

ALTERAÇÕES TERMOGRÁFICAS NA MUSCULATURA DO QUADRÍCEPS E ISQUIOTIBIAIS EM ATLETAS DE FUTSAL APÓS ATIVAÇÃO MUSCULAR

Thermographic Changes In Musculature Of Quadriceps And Ischiotibials In Futsal Athletes After Muscular Activation

Marlúcia Lima Monteiro^{1,2}, Clarice Ilnete Pereira Guerra^{1,2}, Joice da Conceição Lira,^{1,2}
Eneilson Guimarães do Vale Junior^{1,2}, Ricardo Alexandre Rodrigues Santa Cruz^{1,2}

ISSN: 2178-7514

Vol. 11 | N°. 3 | Ano 2019



RESUMO

Introdução: A termografia é um método não invasivo que reflete alterações da temperatura corporal humana podendo auxiliar na compreensão de ajustes termorregulatórios no exercício. **Objetivo:** analisar as alterações termográficas na musculatura do quadríceps e isquiotibiais em atletas de futsal após ativação muscular. **Métodos:** Foram coletados termogramas do quadríceps e isquiotibiais dos jogadores contralateralmente antes e após a realização de exercícios utilizando faixas elásticas. Para a coleta das imagens termográficas utilizou-se uma câmera da marca Flir® Systems, modelo TG – 165, com detector Lepton®, e precisão de 1,5%, $\leq 0,01$ oC de sensibilidade. O teste T de student foi utilizado para comparar as diferenças nos momentos pré e pós ativação muscular, com nível de significância de $p < 0,05$. **Resultados:** Os resultados dos termogramas apresentaram variações com diminuição da temperatura de $-0,11^{\circ}\text{C}$ do lado direito e de $-0,12^{\circ}\text{C}$ no lado esquerdo do quadríceps, $-0,9^{\circ}\text{C}$ do lado direito e $-0,7^{\circ}\text{C}$ do lado esquerdo para os isquiotibiais após os esforços realizados. **Conclusão:** O presente estudo nos permite concluir que houve uma redução na temperatura do quadríceps e isquiotibiais dos atletas após a sessão de estimulação neuromuscular. Pode-se concluir ainda, que a termografia é uma ferramenta importante para fisiologistas e preparadores físicos, principalmente para o monitoramento das cargas de treinamento.

Palavras-chave: Termografia; Futsal: Ativação Muscular.

ABSTRACT

Introduction: Thermography is a noninvasive method that reflects changes in human body temperature and may help to understand thermoregulatory adjustments in exercise. **Objective:** The aim of this study was to analyze the thermographic changes in the quadriceps and hamstrings muscles in futsal athletes after muscle activation. **Methods:** Quadriceps and hamstrings thermograms were collected from the players contralaterally before and after performing exercises using elastic bands. For the collection of thermographic images, a Flir® Systems model TG-165 camera with Lepton® detector was used, with 1.5% accuracy, ≤ 0.01 oC sensitivity. Student's t-test was used to compare the differences in the moments before and after muscle activation, with a significance level of $p < 0.05$. **Results:** Thermogram results showed variations with a temperature decrease of -0.11°C on the right side and -0.12°C on the left side of the quadriceps, -0.9°C on the right side and -0.7°C from the left side to the hamstrings after the efforts performed. **Conclusion:** The present study allows us to conclude that there was a reduction in the athletes' quadriceps and hamstring temperature after the neuromuscular stimulation session. It can also be concluded that thermography is an important tool for physiologists and physical preparers, especially for monitoring training loads.

Keywords: Thermography; Futsal: Muscle Activation.

