

Fernanda Viegas Paulo

O USO DA TERMOGRAFIA EM LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS:
uma revisão narrativa de literatura

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2017

Fernanda Viegas Paulo

O USO DA TERMOGRAFIA EM LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS:
uma revisão narrativa de literatura

Monografia apresentada ao Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fisioterapia Esportiva.

Orientador: Prof. Eduester Lopes Rodrigues

Co-orientadora: Profa. Ms. Sara Andrade Rodrigues

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus, por ter me abençoado e guiado nesta caminhada e por ter me proporcionado excelentes oportunidades de crescimento e aprendizado durante este ciclo.

Aos meus amados pais Márcio e Silvana e irmã Bárbara, pelo amor incondicional. Obrigada por terem sacrificado os seus sonhos em prol da realização dos meus. Sem vocês, certamente, eu não estaria aqui.

Ao meu companheiro e um dos maiores apoiadores Matheus, por todo incentivo e paciência ao longo de todo este processo.

Ao meu orientador Eduester Lopes, pelo suporte e confiança, e principalmente por ter despertado meu interesse a respeito do tema do nosso estudo.

À minha queridíssima co-orientadora Sara Andrade, por ter me ensinado, corrigido e puxado a minha orelha quando necessário. Nada disso seria possível sem você!

Ao meu coordenador, amigo e chefe Anderson Aurélio, por todos os ensinamentos e principalmente por me fazer apaixonar, mais a cada dia, por nossa profissão.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte do trabalho e contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional.

RESUMO

As lesões musculares (LM) são a causa mais frequente de incapacidade física na prática esportiva, representando uma grande porcentagem de todas as lesões esportivas agudas. Principalmente no esporte de alto rendimento, existe um grande interesse em otimizar o processo de diagnóstico e reabilitação das LM, a fim de minimizar a ausência do atleta da sua função. A termografia ou termometria cutânea é uma técnica utilizada para investigação complementar da dor, em que se obtêm imagens com uma câmera de infravermelho, que estimam a temperatura da superfície do corpo. O presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre o uso da termografia como ferramenta para o diagnóstico e avaliação de LM, e sobre as variáveis de controle utilizadas em sua aplicabilidade. Foi realizada uma revisão de literatura do tipo narrativa. Foram incluídos na presente revisão 13 artigos que utilizaram da termografia, com parâmetros padronizados, para avaliação da variação da temperatura tecidual. Parece ser mais apropriado realizar a captura da imagem termográfica mantendo a sala com temperatura ambiente entre 18 e 25°C, por 15 minutos para aclimação e com o indivíduo na posição ideal de acordo com o segmento a ser avaliado. Não existe consenso em relação a umidade relativa do ar ideal. Sugere-se a realização de novos estudos a fim de justificar os parâmetros escolhidos para cada variável de controle.

Palavras-chave: Termografia. Lesão. Esporte. Reabilitação. Diagnóstico.

ABSTRACT

Muscular injuries (MI) are a most frequent cause of physical disability in sports practice, representing a large percentage of all acute sports injuries. Primarily in elite sport, there is a great interest in optimizing the process of diagnosis and rehabilitation of MI, in order to minimize an athlete's absence from his or her function. Thermography or cutaneous thermometry is a technique used for complementary investigation of pain, in which images are obtained with an infrared camera, which estimate the body surface temperature. The present study aimed to review the literature on the use of thermography as a tool for the diagnosis and evaluation of MI, and on control variables in its applicability. A narrative literature review was carried out. The present review includes 13 articles that used thermography, with standardized parameters, for evaluation of tissue temperature variation. It seems to be more appropriate to capture the thermographic image by maintaining the room temperature between 18 and 25°C for 15 minutes for acclimatization and with the subject in the ideal position according to the segment to be evaluated. There is no consensus regarding to the ideal relative humidity. It is suggested to carry out new studies in order to justify the parameters chosen for each control variable.

Keywords: Thermography. Injury. Sport. Rehabilitation. Diagnosis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma do processo de seleção dos artigos.....	10
Quadro 1 - Descrição da amostra, parâmetros utilizados na aplicabilidade da termografia, lesão musculoesquelética avaliada e a conclusão dos estudos.....	11
Quadro 2 - Descrição da variável de controle: temperatura, número de estudos que utilizaram do mesmo parâmetro e as referências bibliográficas	15
Quadro 3 - Descrição da variável de controle: umidade relativa, número de estudos que utilizaram do mesmo parâmetro e as referências bibliográficas	15
Quadro 4 - Descrição da variável de controle: tempo de aclimatação, número de estudos que utilizaram do mesmo parâmetro e as referências bibliográficas	16
Quadro 5 - Descrição da variável de controle: posição, número de estudos que utilizaram do mesmo parâmetro e as referências bibliográficas	16

LISTA DE ABREVIATURAS

CK	Creatina quinase
LER/DORT	Lesões por esforços repetitivos/distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho
LM	Lesão muscular
NSA	Não se aplica

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. MATERIAIS EMÉTODOS	9
3. RESULTADOS	10
4. DISCUSSÃO	17
5. CONCLUSÃO	21
REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

As lesões musculares(LM) são a causa mais frequente de incapacidade física na prática esportiva, representando uma grande porcentagem de todas as lesões esportivas agudas (CHAN *et al.*, 2012; FERNANDES *et al.*, 2011). As LM ocorrem quando a força tênsil exercida sobre o músculo leva a um excessivo estiramento das miofibrilas e, conseqüentemente, a uma ruptura próxima à junção miotendínea, e podem ser causadas por contusões, estiramentos ou lacerações (FERNANDES *et al.*, 2011). O risco de LM é aumentado em atletas de nível profissional e sua alta prevalência está bem documentada em diversos esportes como, por exemplo, no futebol de elite, onde representa de 20 a 37% das lesões enfrentadas nesse esporte (EKSTRAND *et al.*, 2011). O diagnóstico de LM é mais comum em atletas de atletismo (16%) (ALONSO *et al.*, 2009; MALLIAROPOULOS *et al.*, 2010; MALLIAROPOULOS *et al.*, 2011), rúgbi (10,4%) (LOPEZ *et al.*, 2012), basquete (17,7%) (BOROWSKI *et al.*, 2008), e futebol americano (46%) (FEELEY *et al.*, 2008).

