188,25(41,11)	187,00(47,38)	200	1	M0Antes<M48 (p=0,05)	
	M48	198,85(41,21)	216,10(55,21)	182,5	0,636		
TW	M0Antes	1023,40(169,92)	1013,50(298,22)	163,5	0,323	M0Antes<M0Após (p=0,009)	
	M0Após	944,00(158,51)	844,40(196,9)	185	0,685		
	M24Após	869,85(224,55)	891,90(292,05)	162	0,304		
	M48	988,40(140,48)	1001,15(327,4)	176,5	0,525		
AP	M0Antes	118,55(20,52)	107,65(27,87)	146,5	0,148	M0Antes<M0Após (p=0,004)	
	M0Após	105,30(21,41)	104,65(17,37)	162	0,304		
	M24Após	100,50(29,6)	109,45(30,65)	186	0,705		
	M48	110,60(24,87)	117,15(33,92)	191,5	0,818		

Legenda: END -escala numérica da dor; LDP-limite de dor á pressão; HOP – Single Hop Test; PT-Peak Torque, PT-Peak Torque Body weight; TW-Total Work; AP- Average Power

4. Discussão

Quando sujeitamos a amostra ao EIDM descrito por Miyama e Nosaka (2004), estamos a inculir à musculatura extensora do joelho um estímulo de ações musculares, sobretudo excêntricas, de forma sucessiva provocando danos à estrutura músculo-esquelética (Keurs *et al.*, 1978; Morgan, 1990; Donnelly *et al.*, 1995; Morgan e Proske, 2004; Barroso *et al.*, 2011).

O quadricípite, tal como diversos músculos do organismo humano, é constituído por vários grupos de fibras musculares, denominados fascículos, que são circundados pelo perimísio. O número, organização, tamanho e tipo de fibras variam de músculo para músculo, no entanto na musculatura do quadricípite, gastrocnémio e solear verifica-se uma maior percentagem de fibras do tipo I (fibras lentas) do que tipo II, fibras rápidas. Isto deve-se ao facto de estes músculos exercerem atividades posturais e mecânicas de longa duração, mas com tensão contráctil *minor*, evitando a fadiga e lesões (Johnson *et al.*, 1973; MacDougall *et al.*, 1982; Cheung *et al.*, 2003).

Quando ocorre uma ação excêntrica, o sarcómero encontra-se numa posição de estiramento enquanto gera tensão e a sobreposição dos miofilamentos é menor, podendo originar o comprometimento da estrutura, do retículo sarcoplasmático e das miofibrilas (Keurs *et al.*, 1978, Morgan, 1990; Donnelly *et al.*, 1995; Morgan e Proske, 2004 e Barroso *et al.*, 2011).

Os exercícios excêntricos promovem alterações mecânicas, como a lesão do tecido conjuntivo e rutura dos sarcómeros que levam à perda de força muscular, restrição da amplitude de movimento, aumento da sensibilidade local, rigidez muscular e estado inflamatório (Aminian-Far *et al.*, 2011; Barroso *et al.*, 2011; Cervaens e Barata, 2009; Cheung *et al.*, 2003).

Ao realizar um protocolo de fadiga no isocinético foi provocada uma lesão induzida pela ação excêntrica que resulta da desigualdade do comprimento entre sarcómeros quando são solicitados a alongar. Alguns sarcómeros possuem uma capacidade de alongamento maior que as unidades vizinhas, provocando alterações na dispersão da tensão sobre as estruturas (Donnelly *et al.*, 1995; Levangie e Norkin, 2005; Mader, 2004; Morgan, 1990; Morgan e Proske, 2004). Quando estimulados durante um alongamento ativo, como o exercício excêntrico, os sarcómeros com menor capacidade de suportar a tensão gerada são submetidos a maiores alongamentos e posteriormente sujeitos a uma menor sobreposição dos miofilamentos de actina e miosina, podendo originar deformações estruturais. Estas deformações, provocadas pelo aumento de tensão sobre os sarcómeros coloca-os numa posição de “*over-extend*”, podendo-se tornar irreversíveis se o estímulo for contínuo, originando roturas das junções miotendinosas e dos miofilamentos. Consequentemente, com a rutura inicial de alguns sarcómeros a tensão exercida sobre os sarcómeros vizinhos aumenta provocando mais dano muscular (Barroso *et al.*, 2011; Cervaens e Barata, 2009; Cheung *et al.*, 2003; Donnelly *et al.*, 1995; Guerreiro e

