

Mapeamento termográfico de membros inferiores de jovens atletas de futsal

Thermographic mapping of lower limbs of young futsal athletes

Mapeo termográfico de miembros inferiores de jóvenes atletas de futsal

Recebido: 10/05/2022 | Revisado: 22/05/2022 | Aceito: 24/05/2022 | Publicado: 29/05/2022

Ricardo Alexandre Rodrigues Santa Cruz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9639-4336>

Universidade Estadual de Roraima, Brasil

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

Farney Fabricio Menezes de Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4507-9686>

Universidade Estadual de Roraima, Brasil

E-mail: farneyfabricio@hotmail.com

Sivone Costa de Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0996-6296>

Universidade Estadual de Roraima, Brasil

E-mail: sivone.sc@hotmail.com

Resumo

O objetivo do presente estudo foi realizar um mapeamento termográfico de membros inferiores em jovens atletas de futsal. A amostra do estudo foi composta por 19 jovens atletas de futsal com idade média de $(15,8 \pm 1,0)$ anos, da categoria sub-17. Foram realizadas coletas de imagens termográficas (termogramas) utilizando a técnica da termografia na musculatura do quadríceps, tibial, isquiotibiais e gastrocnêmio dos atletas em ambas as pernas. Os resultados apontaram valores semelhantes, com média de $31,8^{\circ}\text{C}$ para o lado direito e $31,9^{\circ}\text{C}$ para o lado esquerdo da musculatura do quadríceps, $29,6^{\circ}\text{C}$ para ambos os lados dos tibiais, $31,5^{\circ}\text{C}$ para o lado direito e $31,4^{\circ}\text{C}$ para o lado esquerdo da musculatura dos isquiotibiais e $28,9^{\circ}\text{C}$ para o lado direito e $28,8^{\circ}\text{C}$ para o lado esquerdo da musculatura dos gastrocnêmios. Podemos concluir após o mapeamento termográfico que a musculatura analisada apresentou simetria térmica, e que a termografia é uma técnica não invasiva e fidedigna para traçar um perfil e detectar possíveis desequilíbrio musculares em atletas.

Palavras-chave: Termografia; Futsal; Atletas.

Abstract

The aim of the present study was to perform a thermographic mapping of lower limbs in young futsal athletes. The study sample consisted of 19 young futsal athletes with a mean age of (15.8 ± 1.0) years, from the under-17 category. Thermographic images (thermograms) were collected using the thermography technique in the quadriceps, tibial, hamstrings and gastrocnemius muscles of athletes in both legs. The results showed similar values, with an average of 31.8°C for the right side and 31.9°C for the left side of the quadriceps musculature, 29.6°C for both sides of the tibialis, 31.5°C for the right side and 31.4°C for the left side of the hamstring muscles and 28.9°C for the right side and 28.8°C for the left side of the gastrocnemius muscles. We can conclude after the thermographic mapping that the analyzed musculature presented thermal symmetry, and that thermography is a non-invasive and reliable technique to trace a profile and detect possible muscle imbalance in athletes.

Keywords: Thermography; Futsal; Athletes.

Resumen

El objetivo del presente estudio fue realizar un mapeo termográfico de miembros inferiores en jóvenes atletas de fútbol sala. La muestra del estudio estuvo compuesta por 19 jóvenes deportistas de fútbol sala con una edad media de $(15,8 \pm 1,0)$ años, de la categoría sub-17. Se recolectaron imágenes termográficas (termogramas) mediante la técnica de termografía en los músculos cuádriceps, tibial, isquiotibiales y gastrocnemio de atletas en ambas piernas. Los resultados mostraron valores similares, con un promedio de $31,8^{\circ}\text{C}$ para el lado derecho y $31,9^{\circ}\text{C}$ para el lado izquierdo de la musculatura cuádriceps, $29,6^{\circ}\text{C}$ para ambos lados del tibial, $31,5^{\circ}\text{C}$ para el lado derecho y $31,4^{\circ}\text{C}$ para el lado izquierdo de los músculos isquiotibiales y $28,9^{\circ}\text{C}$ para el lado derecho y $28,8^{\circ}\text{C}$ para el lado izquierdo de los músculos gastrocnemios. Podemos concluir tras el mapeo termográfico que los músculos analizados presentaban simetría térmica, y que la termografía es una técnica no invasiva y fiable para trazar un perfil y detectar posibles desequilibrios musculares en deportistas.

Palabras clave: Termografía; Fútbol sala; Atletas.