As LM constituem quase um terço de todas as lesões que levam ao afastamento da prática esportiva em atletas de futebol de elite, e representam mais de um quarto de todo o tempo dedicado à reabilitação de lesões (BANDEIRA *et al.*, 2014; HALLEN *et al.*, 2012). Segundo Ekstrand *et al.*(2011), em uma equipe masculina de futebol de elite, em uma temporada, as LM levam a um tempo médio de afastamento de 223 dias, perda de 148 sessões de treinamento e perda de 37 jogos oficiais, mostrando sua grande relevância não só para os atletas, mas também para os clubes esportivos. Do ponto de vista econômico, um estudo feito na Inglaterra mostrou que o custo médio de um atleta de eliteafastado durante um mês, para recuperação devido a uma lesão, é de cerca de 50 mil euros (EKSTRAND, 2013). Por isso, principalmente no esporte de alto rendimento, onde as decisões sobre o retorno às competições e treinamentos têm conseqüências financeiras importantes, existe um grande interesse em otimizar o processo de diagnóstico e reabilitação das LM, a fim de minimizar a ausência do atleta da sua função (MUELLER-WOHLFAHRT *et al.*, 2012).

Independente do mecanismo de lesão, como o tecido musculoesquelético representa 45% do peso corporal (FERNANDES *et al.*, 2011),e considerando que as ações esportivas são geradas pela musculatura estriada esquelética, o risco de LM

parece ser maior do que outros tipos de lesão, seja durante os treinamentos, seja durante competições. Uma vez que o tecido muscular tenha sido lesado, as rupturas das estruturas citoesqueléticas causam alterações morfológicas e bioquímicas nas fibras musculares, tanto por causa das lesões nas fibras quanto pelo posterior processo inflamatório (BANDEIRA *et al.*, 2014). Ainda segundo esses autores, devido ao aumento do fluxo sanguíneo próximo à área em que ocorreu a lesão das miofibrilas, há uma variação térmica, gerando um aumento da temperatura local.

Embora, o diagnóstico de uma LM ocorra geralmente por exame clínico, as ferramentas complementares são de extrema importância para compreender melhor a extensão e o local da lesão, o prognóstico, o tempo previsto de recuperação, o momento adequado para retorno à atividade esportiva e o risco de recidiva (CHAN *et al.*, 2012). A tomada de decisão sobre o momento correto para o retorno ao esporte é de extrema relevância, uma vez que, quando realizado de forma precoce, é um dos principais fatores para o aumento de recidivas de LM (COMIN *et al.*, 2012; JARVINEN *et al.*, 2005). Além disso, o prognóstico de uma lesão, feito de forma mais precisa, facilita o planejamento do treinamento esportivo e da composição da equipe de atletas dentro de um clube esportivo (COMIN *et al.*, 2012).

Uma das maneiras mais utilizadas para análise e diagnóstico da LM é por meio da medição da atividade de enzimas plasmáticas, como a creatina quinase (CK). A CK vem sendo utilizada como biomarcador e parece ser um dos melhores indicadores de lesão tecidual, pois após os danos nas fibras musculares ocorre a liberação de CK na corrente sanguínea, ocasionando um aumento significativo em sua concentração sérica. O pico da concentração de CK é atingido 24 horas após o surgimento da lesão, e pode continuar aumentado por até 72 horas (BANDEIRA *et al.*, 2014) entretanto, sua medição não consegue determinar a localização anatômica da LM.

Mesmo que a CK não seja capaz de fornecer informações sobre a localização da LM, a elevação de sua concentração sérica pode levar ao aumento da temperatura do tecido muscular (BANDEIRA *et al.*, 2014). Dessa forma, Bandeira *et al.* (2014) sugerem a associação de imagens termográficas com a CK, a fim de determinar, não só a intensidade, mas também a localização da LM. A termografia ou termometria cutânea é uma técnica utilizada para investigação complementar da dor, em que se obtêm imagens com uma câmera de infravermelho, que estimam a temperatura da superfície do corpo (LIMA *et al.*, 2015; QUESADA *et al.*, 2017). A

análise de imagens infravermelhas tem como vantagens: eficácia, segurança, ser uma técnica não-invasiva, ser indolor, sem contato, sem radiação ionizante, inócua, sem efeitos colaterais, sem contra-indicações, disponibilizar as temperaturas de uma superfície em imagens de tempo real, possibilitar a localização da lesão e ser capaz de demonstrar mudanças metabólicas e fisiológicas através de um exame funcional (BANDEIRA *et al.*, 2014; BRIOSCHI *et al.*, 2009; HILDEBRANDT *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2014).

A termografia parece ser uma importante ferramenta de suporte prático para os fisioterapeutas, uma vez que pode ajudar na interpretação do tratamento realizado com o atleta (MARINS *et al.*, 2015), pois pode ser capaz de fornecer informações sobre o processo de cicatrização (HILDEBRANDT *et al.*, 2010). O objetivo desta técnica não é substituir o exame clínico, mas sim aprimorá-lo e, além disso, a informação obtida em tempo real pode ser usada como feedback instantâneo para o atleta (HILDEBRANDT *et al.*, 2010).

Em um estudo realizado para verificar a eficácia da termografia comparado com o laudo da ecografia ou ultrassonografia, foi encontrada boa confiabilidade intra-examinador (GARCIA, 2004), através do coeficiente de Kappa no valor de 0,7 (DAWSON, 2001). Em outro estudo, os resultados mostraram sensibilidade de 71% e especificidade de 85% na avaliação de imagens termográficas (NIEHOF *et al.*, 2007). Para obter-se bons resultados com as medições realizadas com a termografia, parece ser necessário manipular algumas variáveis de controle, como temperatura do ambiente, umidade relativa do ar, tempo de aclimatação e posição do sujeito durante sua utilização. Por ser uma técnica relativamente nova, os profissionais precisam ter amplo conhecimento dessas variáveis para obterem informações confiáveis e precisas, por isso é necessário compreender melhor sobre as variáveis de controle durante a utilização da termografia.