Araújo, 2009; Keurs *et al.*, 1978; Levangie e Norkin, 2005; Mader, 2004; Morgan, 1990; Morgan e Proske, 2004). Alguns autores como Barroso *et al.* (2011), Donnelly *et al.* (1995) e Keurs *et al.* (1978) acrescentam ainda que os sarcómeros localizados na região central das fibras musculares são mais suscetíveis a *over-extend* do que os sarcómeros da periferia, devido à maior quantidade de tensão gerada e a consequente gravidade da lesão está intimamente relacionada com a tensão e repetições realizadas.

Como referido anteriormente o parâmetro de avaliação END no M24 Após destacou-se de todos os outros. Na avaliação 24h Após a END no *squat* foi menor no GT o que pode revelar que se pode presumir que a aplicação de Terapia Tecar obteve algum efeito na redução do quadro algico. No entanto, é importante salientar que esse efeito não se prolonga no tempo, ao final de 48h. Através desse resultado pode-se concluir que o efeito da aplicação de radiofrequência usado neste dispositivo, depois de atividade muscular supõe-se que aumenta o fluxo sanguíneo capilar, conseqüentemente, menos impacto sobre as estruturas submetidas a atividade intensa excêntrica. Podemos supor que uma ação efetiva pela aplicação de radiofrequência reduz o tempo de recuperação após exercícios musculares repetidos (Tranquilli, C., 2010).

Quanto ao comprimento do salto, pode-se concluir que para essa variável não houve influência da Terapia Tecar. Isso justifica-se pelo motivo de que o teste realizado exige tanto a componente força como a componente equilíbrio, logo a terapia em estudo não apresenta alta viabilidade nesse campo, mas sim no campo de alívio da dor e relaxamento muscular (Terranova *et al.*, 2008).

De um ponto de vista biofísico, as vantagens da Terapia Tecar, no que diz respeito à projeção de energia derivam do facto de a corrente não estar presente sob a forma de um contacto direto, mas sim com o movimento de atração e repulsão de cargas (corrente alternada). Desta forma, a estimulação dos tecidos profundos não é levada a cabo usando concentrações elevadas de energia na pele camadas do paciente. Através da aplicação destes conceitos para o tratamento de lesões musculares agudos, o efeito obtido é: uma aceleração dos processos normais de recuperação em lesões de baixo grau; a prevalência de processos de regeneração mioblásticas e capilarização ao longo da cicatriz fibrosa formação, com uma melhor recuperação da função para o músculo lesado, no mais grave lesões (Terranova *et al.*, 2008).

A Terapia Tecar baseia-se na utilização de dois efeitos: o Efeito Capacitivo (TEC) em que a superfície do eléctrodo ativo contacta com o paciente que atua como um condensador. A corrente elétrica da onda sinusoidal parte de um gerador que transmite a corrente para um condensador. No semiperíodo positivo da onda a parte metálica do eléctrodo tem carga positiva