1 - Universidade Estadual de Roraima – UERR

2 - Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Física e Esportes - GEPEFE

Autor de correspondência

Ricardo Alexandre Rodrigues Santa Cruz

Endereço: Universidade Estadual de Roraima – UERR

Curso de Educação Física – Sala 204 - GEPEFE

Rua 7 de Setembro, 231, Canarinho. Boa Vista/RR. CEP: 69306-530

e-mail: ricardo.ef@uerr.edu.br

INTRODUÇÃO

O Futsal é um desporto coletivo de cooperação/oposição que apresenta alta intensidade em suas ações, sendo caracterizado por estímulos/pausas e movimentos em diversas direções, exigindo dos atletas um alto desempenho físico-motor¹. Esporte que apresenta como principais características as ações simultâneas de ataque e defesa entre duas equipes em espaço reduzido da quadra, o que proporciona recuperação incompleta entre as ações².

Diante desse contexto, torna-se necessário a utilização de novas técnicas para monitorar as respostas dos diferentes sistemas frente as exigências físicas que ocorrem nos treinamentos e jogos de Futsal, no sentido de melhor compreender o impacto dessa modalidade esportiva especialmente sobre o sistema termorregulador.

Uma técnica que vem sendo utilizada para diagnosticar a radiação infravermelha emitida pela pele, proporcionando a análise das funções fisiológicas com registros dos gradientes e padrões térmicos corporais é a termografia³. A termografia é um método utilizado para registrar padrões térmicos do corpo, de forma não invasiva, sem contato com o avaliado e sem emissão de radiação⁴.

Fernandes et al.⁵ indicam que essa técnica pode ajudar na compreensão das ocorrências de alterações na temperatura da pele, fornecendo

relevantes informações relacionadas à eficiência do sistema termorregulatório em diferentes fases do exercício. Este método envolve a detecção de radiação infravermelha emitida pela pele e proporciona a análise das funções fisiológicas relacionadas com o controle da temperatura da pele de forma não invasiva, sem expor o paciente a qualquer tipo de radiação⁶.

Neves e Reis⁶ indicam que o treinamento de alta intensidade leva o sistema locomotor para seus limites fisiológicos e a termografia pode ser uma ferramenta muito valiosa para o acompanhamento desse processo. Nesse sentido, a análise termográfica caracteriza-se por detectar pequenas variações de temperatura, e as imagens termográficas mostram precocemente o início de um processo inflamatório, que ainda não apresentou sinais e sintomas de dor, edema e parestesia, atuando, assim, de forma preventiva⁷.

Lira et al.⁸, avaliaram a simetria térmica de atletas de Futsal, utilizando imagens termográficas (termogramas) na musculatura do quadríceps e isquiotibiais dos jogadores em ambas as pernas, encontrando valores simétricos com os atletas em estado de repouso, indicando que modificações na temperatura dos músculos podem ser provenientes de estímulos realizados nos músculos. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi analisar as alterações termográficas na musculatura do quadríceps e isquiotibiais em atletas de futsal após ativação muscular.

MÉTODOS

Amostra

Participaram do estudo 13 atletas do sexo masculino, integrantes de uma equipe de Futsal da categoria adulto com idades compreendidas entre 18 e 30 anos. Os atletas realizavam cinco sessões de treinamentos semanais, com duração variando entre 60 e 90 minutos e participavam de competições estaduais e nacionais.

Cuidados Éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Roraima – CEP-UERR, com o parecer no 1.999.047., de acordo com a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Antes da pesquisa foi realizado contato com os membros da comissão técnica e atletas, para explicação dos procedimentos que seriam realizados durante o estudo e assinatura do termo de consentimento (TCLE) livre e esclarecido, e mediante a aceitação e assinatura, ocorreu a coleta de dados.

Desenho Experimental do Estudo

Antes das avaliações serem realizadas os atletas foram instruídos a não consumir bebidas cafeinadas ou estimulantes quatro horas antes das avaliações; não utilizar hidratante corporal na superfície da pele nas últimas seis horas; não usar medicamento 24 horas antes; não realizar

exercícios físicos vigorosos no período de 24 horas que antecedeu o treinamento; não massagear, pressionar, esfregar ou coçar a pele dos membros inferiores em nenhum momento até que estivesse completado todo o exame termográfico.