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre o uso da termografia como ferramenta para diagnóstico e avaliação de LM, e sobre as variáveis de controle utilizadas em sua aplicabilidade.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

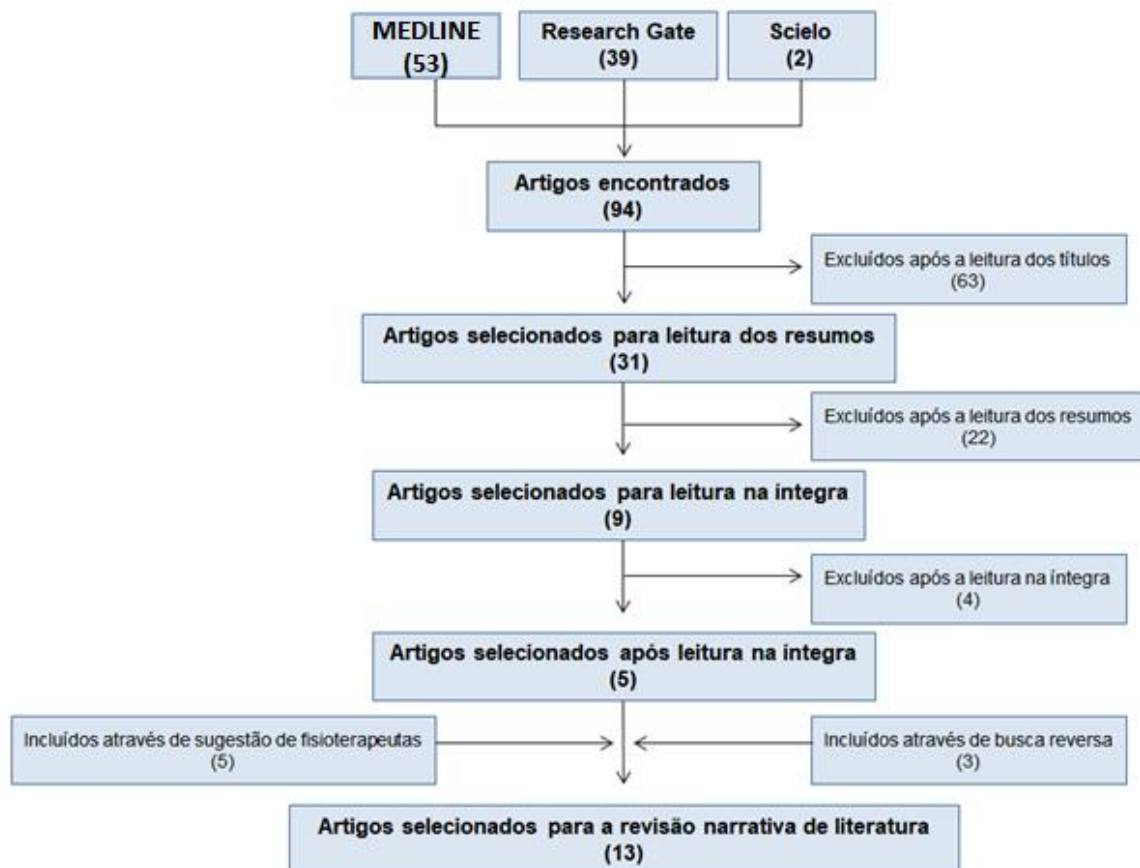
Foi realizada uma revisão de literaturado tipo narrativa (GREENet *al.*, 2006). Foram utilizados os seguintes termos para busca: %*thermography*+ %*muscle injury*+ %*rehabilitation*+e %*diagnosis*+,nas bases de dados MEDLINE, Research Gate e Scielo. A busca foi realizada inicialmente coma combinação dos termos %*thermography*+ e %*muscle injury*+, e posteriormente com estes termos acrescido dos outros dois termos, em buscas distintas. Foram incluídos artigos publicados no período compreendido entre 2000 e 2017,nos idiomas português, inglês e espanhol, sem restrição quanto ao tipo de artigo. Foi realizada também uma busca reversa a partir dos artigos incluídos inicialmente na amostra. Além disso, alguns artigos foram incluídos na amostra por sugestão de fisioterapeutas que utilizam a termografia em sua prática clínica. A partir da leitura dos títulos, resumos e dos artigos na íntegra, foram selecionados os artigos que continham informações sobre os parâmetros utilizados para a coleta termográfica e sua aplicabilidade clínica.

Os artigos foram lidos e selecionados criteriosamente a respeito das características de padronização para a realização da termografia.

3 RESULTADOS

Foram incluídos na presente revisão 13 artigos que utilizaram da termografia, com parâmetros padronizados, para avaliação da variação da temperatura tecidual. Considerando a busca nas bases de dados eletrônicas, foram encontrados 94 estudos que fizeram referência ao uso da termografia para avaliação de lesões musculoesqueléticas. Destes, 31 foram selecionados após a leitura dos títulos, 9 foram mantidos após a leitura dos resumos, e 5 foram selecionados após a leitura na íntegra. Após este processo, 3 estudos foram incluídos através da busca reversa e 5 foram incluídos através por sugestão de fisioterapeutas que utilizam a termografia em sua prática clínica. A figura 1 mostra o processo de seleção dos artigos. O número de artigos em cada etapa está representado entre parênteses.

Figura 1 - Fluxograma do processo de seleção dos artigos



O Quadro 1 descreve a amostra, os parâmetros utilizados na aplicabilidade da termografia, lesão musculoesquelética que foi avaliada e a conclusão de cada estudo que foi selecionado para esta revisão.