e a pele tem carga negativa. No semiperíodo negativo inverte-se a polaridade da onda aplicada, os elétrodos circulam no sentido contrário, o que antes estava com carga positiva agora está com carga negativa. A velocidade da troca de polaridade vem dada pela troca da frequência da onda. Quando a corrente dos elétrodos se liga aos tecidos do paciente transformam-se em iônicas. É esse fluxo de íons e moléculas carregadas que colidem com as partículas imóveis dos tecidos aumentando assim a temperatura da área a tratar. A temperatura alcançada depende da intensidade da corrente e das características elétricas e anatómicas dos tecidos a tratar. A técnica capacitiva permite aceder fundamentalmente a zonas anatómicas mais superficiais e menos vascularizadas. Também se utiliza, o Efeito Resistido (TER) – o eletrodo ativo carece a corrente elétrica que é estruturada por um gerador que transforma em correntes iônicas para os tecidos sendo posteriormente passada a efeito térmico por efeito de joule. Neste caso a hipertermia alcança tecidos localizados a maior profundidade que os tratamentos capacitivos. Permitindo assim tratar tecidos mais fibrosados, com maior resistência à passagem da corrente (Terranova *et al.*, 2008).

Com isso pode-se dizer ainda que, as terapias capacitivas de base térmica compreendem um espaço muito grande de frequências desde os kHz aos MHz, os efeitos terapêuticos da estimulação elétrica têm frequências mais restritas. A frequência capaz de combinar ação elétrica com térmica se situa nos 448 kHz. A radiofrequência emitida pelos equipamentos de hipertermia, provocam um aumento da temperatura do tecido humano mediante correntes de alta frequência, sendo um gerador de alta frequência que inclui transferência elétrica capacitiva e resistida. O modo capacitivo baseia-se num efeito exclusivamente capacitivo produzido por placas condutoras separadas por um meio isolante que se denomina condensador em que o eletrodo é recoberto por uma película metálica que é um condutor permitindo a passagem da frequência elevando a temperatura da zona a ser tratada. A corrente retorna através do eletrodo neutro (placa metálica que se põe por baixo da zona a tratar). As áreas mais beneficiadas com esse sistema são os tecidos moles, reduzindo também a resistência interna dos tecidos devido à vascularização (Terranova *et al.*, 2008).

Sugerem-se novas investigações no âmbito dessa temática, para perceber melhor a efetividade da técnica, nomeadamente um estudo com um grupo placebo. Como limitações desse estudo foram: inicialmente contou-se com uma amostra maior, mais tempo para realização da recolha de dados e os critérios de exclusão serem demasiado extensos.

5. Conclusão

Pode-se concluir que ao fim de 24 horas a dor no *squat* diminuiu, mas ao fim de 48h não é significativamente diferente. A indução de exercício excêntrico fez com que se percebesse melhor o efeito da técnica nos diferentes momentos, no entanto ainda não se pode tirar conclusões demasiado significativas.

6. Agradecimentos

Aos participantes que sem eles nada teria sido possível; a todos os que deram o seu contributo e entreaajuda.

7. Referências bibliográfica

1. Abad, C., Ito, L., Barroso, R., Ugrinowitsch, C., & Tricoli, V. (2010). Efeito da massagem clássica na percepção subjetiva de dor, edema, amplitude articular e força máxima após dor muscular induzida pelo exercício. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 16 (1), 36-40.
2. Aminian-Far, A., Hadian, M. R., Olyaei, G., Talebian, S., & Bakhtiary, A. H. (2011). Whole-body vibration and the prevention and treatment of delayed-onset muscle soreness. *Journal of athletic training*, 46(1), 43-49.
3. Asmussen, E. (1956). Observations on experimental muscular soreness. *Acta Rheumatologica Scandinavica*, 2(1-4), 109-116.
4. Armstrong, R. B., Ogilvie, R. W., & Schwane, J. A. (1983). Eccentric exercise-induced injury to rat skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 54(1), 80-93.
5. Barroso, R., Roschel, H., Ugrinowitsch, C., Araújo, R., Nosaka, K., and Tricoli, V. (2010). Effect of eccentric contraction velocity on muscle damage in repeated bouts of elbow flexor exercise. *Applied Physiology Nutrition Metabolism*, 35, 534–540
6. Cervaens, M., & Barata, P. (2009). Sensação retardada de dor muscular.
7. Chapman, D., Newton, M., Sacco, P., & Nosaka, K. (2006). Greater muscle damage induced by fast versus slow velocity eccentric exercise. *International journal of sports medicine*, 27(08), 591-598.
8. Chen, H. L., Nosaka, K., Pearce, A. J., & Chen, T. C. (2012). Two maximal isometric contractions attenuate the magnitude of eccentric exercise-induced muscle damage. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 37(4), 680-689.
9. Chen, H. L., Nosaka, K., & Chen, T. C. (2012). Muscle damage protection by low-intensity eccentric contractions remains for 2 weeks but not 3 weeks. *European journal of applied physiology*, 112(2), 555-565.
10. Chen, T. C., Tseng, W. C., Huang, G. L., Chen, H. L., Tseng, K. W., & Nosaka, K. (2013). Low-intensity eccentric contractions attenuate muscle damage induced by subsequent maximal eccentric exercise of the knee extensors in the elderly. *European journal of applied physiology*, 113(4), 1005-1015.
11. Cheung, K., Hume, P. A., & Maxwell, L. (2003). Delayed onset muscle soreness. *Sports Medicine*, 33(2), 145-164.
12. Donnelly, A. e Saxton, J. (1995). Length-specific impairment of skeletal muscle contractile function after eccentric muscle actions in man. *Clinical Science*, 90, 119-125.
13. Drouin, J. M., Valovich-mcLeod, T. C., Shultz, S. J., Gansneder, B. M., & Perrin, D. H. (2004). Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer

- velocity, torque and position measurements. *European journal of applied physiology*, 91(1), 22-29.
14. Farr, T., Nottle, C., Nosaka, K., & Sacco, P. (2002). The effects of therapeutic massage on delayed onset muscle soreness and muscle function following downhill walking. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 5(4), 297-306.
 15. Friden, J., Sjöström, M., & Ekblom, B. (1981). A morphological study of delayed muscle soreness. *Experientia*, 37(5), 506-507.
 16. Ganzit, G. P., Stefanini, L., & Stesina, G. (2000). TECAR® THERAPY IN THE TREATMENT OF ACUTE AND CHRONIC PATHOLOGIES IN SPORTS.
 17. Graven-Nielsen, T., & Arendt-Nielsen, L. (2003). Induction and assessment of muscle pain, referred pain, and muscular hyperalgesia. *Current pain and headache reports*, 7(6), 443-451.
 18. Gustavsson, A., Neeter, C., Thomeé, P., Silbernagel, K. G., Augustsson, J., Thomeé, R., & Karlsson, J. (2006). A test battery for evaluating hop performance in patients with an ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 14(8), 778-788.
 19. Hayashi, K., Ozaki, N., Kawakita, K., Itoh, K., Mizumura, K., Furukawa, K., ... & Sugiura, Y. (2011). Involvement of NGF in the rat model of persistent muscle pain associated with taut band. *The Journal of Pain*, 12(10), 1059-1068.
 20. Hilbert, J., Sforzo, G. e Swensen, T. (2003). The effects of massage on delayed onset muscle soreness. *British Journal of Sports Medicine*, 37(1), 72-75.
 21. Hough, T. (1902). Ergographic studies in muscular soreness. *American Physical Education Review*, 7(1), 1-17.
 22. Hübscher, M. Vogt, L., Bernhörster, M., Rosenhagen, A. e Banzer, W. (2008). Effects of Acupuncture on Symptoms and Muscle Function in Delayed-Onset Muscle Soreness. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 14 (8), 1011–1016.
 23. Itoh, K. e Kitakoji, H. (2010). Effects of acupuncture to treat fibromyalgia: A preliminary randomized controlled trial. *Chinese Medicine*, 5(11), 1-7.
 24. Johnson, M., Polgar, J., Weightman, D., & Appleton, D. (1973). Data on the distribution of fibre types in thirty-six human muscles: an autopsy study. *Journal of the neurological sciences*, 18(1), 111-129.
 25. Keurs, H., Iwazumi, T. e Pollack, G. (1978). The Sarcomere Length-Tension Relation in Skeletal Muscle. *The Journal of General Physiology*.
 26. Law, L. A. F., Evans, S., Knudtson, J., Nus, S., Scholl, K., & Sluka, K. A. (2008). Massage reduces pain perception and hyperalgesia in experimental muscle pain: a randomized, controlled trial. *The Journal of Pain*, 9(8), 714-721.
 27. LUCENA, R. Futsal e a Iniciação. Rio de Janeiro, Sprint, 1994.
 28. MacDougall, J., Sale D., Elder, G. e Sutton, J. (1982). Muscle Ultrastructural characteristics of elite powerlifters and bodybuilders. *European Journal of Applied Physiology*, 48, 117-126
 29. Marôco J. Análise estatística com o PASW Statistics. 1 ed. Pêro Pinheiro: ReportNumber, Lda.; 2010.
 30. Miliás, G., Nomikos, T., Fragopoulou, E., Athanasopoulos, S. e Antonopoulou, S. (2005). Effects of eccentric exercise-induced muscle injury on blood levels of platelet activating factor (PAF) and other inflammatory markers. *European Journal of Applied Physiology*, 95, 504–513.
 31. Miyama M. and Nosaka K. (2004a). Muscle damage and soreness following repeated bouts of consecutive drop jumps. *Advances in Exercise and Sports Physiological*, 10, 63-69.
 32. Mizumura, K., & Taguchi, T. (2016). Delayed onset muscle soreness: Involvement of neurotrophic factors. *The Journal of Physiological Sciences*, 66(1), 43-52.
 33. Morgan, D. e Proske, U. (2004). Popping sarcomere hypothesis explains stretch induced muscle damage. *Australian Physiological and Pharmacological Society*, 34, 19-23