A pesquisa foi realizada no próprio local de treinamento da equipe, em uma sala previamente preparada, em apenas uma sessão, no período noturno, realizada em três etapas:

Etapa 1 - avaliação termográfica pré-intervenção;

Etapa 2 – protocolo de ativação neuromuscular;

Etapa 3 - avaliação termográfica pós-intervenção.

As avaliações termográficas ocorreram dois minutos antes e dois minutos após a intervenção.

Protocolo de ativação muscular

O protocolo de ativação muscular foi realizado de acordo com a descrição de Santa Cruz et al.⁹ com estimulações dos membros inferiores, de forma bilateral, com movimentos de flexão/ extensão, adução/abdução, dorsiflexão/flexão plantar e elevações dos joelhos com duração de 20 segundos por exercício, utilizando as faixas elásticas na altura dos tornozelos em alguns exercícios e abaixo da região dos joelhos em outros exercícios.

Para a estimulação e ativação muscular foram utilizadas faixas elásticas (Mini Band) da marca (Liveup – Brasil - 30cm de comprimento x 14cm de largura) com sistema de resistência progressiva e nível de tensão extraforte.

Avaliações Antropométricas

As avaliações antropométricas foram realizadas antes da coleta dos termogramas. A massa corporal foi mensurada utilizando-se uma balança eletrônica, com precisão de 0,1 kg, e a estatura foi determinada em um estadiômetro portátil, com precisão de 0,1cm. A mensuração do percentual de gordura foi realizada com auxílio de adipômetro, avaliada por meio da técnica de espessura do tecido celular subcutâneo. A gordura corporal relativa foi estimada pelas equações de Slaughter.

Coleta das imagens termográficas

A coleta das imagens termográficas (termogramas) foi realizada utilizando uma câmera de infravermelho da marca Flir® Systems modelo TG – 165, com detector Lepton®, e precisão de 1,5%, <0,08°C de sensibilidade térmica. Para análise e processamento de imagens dos dados foi utilizado o software FLIR TOOLS com calibração automática. Os termogramas foram captados em sala com temperatura de 22°C.

Os participantes permaneceram por 10

minutos na sala para que ocorresse um equilíbrio térmico e aclimatação, antes que se iniciasse o processo de aquisição das imagens e manteve o local da avaliação desnudo, na posição ortostática com pés unidos, em posição anatômica, com a câmera posicionada a 1,5 metros de distância da região avaliada, com ponto de referência sobre a linha medial do quadríceps e dos isquiotibiais.

Análise Estatística

Para verificar a normalidade dos dados coletados nos termogramas foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. Os dados são apresentados em estatística descritiva com média e desvio padrão. A diferença entre as médias da temperatura dos músculos antes e após a ativação muscular foi testada pelo teste t-Student para amostras pareadas. Foi adotado um nível de significância $p < 0,05$. As análises foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico SPSS versão 13.0.

RESULTADOS

Os resultados referentes a idade, massa corporal, estatura e percentual de gordura dos atletas estão descritos na tabela 1.

Tabela 1. Caracterização geral dos atletas.

Sujeitos	Idade anos	Massa Corporal Kg	Estatura cm	Gordura %
N = 13	22,5	68,6	171	10,5
	± 3,79	± 8,61	± 0,05	± 0,76

Legenda: % - percentual.

A tabela 2 apresenta os resultados da termografia na musculatura do quadríceps e isquiotibiais dos atletas antes e após o protocolo de ativação muscular.

Tabela 2. Temperatura da musculatura do quadríceps e isquiotibiais dos atletas pré e pós intervenção.

Músculos	Quadríceps				Isquiotibiais			
	lados	Direito		Esquerdo		Direito		Esquerdo
Momentos	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Média	33,7	32,6*	33,7	32,5*	33,3	32,4*	33,3	32,6*
DP	±1,14	±1,32	±1,16	±1,29	±1,22	±1,20	±1,26	±1,32

Legenda:* diferença significativa pré e pós intervenção.