Quadro 1 - Descrição da amostra, parâmetros utilizados na aplicabilidade da termografia, lesão musculoesquelética avaliada e a conclusão dos estudos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	AMOSTRA	PARÂMETROS UTILIZADOS	LESÃO	CONCLUSÃO
AMMER, 2002	7 sujeitos assintomáticos Sexo feminino Idade entre 26 e 46 anos	Temperatura: 24°C Tempo para aclimação: 15q Posição: em ortostatismo	NSA	Mudanças de temperatura observadas imediatamente após a terapia manual podem ser causadas pelo exame manual da coluna cervical.
BANDEIRA <i>et al.</i> , 2012	18 atletas Sexo masculino Idade entre 15 e 17 anos	Temperatura: 23°C Tempo para aclimação: 15q Posição: em ortostatismo	NSA	Os resultados do presente estudo sugerem a possibilidade da utilização da termografia para, em conjunto com a creatina quinase, determinar a intensidade e a localização de lesões musculares pós-treino, uma vez que o citado marcador bioquímico não consegue determinar a localização anatômica da lesão muscular.
BANDEIRA <i>et al.</i> , 2014	21 atletas de rúgbi Sexo masculino Idade entre 19 e 31 anos (média de 25,06 anos)	Temperatura: entre 22 e 23°C Umidade: 50% Tempo para aclimação: 30q Posição: em ortostatismo Vestidos apenas com roupa íntima.	NSA	Pode-se concluir que a termografia pode ser utilizada como método de localização da lesão muscular em atletas, associado ao uso da CK. Porém, sugere-se a opção pela análise por inspeção visual, como é o caso dos demais exames de imagem.

BRIOSCHI <i>et al.</i> , 2008	62 trabalhadores Sexo feminino e masculino Idade média de 32 ± 13 anos	Temperatura: 20°C Umidade: 55% Tempo para aclimação: 15q Posição: em ortostatismo Despido	LER/DORT	A termografia cutânea por termografia infravermelha demonstrou-se como método complementar útil e objetivo no apoio a avaliação pericial das variáveis que interferem para a capacidade para o trabalho, desde sua validade e em grau máximo a incapacidade.
CHUDECKA <i>et al.</i> , 2015	200 atletas Sexo feminino e masculino	Temperatura: 25°C Umidade: 60% Tempo para aclimação: 20q Posição: em ortostatismo	NSA	Dificuldades na interpretação de mudanças de temperatura em áreas corporais em pessoas com várias condições podem ser associadas com a falta de estudos sobre populações grandes e representativas de indivíduos saudáveis.
HILDEBRANDT <i>et al.</i> , 2010	87 atletas Sexo feminino e masculino	Temperatura: entre 21,5 e 22,3°C Umidade: entre 35 e 38% Tempo para aclimação: 20q	Tendinopatia patelar e lesão de ligamento cruzado anterior	O objetivo desta técnica não é substituir o exame clínico, mas aprimorá-lo. Ele deve ser usado como uma ferramenta de avaliação multidisciplinar por especialistas de diferentes campos. A extensão de bancos de dados específicos do esporte pode contribuir ainda mais para a detecção de atletas de alto risco e ajudá-los a iniciar uma intervenção precoce.
LIMA <i>et al.</i> , 2015	50 sujeitos Sexo feminino e masculino Idade entre 20 e 83 anos	Temperatura: 23°C Umidade: abaixo de 60% Tempo para aclimação: 15q Posição: em ortostatismo Despido	Dor crônica	O estudo termográfico de corpo inteiro com aquisição de imagens seguindo o protocolo descrito em pacientes com dor crônica permitiu a identificação e subclassificação de lesões e disfunções secundárias de grande importância em comparação a uma análise termográfica se fosse restrita somente à topografia da queixa principal.
MARINS <i>et al.</i> , 2014	Artigos científicos do banco de dados PubMed e Scielo	Temperatura: entre 21 e 23°C Umidade: entre 35 e 38% Tempo para aclimação: 10	NSA	A termografia infravermelha é uma técnica que pode ser aplicada rotineiramente no esporte, com benefícios especiais para o trabalho dos médicos, terapeutas e treinadores. É uma ferramenta de informação fundamental para prevenção de

		ou 20q Posição: em ortostatismo O mínimo de roupa possível		lesões e para a avaliação, monitoramento e personalização do carga de treinamento dos atletas.
MERLA <i>et al.</i> , 2009	15 atletas Sexo feminino Idade média de 25,2 ± 3,1 anos	Temperatura: entre 23 e 24°C Umidade: 50 ± 5% Tempo para aclimação: 20q Durante a realização de programa de exercícios na esteira	NSA	A temperatura de toda a superfície cutânea anterior do corpo foi monitorada utilizando imagens de infravermelho térmico durante o exercício graduado, produzindo uma evolução temporal específica das modificações cutâneas da temperatura. Os resultados deste estudo indicam que, ao realizar o exercício graduado como aquecimento, o sujeito não deve usar roupas pesadas, favorecendo a vasoconstrução dos vasos cutâneos aumentando o fluxo sanguíneo para os músculos.
OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2016	19 pacientes Sexo feminino e masculino	Temperatura: 21,4 ± 1,3°C Umidade: 37 ± 5,5% Tempo para aclimação: 15q Posição: sentado em uma cadeira com os membros inferiores paralelos um ao outro	Entorse de tornozelo	A validação potencial da termografia por infravermelho, uma tecnologia segura, não prejudicial, rápida e econômica, para a classificação de lesões de entorse de tornozelo, pode constituir um importante indicador de classificação de diagnóstico em ambas as configurações hospitalares de emergência, bem como em ambientes desportivos amadores e profissionais.
SALAZAR-LÓPEZ <i>et al.</i> , 2015	120 sujeitos Sexo feminino e masculino Idade entre 24 e 47 anos	Temperatura: entre 18 e 25°C Umidade: 50% Tempo para aclimação: entre 10 e 15q	NSA	A termografia é uma ferramenta útil com grande potencial para abordar questões científicas e filosóficas sobre experiências subjetivas, estados mentais e emoções.
SILVA <i>et al.</i> , 2017	45 sujeitos	Temperatura: entre 22 e	NSA	A termografia foi mais sensível na avaliação de exercícios com