34. Mori, T., Agata, N., Itoh, Y., Miyazu-Inoue, M., Sokabe, M., Taguchi, T., & Kawakami, K. (2014). Stretch speed-dependent myofiber damage and functional deficits in rat skeletal muscle induced by lengthening contraction. *Physiological reports*, 2(11), e12213.
35. Newham, D. J., Mills, K. R., Quigley, B. M., & Edwards, R. H. (1983). Pain and fatigue after concentric and eccentric muscle contractions. *Clinical science (London, England: 1979)*, 64(1), 55-62.
36. Newham, D. J. (1988). The consequences of eccentric contractions and their relationship to delayed onset muscle pain. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 57(3), 353-359.
37. Sellwood, K. L., Brukner, P., Williams, D., Nicol, A., & Hinman, R. (2007). Ice-water immersion and delayed-onset muscle soreness: a randomised controlled trial. *British journal of sports medicine*, 41(6), 392-397.
38. Sluka, K. A., Danielson, J., Rasmussen, L., & Dasilva, L. F. (2012). Exercise-induced pain requires NMDA receptor activation in the medullary raphe nuclei. *Medicine and science in sports and exercise*, 44(3), 420.
39. Takahashi, K., Suyama, T., Onodera, M., Hirabayashi, S., Tsuzuki, N., & Zhong-Shi, L. (1999). Clinical Effects of Capacitive Electric Transfer Hyperthermia Therapy for Lumbago. *Journal of Physical Therapy Science*, 11(1), 45-51.
40. Terranova, A., Vermiglio, G., Arena, S., CICCIO, A., DI DIO, S., & VERMIGLIO, M. (2008). Terapia Tecar nel trattamento post-chirurgico delle fratture di femore. *Eur Med Phys*, 44, 1-2.
41. TRANQUILLI, C., TOFANICCHIO, M., ANNINO, G., HAWAMDEH, M., GIORDANI, L., DELLA BELLA, G., CONTINI, B., BROCCOLI, P., CECCARELLI, S., FANUCCI, E., D'OTTAVIO, S., & FOTI, C. (2010). EFFECTS OF APPLICATION OF 0,485MHZ RADIO-FREQUENCY THROUGH THE USE OF A CAPACITIVE-RESISTIVE ENERGY TRANSFER ON THE MUSCLE TISSUE "A DOUBLE-BLIND CROSSOVER STUDY". *Sports Medicine - Traumatology, Rehabilitation*, 11, 573-626.
42. Torres, R., Carvalho P. e Duarte J. (2005). Influência da aplicação de um programa de estiramentos estáticos, após contracções excêntricas, nas manifestações clínicas e bioquímicas de lesão muscular esquelética. *Revista Portuguesa de Ciências do desporto*, 274-287.
43. Vanderweeen L., Oostendorp R.E., Vaes P. and Duquet W. (1996). Pressure algometry in manual therapy. *Manual therapy*, 1, 258-265.