DISCUSSÃO

De acordo com o que foi descrito anteriormente, o objetivo do presente estudo foi analisar as alterações termográficas na musculatura do quadríceps e isquiotibiais em atletas de futsal após ativação muscular. Os resultados apresentados na tabela 2 indicam que após a aplicação do protocolo de ativação muscular a temperatura da musculatura analisada dos atletas de Futsal apresentou uma significativa redução.

Para a musculatura do quadríceps foi evidenciada uma redução de (-0,11°C) para o lado direito e (-0,12°C) para o lado esquerdo, enquanto na musculatura dos isquiotibiais foi verificada uma diminuição dos padrões térmicos de (-0,9°C) do lado direito e (-0,7°C) do lado esquerdo.

A termografia tem sido utilizada como

uma técnica que pode auxiliar na compreensão de ajustes termorregulatórios em exercício¹⁰. Nesse sentido, os resultados encontrados indicaram que a ativação neuromuscular utilizando faixas elásticas, com ênfase nos movimentos mais utilizados no Futsal provocou um ajuste térmico específico nos principais grupos musculares envolvidos nas ações do jogo (quadríceps e isquiotibiais) em contraste com uma corrida contínua por exemplo, que impõe um reflexo neural de vasodilatação na pele¹¹.

O protocolo que foi utilizado no estudo para a ativação dos grandes grupos musculares, descrito por Santa Cruz et al⁹ foi recentemente testado no futsal. Guerra et al.¹² encontraram melhora na força explosiva dos atletas após estimulações dos membros inferiores, de forma bilateral, com movimentos de flexão/extensão, adução/abdução, dorsiflexão/flexão plantar e elevações dos joelhos com duração de 20

segundos por exercício, utilizando faixas de resistência elástica na altura dos tornozelos e joelhos

Hildebrandt et al.¹³ indicam que termogramas com diferenças superiores a $0,7^{\circ}\text{C}$ entre os membros contralaterais ou áreas do corpo têm sido associados com alterações estruturais ou fisiológicas nos atletas, confirmando que a redistribuição do sangue da pele para a região do músculo ativo é inibida por uma maior necessidade de perda de calor interna. Corroborando com os resultados encontrados no presente estudo, Araújo et al.¹⁴ reforçam ainda, que indivíduos expostos a esforços constantes e prolongados, sofrem um aumento na temperatura corporal média, enquanto os indivíduos expostos a esforços intermitentes máximos, realizados em curto período de tempo, sofrem uma diminuição na temperatura corporal média.

Santos et al.¹⁵ analisaram as respostas termográficas dos esforços produzidos em uma partida de Futsal. 12 atletas do sexo masculino com idades compreendidas entre 15 e 18 anos participaram do experimento. Foram coletadas imagens termográficas das regiões anterior e posterior da coxa dos atletas antes e após o jogo. Os resultados mostraram pequena variação de $0,5^{\circ}\text{C}$ para os isquiotibiais e aumento significativo ($2,7^{\circ}\text{C}$) para a temperatura do quadríceps após a partida.

Em outro estudo com Futsal, Silva et al.¹⁶ verificaram as alterações termográficas de jovens atletas após uma sessão aguda de

treinamento técnico. A amostra foi composta por 13 atletas de Futsal ($16,6\pm 1,38$ anos) da categoria Sub-17. Foram coletados termogramas do quadríceps e isquiotibiais dos jogadores contralateralmente antes e após uma sessão de treinamento de fundamentos técnicos com ênfase na condução, drible, passes e chute. Os resultados dos termogramas apresentaram variações com diminuição da temperatura de $-0,2^{\circ}\text{C}$ do lado direito e de $-0,3^{\circ}\text{C}$ no lado esquerdo do quadríceps, $-0,4^{\circ}\text{C}$ do lado direito e $-0,3^{\circ}\text{C}$ do lado esquerdo para os isquiotibiais após os esforços curtos dos atletas ao executarem fundamentos do Futsal, permitindo aos autores concluir que houve uma redução na temperatura do quadríceps e isquiotibiais dos atletas após a sessão aguda de treinamento.