	Idade entre 18 e 25 anos	24°C		diferentes cargas quando expressa como uma taxa relativa à temperatura da testa. Esses resultados suportam o uso de protocolos de criomersão para minimizar os efeitos deletérios do exercício pesado sobre a função muscular.
		Umidade: abaixo de 50%		
		Tempo para aclimação: 15q		
		Posição: em ortostatismo		
ZAPROUDINA <i>et al.</i> , 2006	85 sujeitos	Temperatura: entre 23 e 25°C	Dor lombar	Medições de temperatura podem ser úteis como teste na avaliação e documentação de anormalidades térmicas e distúrbios simpáticos em pacientes com dor lombar.
	Sexo feminino e masculino	Umidade:		
	Idade entre 30 e 49 anos	Tempo para aclimação: 15q		
		Posição: em ortostatismo		

Legenda: NSA = não se aplica; q= minutos; LER/DORT = lesões por esforços repetitivos/distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho.

Os quadros a seguir apresentam a descrição das variáveis de controle que o presente estudo se propôs a analisar, além do número de estudos que utilizaram do mesmo parâmetro e as referências bibliográficas. Nesse sentido, o quadro 2 descreve a temperatura, o quadro 3 descreve a umidade relativa do ar, o quadro 4 descreve o tempo de aclimação e o quadro 5 descreve a posição do indivíduo durante a utilização da termografia.

Quadro 2 - Descrição da variável de controle: temperatura, número de estudos que utilizaram do mesmo parâmetro e as referências bibliográficas.

TEMPERATURA UTILIZADA NOS ESTUDOS	NÚMERO DE ESTUDOS	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
Entre 18 e 25°C	1	SALAZAR-LÓPEZ <i>et al.</i> , 2015
20°C	1	BRIOSCHI <i>et al.</i> , 2008
Entre 21 e 23°C	1	MARINS <i>et al.</i> , 2014
21,4°C	1	OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2016
Entre 21,5 e 22,3°C	1	HILDEBRANDT <i>et al.</i> , 2010
Entre 22 e 23°C	1	BANDEIRA <i>et al.</i> , 2014
Entre 22 e 24°C	1	SILVA <i>et al.</i> , 2017
23°C	2	BANDEIRA <i>et al.</i> , 2012; LIMA <i>et al.</i> , 2015
Entre 23 e 24°C	1	MERLA <i>et al.</i> , 2009
Entre 23 e 25°C	1	ZAPROUDINA <i>et al.</i> , 2006
24°C	1	AMMER, 2002
25°C	1	CHUDECKA <i>et al.</i> , 2015

Quadro3 - Descrição da variável de controle: umidade relativa, número de estudos que utilizaram do mesmo parâmetro e as referências bibliográficas.

UMIDADE RELATIVA UTILIZADA NOS ESTUDOS	NÚMERO DE ESTUDOS	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
Entre 35 e 38%	2	HILDEBRANDT <i>et al.</i> , 2010; MARINS <i>et al.</i> , 2014
37%	1	OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2016
Abaixo de 50%	1	SILVA <i>et al.</i> , 2017
50%	3	BANDEIRA <i>et al.</i> , 2014; MERLA <i>et al.</i> , 2009; SALAZAR-LÓPEZ <i>et al.</i> , 2015
55%	1	BRIOSCHI <i>et al.</i> , 2008

Abaixo de 60%	1	LIMA <i>et al.</i> , 2015
60%	1	CHUDECKA <i>et al.</i> , 2015

Quadro4 - Descrição da variável de controle: tempo de aclimação, número de estudos que utilizaram do mesmo parâmetro e as referências bibliográficas.

TEMPO DE ACLIMATAÇÃO UTILIZADO NOS ESTUDOS	NÚMERO DE ESTUDOS	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
Entre 10 e 15q	1	SALAZAR-LÓPEZ <i>et al.</i> , 2015
10 ou 20q	1	MARINS <i>et al.</i> , 2014
15q	7	AMMER, 2002; BANDEIRA <i>et al.</i> , 2012; BRIOSCHI <i>et al.</i> , 2008; LIMA <i>et al.</i> , 2015; OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2016; SILVA <i>et al.</i> , 2017; ZAPROUDINA <i>et al.</i> , 2006
20q	3	CHUDECKA <i>et al.</i> , 2015; HILDEBRANDT <i>et al.</i> , 2010; MERLA <i>et al.</i> , 2009
30q	1	BANDEIRA <i>et al.</i> , 2014

Quadro5 - Descrição da variável de controle: posição, número de estudos que utilizaram do mesmo parâmetro e as referências bibliográficas.

POSIÇÃO UTILIZADA NOS ESTUDOS	NÚMERO DE ESTUDOS	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
Em ortostatismo	9	AMMER, 2002; BANDEIRA <i>et al.</i> , 2012; BANDEIRA <i>et al.</i> , 2014; BRIOSCHI <i>et al.</i> , 2008; CHUDECKA <i>et al.</i> , 2015; LIMA <i>et al.</i> , 2015; MARINS <i>et al.</i> , 2014; SILVA <i>et al.</i> , 2017; ZAPROUDINA <i>et al.</i> , 2006
Realizando programa exercícios na esteira	1	MERLA <i>et al.</i> , 2009
Sentado em uma cadeira com os membros inferiores paralelos um ao outro	1	OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2016

4DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão narrativa da literatura sobre o uso da termografia como ferramenta para o diagnóstico e avaliação da LM, e sobre as variáveis de controle utilizadas em sua aplicabilidade para avaliação da LM. Atualmente, a medição da atividade de enzimas plasmáticas, como a CK, parece ser um dos melhores indicadores de lesão tecidual, porém não é capaz de determinar a localização anatômica da LM (BANDEIRA *et al.*, 2014). Sendo assim, segundo Bandeira *et al.*(2014), a utilização de imagens obtidas com a câmera termográfica em conjunto com a medição da CK permite a determinação da intensidade e a localização de uma LM.