1. Introdução

A termografia é considerada um método que registra gradientes e padrões térmicos corporais, refletidos por alterações da temperatura corporal humana em resposta a processos fisiológicos ou patológicos (Novotny et al., 2014). Marins et al. (2015) evidenciam que a termografia é uma técnica não-invasiva, sem contato físico com o avaliado, sem emissão de radiação, rápida e segura que permite monitorar a temperatura corporal do indivíduo em tempo real. A termografia é o método mais eficiente para estudar a distribuição da temperatura da pele, por meio da medição das variações de temperatura causadas pela maior ou menor irrigação do território microvascular (Pontes et al., 2017). Nesse sentido, a termografia tem contribuído para o diagnóstico e monitoramento da intensidade de diversas condições nas quais a temperatura da pele pode refletir um processo inflamatório nos tecidos subjacentes ou indicar onde o fluxo sanguíneo pode aumentar ou diminuir.

Embora vários fatores contribuam para a identificação de um padrão térmico, sem dúvida, o mais importante é o fluxo sanguíneo (Martinez-Jimenez et al., 2020). Os autores explicam que a vasodilatação dos capilares da pele está associada ao aumento da temperatura, e inversamente, a vasoconstrição ou desvascularização da pele, com a queda de temperatura. A técnica de sensoriamento termográfico possibilita a medição de temperaturas e a formação de imagens térmicas (termogramas) do corpo do atleta a partir da radiação infravermelha (Araújo et al., 2018). Essa técnica, segundo Côrte e Hernandez (2016) permite que profissionais do esporte possam traçar um perfil térmico geral e/ou local através da divisão do corpo em regiões de interesse, sendo altamente reprodutível.

É cada vez mais frequente a utilização da termografia no esporte como ferramenta de controle e monitoramento da sobrecarga de treinamentos e competições. De acordo com Lira et al. (2019), pesquisas recentes envolvendo atletas de modalidades esportivas coletivas, tem verificado os resultados do uso da termografia como indicador de ativação muscular, assimetria térmica, variações de temperatura do músculo após treinamentos e jogos, bem como na detecção de possíveis riscos de lesão.

Comumente, uma lesão causa modificações no fluxo sanguíneo que, por sua vez, pode influenciar na temperatura da pele. Além de fornecer as temperaturas de uma superfície em imagens em tempo real, a termografia possibilita a localização da lesão e é capaz de demonstrar alterações fisiológicas por meio de um exame funcional (Viegas et al., 2020). As imagens térmicas dos dois lados do corpo são geralmente simétricas e uma assimetria de mais de 0,7 °C pode ser definida como anormal (Menezes et al., 2018; Hildebrandt et al., 2010). Essas anormalidades podem indicar um problema e promover a detecção precoce de alterações anormais nos tecidos que podem preceder uma lesão. Uma das modalidades esportivas que expõe os atletas a grande desgaste em virtude das suas características intermitentes e de ações intensas é o futsal (Santa Cruz et al., 2015; 2016).

Tendo em vista que o funcionamento do sistema termorregulatório tem influência de diversos fatores, ainda parece controverso na literatura quais são os valores de referência da temperatura da pele em repouso em atletas (Borin et al., 2019). Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi realizar um mapeamento termográfico de membros inferiores em jovens atletas de futsal.

2. Metodologia

O presente estudo é caracterizado como descritivo, quantitativo e documental (Pereira, 2018) com coleta de dados por meio de termogramas individuais em diferentes regiões de interesse.

2.1 Amostra

A amostra do estudo foi composta por 19 jovens atletas de futsal com idade média de (15,8± 1,0 anos), da categoria

sub-17. Os atletas realizavam treinamentos específicos de futsal duas vezes por semana, com a duração das sessões variando entre 80 e 90 minutos.

O estudo seguiu as recomendações da resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Roraima – CEP-UERR, com o parecer número 1.999.047. Os atletas e seus responsáveis legais foram esclarecidos em relação aos objetivos e procedimentos da pesquisa, assinando os termos de assentimento e consentimento livre e esclarecido respectivamente, anteriormente ao processo de coleta dos dados.

Os participantes da pesquisa foram selecionados de modo intencional não probabilístico, com adesão por voluntariado. Foram observados os seguintes critérios de inclusão: a) participar dos treinamentos específicos de futsal semanalmente; b) não possuir limitações ortopédicas; c) não possuir nenhum tipo de lesão que impossibilitasse a realização dos termogramas; d) assinar um termo de assentimento livre e esclarecido (TALE) previamente às coletas.

2.2 Procedimentos

Antes da coleta dos termogramas, os atletas foram orientados a evitar consumir qualquer substância estimulante, não usar cremes ou hidratantes na pele, não fazer uso de nenhum medicamento 24 horas antes, não realizar exercícios físicos intensos nas 24 horas que antecederam a avaliação, não esfregar, pressionar ou coçar a pele em nenhum momento até que estivesse completado todo o exame termográfico.