Santa Cruz et al.¹⁷ traçaram o perfil termográfico de jovens atletas de handebol após um jogo oficial. Participaram 11 jogadores pertencentes a uma equipe escolar. Foram coletados 16 termogramas dos lados direito e esquerdo de cada atleta, nos músculos deltoide anterior, tríceps, quadríceps e isquiotibiais antes e após uma partida oficial. Os resultados dos termogramas nos músculos dos membros superiores apresentaram variações significativas para o tríceps de $1,7^{\circ}\text{C}$ e $1,6^{\circ}\text{C}$ nos lados direito/esquerdo, e pequenas alterações de $0,3^{\circ}\text{C}$ e $0,2^{\circ}\text{C}$ para o deltoide anterior direito/esquerdo respectivamente. Na musculatura inferior, a análise termográfica apontou variações para a musculatura do quadríceps ($0,2^{\circ}\text{C}$ direito e $0,1^{\circ}\text{C}$

esquerdo) e isquiotibiais (0,4°C direito e 0,2°C esquerdo) após o jogo, porém sem diferença estatística, concluindo que a partida de handebol ocasionou elevação térmica nos músculos, com maior concentração nos tríceps.

No voleibol, Moraes et al.³ analisaram as respostas termográficas provenientes dos esforços realizados por jovens atletas da categoria infante-juvenil em uma partida simulada. Foram coletados termogramas do bíceps, tríceps, quadríceps e isquiotibiais das atletas antes e após a partida. Os resultados dos termogramas apresentaram variações de 0,8°C e 0,7°C nos lados direito/esquerdo do bíceps, 0,7°C e 0,8°C para o tríceps direito/esquerdo respectivamente. Na musculatura inferior, a análise termográfica apontou maiores variações para a musculatura do quadríceps após o jogo, com valores de 1,5°C para o lado direito e 1,1°C para o lado esquerdo. Os músculos isquiotibiais dos lados direito e esquerdo apresentaram aumentos de 0,7°C. Dessa forma, os autores do estudo também concluíram que uma partida de voleibol ocasiona alterações térmicas com elevação da temperatura dos músculos, com maior concentração nos quadríceps.

As evidências encontradas no presente estudo reforçam a hipótese que exercícios curtos e intensos tendem a diminuir a temperatura local dos músculos e estão alinhadas com a literatura que trata dessa temática, e indicam que a termografia pode ser um método sensível para detectar a intensidade do treinamento e

sistemas energéticos predominantes, observado principalmente pelas alterações da temperatura da musculatura ativada.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o protocolo de ativação muscular utilizando as faixas elásticas, com exercícios de alta intensidade promoveu reduções significativas na temperatura da musculatura dos membros inferiores dos atletas de Futsal participantes do estudo. Concluímos ainda, que a termografia além de ser um método já utilizado na prevenção de lesões, pode auxiliar também na identificação da característica energética/metabólica do treinamento, pelas alterações encontradas nos termogramas antes e após a intervenção.

Estudos futuros são necessários utilizando diferentes protocolos de treinamento para validar esta hipótese. Consideramos ainda, que a termografia é uma ferramenta importante para fisiologistas e preparadores físicos, principalmente para o monitoramento das cargas de treinamento.