A termografia apresenta diversas vantagens como sua eficácia, segurança, se trata de uma técnica não invasiva, indolor, sem contato, sem radiação ionizante, inócua, sem efeitos colaterais, e que disponibiliza as temperaturas de uma superfície em imagens de tempo real, além de possibilitar a localização da lesão e ser capaz de demonstrar mudanças metabólicas e fisiológicas (BANDEIRA *et al.*, 2014; BRIOSCHI *et al.*, 2009; HILDEBRANDT *et al.*, 2010). Além disso, a imagem termográfica pode ser usada como feedback instantâneo para o atleta sobre sua condição atual (HILDEBRANDT *et al.*, 2010) por meio da correlação entre as imagens termográficas e seu quadro clínico. Entretanto, segundo esses autores, a ausência de padronização para a obtenção das imagens parece ser um problema para a aplicabilidade da termografia. Por isso, se faz necessário garantir o controle da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar, o tempo de aclimação prévio à obtenção das imagens, a posição do corpo e o uso de roupas durante a captura das imagens para garantir que as medidas sejam confiáveis.

A temperatura ambiente é um dos fatores mais importantes que afetam a temperatura da pele (QUESADA *et al.*, 2017). O controle da temperatura ambiente deve ser assegurado durante o uso da termografia, para evitar o efeito de fatores físicos na medida, como os processos de perda e ganho de calor, deixando os fatores individuais como os mais significativos (CHUDECKA *et al.*, 2015; QUESADA *et al.*, 2017). À medida que a temperatura ambiente aumenta, alguns processos físicos diminuem sua eficácia para facilitar a perda de calor corporal (MCARDLE *et*

al., 2003). O quadro 2 apresenta a descrição da temperatura utilizada nos estudos, o número de estudos que utilizaram do mesmo parâmetro e as referências bibliográficas. É possível observar que os artigos utilizaram da mesma faixa de temperatura como parâmetro para obter a imagem termográfica, variando entre 18 e 25°C. Diferentes autores sugerem que a temperatura ambiente deve estar entre 18 e 25°C durante a aplicação da termografia, pois temperaturas fora deste intervalo podem afetar os mecanismos de termorregulação (QUESADA *et al.*, 2017).

As condições do ambiente, como a umidade relativa do ar, devem receber uma maior atenção (MASSARI *et al.*, 1993), uma vez que ocorre troca de calor entre o corpo do indivíduo e o ambiente (GRINZATO, 2010; MCARDLE *et al.*, 2003). O quadro 3 apresenta a descrição da umidade relativa do ar utilizada nos estudos, o número de estudos que utilizaram do mesmo parâmetro e as referências bibliográficas. Dos 13 artigos selecionados para a revisão de literatura, três não trazem a descrição da umidade relativa do ar utilizada em seus métodos. Além disso, dos 10 artigos que reportam a umidade relativa do ar, observa-se que não existe um consenso sobre qual o valor adequado a ser utilizado. A eficácia da perda de calor diminui drasticamente em ambientes quentes e úmidos, tornando a pessoa particularmente vulnerável à elevação na temperatura (MCARDLE *et al.*, 2003), fato que não pode ocorrer durante a aplicabilidade da termografia. Em ambientes úmidos, a umidade pode ser condensada no corpo, resultando em um ganho de calor (QUESADA *et al.*, 2017), o que poderia alterar a imagem termográfica captada num ambiente como este.

Além do controle das variáveis referentes às condições ambientais para aplicabilidade da termografia, é importante também controlar o tempo de aclimação que o indivíduo deve permanecer na sala, previamente a captação das imagens. O quadro 4 apresenta a descrição do tempo de aclimação utilizado nos estudos, o número de estudos que utilizaram do mesmo parâmetro e as referências bibliográficas. Dos 13 artigos selecionados para a revisão de literatura, sete utilizaram 15 minutos para aclimação do corpo do participante do estudo. Os pesquisadores mostram bons resultados com tempo de aclimação de 15 minutos. Em um estudo realizado com atletas de futebol, os atletas permaneceram na sala com ambiente climatizado por 15 minutos, para que ocorresse equilíbrio térmico, e foi concluído que a termografia tem um bom potencial para apoiar o diagnóstico de

lesões musculares (BANDEIRA *et al.*, 2012). Segundo McArdle *et al.* (2003), equilíbrio térmico torna-se possível através da integração dos mecanismos que alteram a transferência de calor para a periferia, regulando o esfriamento e modificando a produção de calor pelo corpo.

A respeito da posição na qual o indivíduo deve permanecer durante a captação da imagem termográfica, o quadro 5 apresenta a descrição da posição utilizada nos estudos, o número de estudos que utilizaram do mesmo parâmetro e as referências bibliográficas. Dos 13 artigos selecionados para a revisão de literatura, dois não descrevem a posição do indivíduo durante a captação da imagem termográfica em seus métodos, nove deles fizeram as medidas com o indivíduo em posição ortostática e dois utilizaram de diferentes posições, de acordo com o objetivo do estudo em questão. Segundo Bandeira *et al.* (2014), durante a utilização da termografia, os sujeitos devem ser instruídos a não palpar a pele em nenhum momento e a evitar a manipulação da região a ser examinada, por exemplo, por cadeiras ou partes do próprio corpo. Nesse sentido, parece não existir posição padrão para aquisição de uma imagem termográfica, e sim posições ideais de acordo com o segmento a ser avaliado no indivíduo. A posição do corpo durante o uso da câmera termográfica é determinada de acordo com a região de interesse a ser avaliada (QUESADA *et al.*, 2017). Brioschi *et al.* (2008) estabeleceram em seu estudo, que o participante deveria permanecer em ortostatismo sem tocar com as mãos em qualquer superfície cutânea.