2.3 Coleta dos termogramas

Os termogramas dos músculos dos membros inferiores foram obtidos a partir de imagens termográficas seguindo os critérios descritos por Marins et al. (2014). Os atletas foram instruídos a usar shorts leves, que não pressionassem os músculos da coxa e a não usarem meias de cano longo para não pressionar os músculos da perna. As avaliações foram realizadas em uma sala condicionada com temperatura: 20°C (Silva et al., 2022), onde os atletas permaneceram por 10 min para aclimação e adaptação às condições do ambiente. Em seguida, de forma individual os atletas ficaram em uma posição anatômica em cima de um colchonete que estava posicionado a 2m do avaliador que manuseava a câmera termográfica de imagem infravermelho. Foi solicitado que os voluntários não realizassem qualquer tipo de movimento durante o procedimento de coleta dos termogramas.

Os termogramas foram coletados e analisados com a utilização dos seguintes materiais: uma câmera termográfica (Flir® Systems modelo TG – 165, com detector Lepton®, e precisão de 1,5%, $\leq 0,01$ °C de sensibilidade) e um computador (com o software específico para processamento de imagens termográficas FLIR TOOLS).

Para cada atleta, foram realizadas no total quatro imagens termográficas, uma para cada grupo muscular, na parte anterior dos membros inferiores (quadríceps e tibial) e na parte posterior dos membros inferiores (isquiotibiais e gastrocnêmios). A identificação da temperatura das áreas de interesse foi realizada em °C.

2.4 Análise dos dados

Os resultados são apresentados em estatística descritiva, com média e desvio padrão. Para testar a normalidade dos dados aplicou-se o teste de Shapiro Wilk e o teste t de student para verificar a diferença entre as médias de temperatura dos grupos musculares do lado direito e esquerdo. Os dados foram analisados estatisticamente no software SPSS. Foi adotado um nível de significância de $p < 0,05$.

3. Resultados

Os valores relativos a idade (anos), peso da massa corporal (Kg), estatura (cm) e índice de massa corpórea (kg/m^2)

dos atletas de futsal são apresentados em médias e desvio padrão na Tabela 1.

Tabela 1 – Idade, peso, estatura e I.M.C. dos atletas de Futsal.

Sujeitos	Idade	Peso	Estatura	IMC
	anos	Kg	cm	(kg/m ²)
N = 19	15,8	62,3	171	21,2
	± 1,00	± 11,3	± 0,07	± 2,82

Fonte: Autores.

Os valores médios e desvio-padrão da temperatura da pele (°C) dos membros inferiores dos jovens atletas de futsal são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios e desvio-padrão da temperatura da pele (°C) dos membros inferiores dos jovens atletas de futsal.

Músculos	Quadríceps		Isquiotibial		Tibial anterior		Gastrocnêmio	
	D	E	D	E	D	E	D	E
Lados								
Média	31,8	31,9	31,5	31,4	29,6	29,6	28,9	28,8
Desvio Padrão	±2,24	±2,23	±2,09	±2,20	±2,54	±2,49	±2,83	±2,86

D – Direito; E – Esquerdo. Fonte: Autores.

4. Discussão

A termografia é uma técnica que tem sido utilizada na compreensão dos padrões termorregulatórios em diferentes situações. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi realizar um mapeamento termográfico dos membros inferiores de jovens atletas de futsal, na tentativa de compreender as respostas da temperatura da pele e a simetria bilateral dos principais grupos musculares envolvidos nos movimentos específicos da prática do futsal.

Ao observarmos os resultados expressos na Tabela 2, podemos verificar que de forma geral não foram encontradas diferenças na temperatura da musculatura dos membros inferiores dos atletas após avaliação termográfica em repouso. Quando analisamos a temperatura dos quadríceps, pode-se perceber valores parecidos, com média de 31,8 °C para o lado direito e 31,9 °C para o lado esquerdo. Lira et al. (2019) ao avaliarem atletas adultos de futsal, encontraram simetria total para o mesmo grupo muscular, porém, com temperaturas mais elevadas (34,2 °C). Em relação a musculatura posterior da coxa, especificamente o conjunto dos isquiotibiais, também encontramos valores similares, com 31,5 °C para o lado direito e 31,4 °C para o lado esquerdo. Esses resultados demonstram que as porções anterior e posterior da coxa apresentaram alto índice de simetria nos jovens atletas avaliados.

Um estudo que buscou avaliar as respostas termográficas dos músculos dos membros inferiores de jovens atletas de futsal após uma partida simulada da modalidade foi conduzido por Santos et al. (2017). Os autores identificaram que as ações decorrentes dos esforços realizados na partida ocasionaram pequenas alterações na musculatura dos isquiotibiais (0,5°C) e aumento significativo (2,7°C) para a temperatura do quadríceps após a partida. Ao comparar esse grupo muscular por membros dominantes e não dominantes, verificou-se maior percentual (51,2%) de incidência de focos de calor na coxa dominante.