REFERÊNCIAS

- 1.Santa Cruz RAR, Oliveira RM, Galiasso CAF, Pellegrinotti IL. Alterações de indicadores neuromusculares em atletas de futsal durante um macrociclo. Revista Brasileira de Futsal e Futebol, 2014; 6 (4): 153-159.
- 2.Santa Cruz RAR, Campos FAD, Gomes ICB, Pellegrinotti IL. Percepção subjetiva do esforço em jogos oficiais de Futsal. R. bras. Ci. e Mov, 2016; 24 (1): 80-85.
- 3.Morais NA, Araújo VA, Carvalho LS, Sousa PAC,

- Santa Cruz RAR. Respostas termográficas dos esforços em atletas de voleibol. *Corpoconsciência*. 2017;21(2): 8-14.
- 4.Marins JCB, Fernández-Cuevas I, Arnaiz J, Fernandes AA, Sillero-Quintana M Aplicaciones de la termografía infrarroja en el deporte. *Una revisión. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el deporte*, 2015; 15 (60): 805-824.
- 5.Fernandes AA, Amorim PR, Brito CJ, Sillero-Quintana M, Marins JCB. Regional skin temperature response to moderate aerobic exercise measured by infrared thermography. *Asian J Sports Med*. 2016; 7(1): 1-8.
- 6.Neves EB, Reis VM. Fundamentos da termografia para o acompanhamento do treinamento desportivo. *Revista Uniandrade*, 2014; 15 (2): 79-86.
- 7.Bandeira F, Moura, MAMD, Souza MAD, Nohama P, Neves EB. Pode a termografia auxiliar no diagnóstico de lesões musculares em atletas de futebol? *Rev bras med esporte*, 2012; 18 (4): 246-251.
- 8.Lira JC, Guerra CLP, Vale Junior EG, Monteiro, ML, Santa Cruz, RAR. Simetria térmica de membros inferiores em atletas de futsal. *Revista Observatório del Deporte*. 2019; 5(2): 8-17.
- 9.Santa Cruz RAR, Santos RMC, Silva FJ, Carvalho LS, Mendonça WV. Efeito do aquecimento realizado com mini band sobre a velocidade e agilidade de atletas de futsal. *RENEF*, 2017; 7(9): 43-53.
- 10.Côrte ACR, Hernandez AJ. Termografia médica infravermelha aplicada à medicina do esporte. *Rev Bras Med Esporte*, 2016; 4(22):315-319.
- 11.Cuevas IF, Sillero-Quintana M, Garcia-Concepcion MA, Serrano JR, Gomez- Carmona P, Marins JCB. Monitoring Skin Thermal Response to Training with Infrared Thermography. *New Studies in Athletics*, 2014; 1: 57-71.
- 12.Guerra CIP, Vale Júnior EG, Lira, JC, Monteiro MLL, Santa Cruz RAR. Efeito agudo da potencialização pós ativação na força explosiva em atletas de futsal. *Coleção Pesquisa em Educação Física*, 2019; 18 (2): 45-52.
- 13.Hildebrandt C, Raschner C, Ammer K. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. *Sensors*, 2010; 10 (5):4700-4715.
- 14.Araújo VA, Morais NA, Souza ES, Santos RMC, Silva FJ, Mendonça WV, Sousa PAC, Santa Cruz RAR. Análise termográfica dos membros inferiores de jovens ativos após uma sessão aguda de treinamento pliométrico. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 2018; 12 (72): 56-62.
- 15.Santos RMC, Souza ES, Silva FJ, Arruda JRL, Santa Cruz RAR. Análise termográfica dos esforços no futsal. *Coleção Pesquisa em Educação Física*. 2017; 16(1):15- 22.
- 16.Silva FJ, Santos RMC, Souza ES, Mendonça WV, Morais NA, Santa Cruz RAR. *American Journal of Sports Training*, 2017; 2 (1):8-16.
- 17.Santa Cruz RAR, Araújo VA, Sousa PAC, Arruda JRL. Perfil termográfico de atletas de handebol após um jogo oficial. *Revista Movimenta*, 2018;11 (1):12-19.

OBSERVAÇÃO: Os autores declaram não existir conflitos de interesse de qualquer natureza.