Além da posição para a captação das imagens termográficas, poucos estudos citaram a roupa que o participante estava usando durante o uso da câmera termográfica. A superfície do corpo exposta ao meio ambiente influencia a quantidade total de perda de calor (MCARDLE *et al.*, 2003). Lima *et al.* (2015) e Brioschi *et al.* (2008) mostraram que é importante o paciente manter-se despido para auxiliar na estabilização térmica. A vestimenta pode ter efeitos sobre a termorregulação por isolar o corpo de suas adjacências e conseqüentemente influencia os processos de troca de calor (MCARDLE *et al.*, 2003).

A utilidade da termografia tem sido observada frequentemente no meio esportivo (HILDEBRANDT *et al.*, 2010). O seu uso pode ajudar a prevenir LM, uma vez que, a assimetria térmica da área possivelmente afetada pode ser comparada com a região do corpo contralateral (MARINS *et al.*, 2014), e tal assimetria pode ser

capaz de demonstrar mudanças metabólicas e fisiológicas (BANDEIRA *et al.*, 2014; BRIOSCHI *et al.*, 2009; HILDEBRANDT *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2014). No entanto, algumas dúvidas em relação às variáveis de controle para a utilização da termografia destacam a necessidade de mais estudos que especifiquem e justifiquem melhor porque e como controlar estas variáveis. Apesar do número razoável de artigos encontrados na busca, poucos artigos trouxeram todas as variáveis de controle analisadas nesta revisão narrativa.

Os artigos selecionados para esta revisão, apesar do bom número, não trouxeram a justificativa do uso de muitas das variáveis de controle utilizadas durante a aplicabilidade da termografia. Todas as variáveis, como temperatura ambiente, umidade relativa do ar, tempo de aclimatação e posição do indivíduo, quando não apresentam um controle minucioso, podem inviabilizar o uso da termografia como ferramenta para o diagnóstico e avaliação de LM. Os autores especificam o parâmetro utilizado, porém não dissertam a respeito do embasamento científico para o uso de cada um deles.

Além disso, esta revisão narrativa apresenta algumas limitações. A câmera termográfica, apesar de suas vantagens, ainda não apresenta valor acessível, o que pode ter limitado o acesso a esta tecnologia. Segundo Green *et al.* (2006) autores de revisões narrativas são frequentemente reconhecidos como especialistas no campo. Outra limitação é a possível ocorrência de viés de interpretação, uma vez que, por se tratar de uma revisão, os autores estão propensos a apresentarem argumentos orientados pela própria opinião, além de certo grau de parcialidade dos envolvidos no estudo (GREEN *et al.*, 2006). No entanto, em geral, as revisões narrativas constituem uma importante componente na base da literatura (GREEN *et al.*, 2006). Parece ser necessário realizar pesquisas futuras e mais criteriosas, com o objetivo de alcançar resultados mais significativos a respeito das variáveis de controle para o uso da termografia, e a justificativa da escolha de determinada variável.

5 CONCLUSÃO

A termografia é uma ferramenta eficaz para avaliação e diagnóstico de LM, quando tomados os devidos cuidados com as variáveis de controle durante o seu uso. Parece ser mais apropriado realizar a captura da imagem termográfica mantendo a sala com temperatura ambiente entre 18 e 25°C, por 15 minutos para aclimação e com o indivíduo na posição ideal de acordo com o segmento a ser avaliado. Não existe consenso em relação a umidade relativa do ar ideal. Sugere-se a realização de novos estudos a fim de justificar os parâmetros escolhidos para cada variável de controle.

REFERÊNCIAS

ALONSO, J. M.; RENSTROM, P. Sports injuries surveillance during the 2007 IAAF World Athletics Championships. **Clin J Sport Med**, v. 19, n.1, p. 26-32, 2009.

AMMER, K. Temperature changes after manual examination of the cervical spine. **Thermology International**, v. 12, n. 4, p. 147-152, 2002.

BANDEIRA, F.; MOURA, M. A. M.; SOUZA, M. A.; NOHAMA, P. A.; NEVES, E. B. Pode a termografia auxiliar no diagnóstico de lesões musculares em atletas de futebol? **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 18, n. 4, p. 246-51, 2012.

BANDEIRA, F.; NEVES, E. B.; MOURA, M. A. M.; NOHAMA, P. A. termografia no apoio ao diagnóstico de lesão muscular no esporte. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 20, n. 1, p. 59-64, 2014.

BOROWSKI, L. A.; YARD, E.E.; FIELDS, S. K. The epidemiology of US high school basketball injuries. **Am J Sports Med**, v. 32, n. 12, p. 2328-35, 2008.

BRIOSCHI, M. L.; CHEREM, A. J.; RUIZ, R. C.; JÚNIOR, J. J. S.; SILVA, F. M. R. M. O uso da termografia infravermelha na avaliação do retorno ao trabalho em programa de reabilitação ampliado (PRA). **Acta Fisiátrica**, v. 16, n. 2, p. 87-92, 2009.

CHAN, O.; BUONO, A. D.; BEST, T. M.; MAFFULLI, N. Acute muscle strain injuries: a proposed new classification system. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* **Sports Medicine**, v. 20, n. 11, p. 2356-62, 2012.

CHUDECKA, M.; LUBKOWSKA, A. Thermal maps of young women and men. **Infrared Physics & Technology**, v. 69, p. 81-7, 2015.

COMIN, J.; MALLIARAS, P.; BAQUIE, P.; BARBOUR, T.; CONNELL, D. Return to competitive play after hamstring injuries involving disruption of the central tendon. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 41, n. 1, p. 111-5, 2012.

DAWSON, B. **Basic & clinical biostatistics**. Lange medical books/McGraw Hill, 2001.

EKSTRAND, J.; HAGGLUND, M.; WALDEN, M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). **Am J Sports Med**, v. 39, n. 6, p. 1226-1232, 2011.

EKSTRAND, J. Keeping your top players on the pitch: The key to football medicine at a professional level. **British Journal of Sports Medicine**, v. 47, n. 12, p. 723-4, 2013.