Anexos

ANEXO I – INSTRUMENTOS A UTILIZAR NA INVESTIGAÇÃO

Questionário para seleção da amostra

Questionário nº __

Questionário

Este questionário foi elaborado pela estudante de mestrado Joana Andrade, sob a orientação do Paulo de Carvalho e coorientação pelo Ricardo Cardoso no âmbito do Mestrado em Terapia Manual Ortopédica e tem como finalidade permitir seleção de participantes para a realização de um estudo cujo tema é “Efeitos do Human Tecar® na sensação retardada de desconforto muscular”

A informação recolhida jamais servirá para outros fins que não esta investigação sendo que os dados obtidos serão anónimos e confidenciais.

Instruções de preenchimento

As opções devem ser selecionadas com uma **cruz (X)**, no quadrado respetivo. Nas questões abertas, responda nas linhas disponíveis.

Dados Pessoais:

Nome (primeiro e último): _____

Data de nascimento: ___ / ___ / ___

Contactos: Telemóvel: _____ Email: _____

1. Pratica alguma modalidade desportiva? Sim Não

Nota: Se respondeu sim, o seu questionário termina aqui. Obrigado pela sua colaboração.

2. É portador de alguma patologia cardíaca e/ou renal? Sim Não

Nota: Se respondeu sim, o seu questionário termina aqui. Obrigado pela sua colaboração.

3. Tem ou teve recentemente:

3.1) Lesão muscular ou tendinosa na coxa

3.2) Lesão ligamentar no joelho ou tornozelo

3.3) Lesão meniscal no joelho

3.4) Dor na coxa e/ou joelho

3.5) Outras patologias que o impeçam de fazer atividade física Qual/Quais?

4. Está a fazer medicação com anti-inflamatórios? Sim Não

Se respondeu sim, qual o fármaco utilizado?

5. Tem alguma outra informação que entenda ser importante e não tenha ainda sido referida neste questionário? Se sim, qual?

Muito obrigado pela sua participação

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)

Designação do Estudo

O nosso projecto intitula-se “Efeitos da Terapia Tecar na sensação retardada de desconforto muscular” e consiste na aplicação de Terapia Tecar para reduzir os efeitos da sensação retardada de desconforto muscular com o intuito de avaliar a sua eficácia. Neste contexto venho solicitar a vossa Exma. a sua participação no preenchimento do seguinte questionário. A informação recolhida será anónima e confidencial e apenas utilizada exclusivamente para o presente estudo, pelo que não se deve identificar ao longo do mesmo salvaguardando desta forma a sua privacidade.

Eu, _____ abaixo-assinado, _____ (nome completo)

_____, compreendi a explicação que me foi fornecida acerca da minha participação na investigação que se tenciona realizar, bem como no estudo em que serei incluído. Foi-me dada oportunidade de fazer as perguntas que julguei necessárias e de todas obtive respostas satisfatórias.

Tomei conhecimento de que, de acordo com as recomendações da Declaração de Helsínquia, a informação ou explicação que me foi prestada versou os objetivos e os métodos. Além disso, foi-me afirmado que tenho o direito de recusar a todo o tempo a minha participação no estudo, sem que isso possa ter como efeito qualquer prejuízo pessoal.

Por isso consinto que me seja realizado o estudo em questão.

Data: ____ / ____ / _____

Assinatura do inquirido: _____

O Investigador Responsável: _____