FEELEY, B. T.; KENNELLY, S.; BARNES, R. P. Epidemiology of National Football League training camp injuries from 1998 to 2007. **Am J Sports Med**, v. 36, n. 8, p. 1597-603, 2008.

FERNANDES, T. L.; PEDRINELLI, A.; HERNANDEZ, A. J. Lesão muscular: fisiopatologia, diagnóstico, tratamento e apresentação clínica. **Rev Bras Ortop**, v. 46, n. 3, p. 47-55, 2011.

HALLEN, A.; EKSTRAND, J. Return to play following muscle injuries in professional footballers. **Journal of Sports Sciences**, v. 32, n. 13, p. 1229-36, 2014.

HILDEBRANDT, C.; RASCHNER, C.; AMMER, K. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. **Sensors**, v. 10, n. 5, p. 4700-15, 2010.

GARCIA, D. R. **Validação da termografia no diagnóstico de lesões por esforços repetitivos/distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola Superior de Educação Física, 2004.

GREEN, B. N.; JOHNSON, C. D.; ADAMS, A. Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: secrets of the trade. **Journal of Chiropractic Medicine**, v. 5, n. 3, p. 101-17, 2006.

GRINZATO, E. Humidity and air temperature measurement by quantitative infrared thermography. **QIRT Journal**, v. 7, p. 55-72, 2010.

JARVINEN, T. A.; JARVINEN, T. L.; KAARIAINEN, M.; KALIMO, H.; JARVINEEN, M. Muscle injuries: biology and treatment. **Am J Sports Med**, v. 33, n. 5, p. 745-64, 2005.

LIMA, R. P. S.; BRIOSCHI, M. L.; TEIXEIRA, M. J.; NEVES, E. B. Análise termográfica de corpo inteiro: indicações para investigação de dores crônicas e diagnóstico complementar de disfunções secundárias. **Pan American Journal of Medical Thermology**, v. 2, n. 2, p. 70-7, 2015.

LOPEZ, V. Jr.; GALANO, G. J.; BLACK, C. M. Profile of an american amateur rugby union sevens series. **Am J Sports Med**, v. 40, n. 1, p. 179-84, 2012.

MALLIAROPOULOS, N.; PAPACOSTAS, E.; KIRITSI, O. Posterior thigh muscle injuries in elite track and field athletes. **Am J Sports Med**, v. 38, n. 9, p. 1813-9, 2010.

MALLIAROPOULOS, N.; ISINKAYE, T.; TSITAS, K. Reinjury after acute posterior thigh muscle injuries in elite track and field athletes. **Am J Sports Med**, v. 39, n. 2, p. 304-10, 2011.

MARINS, J. C. B; FERNÁNDEZ, I. C.; ARNAIZ, J. L.; FERNANDES, A. A.; SILLERO, M. Q. Applications of Infrared Thermography in Sports: a Review. **Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte**, v. 15, n. 60, p. 805-24, 2015.

MASSARI, G.; MASSARI, M. **Damp buildings, old and new**. ICCROM, 1993.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. Exercício e estresse térmico. In: _____. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. Editora Guanabara Koogan, 3ª edição, 2003.

MERLA, A.; MATTEI, P. A.; DONATO, L.D.; ROMANI, G. L. Thermal imaging of cutaneous temperature modifications in runners during graded exercise. **Annals of Biomedical Engineering**, v. 38, n. 1, 158-63, 2009.

MUELLER-WOHLFAHRT, H-W; HAENSEL, L.; MITHOEFER, K.; EKSTRAND, J.; ENGLISH, B.; MCNALLY, S.; ORCHARD, J.; VAN DIJK, C. N.; KERKHOFFS, G. M.; SCHAMASCH, P.; BLOTTNER, D.; SWAERD, L.; GOEDHART, E.; UEBLACKER, P. Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. **Br J Sports Med**, v. 47, n. 6, p. 342-50, 2012.

NIEHOF, S. P.; HUYGEN, F. J.; STRONKS, D. L.; KLEIN, J.; ZIJLSTRA, F. J. Reliability of observer assessment of thermographic images in complex regional pain syndrome type 1. **Acta Orthopaedica Belgica**, v. 73, n. 1, p. 31-7, 2007.

OLIVEIRA, J.; VARDASCA, R.; PIMENTA, M.; GABRIEL, J.; TORRES, J. Use of infrared thermography for the diagnosis and grading of sprained ankle injuries. **Infrared Physics & Technology**, v. 76, p. 530-41, 2016.

QUESADA, J. I. P.; PALMER, R. S.; ANDA, R. M. C. O. Physics principles of the infrared thermography and human thermography and human thermoregulation. QUESADA, J. I. P. **Application of infrared thermography in sports science**. Cham: Springer, p. 25-48, 2017.

SALAZAR-LÓPEZ, E.; DOMÍNGUEZ, E.; RAMOS, V. J.; FUENTE, J.; MEINS, A.; IBORRA, O.; GÁLVEZ, G.; RODRÍGUEZ-ARTACHO, M. A.; GÓMEZ-MILÁN, E. The mental and subjective skin: emotion, empathy, feelings and thermography. **Consciousness and Cognition**, v. 34, p. 149-62, 2015.

SILVA, M. G.; ANDRADE, G. P. Por que a termografia deve ser utilizada no tratamento de lesões em jogadores de futebol de campo? **Educación Física y Deportes**, n. 190, 2014.

SILVA, Y. A.; SANTOS, B. H.; ANDRADE, P. R.; SANTOS, H. H.; MOREIRA, D. G.; SILLERO-QUINTANA, M.; FERREIRA, J. J. A. Skin temperature changes after exercise and cold water immersion. **Sport Sci Health**, v. 13, p. 195-202, 2017.

ZAPROUDINA, N.; MING, Z.; HANNINEN, O. O. P. Plantar infrared thermography measurements and low back pain intensity. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 29, n. 3, p. 219-23, 2006.