Em consonância com o objeto de discussão apresentado, Silva et al. (2017) verificaram as alterações termográficas de atletas de futsal da categoria Sub-17 após uma sessão aguda de treinamento técnico. 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.

Borin et al. (2019) conduziram um estudo semelhante ao nosso, utilizando a avaliação termográfica para analisar os valores da temperatura da pele de membros inferiores separados em dominante (D) e não dominante (ND) de jogadoras profissionais de futebol, em repouso. Os valores médios da temperatura da pele encontrados foram D ($27,9 \pm 1,4$) e ND ($27,9 \pm 1,4$) para os quadríceps, D ($28,1 \pm 1,4$) e ND ($28,1 \pm 1,3$) para os tibiais, D ($28,3 \pm 1,2$) e ND ($28,3 \pm 1,3$) para os isquiotibiais e D ($27,7 \pm 1,2$) e ND ($27,8 \pm 1,2$) para as panturrilhas. Os autores não observaram assimetria da temperatura entre os membros D e ND, concluindo que o perfil da temperatura da pele em repouso de atletas de elite do futebol feminino nos membros inferiores, situa-se entre $27,9 \pm 1,4^{\circ}\text{C}$ e $28,3 \pm 1,2^{\circ}\text{C}$.

Estudos com jovens atletas de outras modalidades coletivas, tem sido realizados utilizando a termografia para traçar o perfil termográfico em repouso, entender as alterações ocasionadas pelos esforços específicos dessas modalidades e para comparação bilateral dos principais grupos musculares.

Utilizando a termografia para avaliar jovens atletas de Handebol, Santa Cruz et al. (2018) buscaram traçar o perfil termográfico dos jogadores antes de um jogo oficial, coletando termogramas dos lados direito e esquerdo de cada atleta, nos músculos quadríceps e isquiotibiais. Os resultados dos termogramas nos músculos dos membros inferiores apresentaram para a musculatura do quadríceps valores de $29,6^{\circ}\text{C}$ no lado direito e $29,7^{\circ}\text{C}$ do lado esquerdo e isquiotibiais $28,1^{\circ}\text{C}$ direito e $28,5^{\circ}\text{C}$ esquerdo antes do jogo.

Morais et al. (2017) avaliaram os impactos dos esforços de uma partida de voleibol sobre a musculatura dos membros superiores e inferiores de atletas infanto-juvenil do sexo feminino, coletando termogramas do bíceps, tríceps, quadríceps e isquiotibiais das atletas antes e após a partida. Os resultados dos termogramas apresentaram variações de $0,8^{\circ}\text{C}$ e $0,7^{\circ}\text{C}$ nos lados direito/esquerdo do bíceps, $0,7^{\circ}\text{C}$ e $0,8^{\circ}\text{C}$ para o tríceps direito/esquerdo respectivamente. Na musculatura do quadríceps variações de $1,5^{\circ}\text{C}$ para o lado direito e $1,1^{\circ}\text{C}$ para o lado esquerdo e aumentos de $0,7^{\circ}\text{C}$ nos músculos isquiotibiais dos lados direito e esquerdo.

De maneira geral, os resultados encontrados no presente estudo após o mapeamento da temperatura da pele em repouso, permitem identificar um perfil termográfico de jovens atletas de futsal, servindo como parâmetro para futuras investigações nessa área.

5. Considerações Finais

Os achados do presente estudo permitem concluir que os termogramas em repouso dos jovens atletas de futsal indicaram grande simetria térmica nos músculos contralaterais dos membros inferiores analisados. Consideramos ainda, que o mapeamento termográfico é uma técnica útil e fidedigna para a avaliação e o monitoramento do equilíbrio térmico em diferentes situações esportivas, podendo ser utilizada por fisiologistas, fisioterapeutas e preparadores físicos para diagnósticos e acompanhamentos do desgaste muscular e possíveis lesões em atletas. Observamos que outros estudos devam ser realizados utilizando o mapeamento termográfico em outras categorias do futsal e em outras modalidades esportivas, afim de compor um banco de dados sobre o perfil termográfico em atletas.

Referências

Araújo, V.A., Carvalho, L., Morais, N., Souza, E., Santos, R., Silva, F.J., & Santa Cruz, R. A.R. (2018). Análise termográfica dos membros inferiores de jovens ativos após uma sessão aguda de treinamento pliométrico. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício (RBPFE)*, 12 (72), 56-62.

- Borin et al. (2019) Perfil termográfico em repouso no futebol feminino de elite: análise de membros inferiores. VII Simpósio Internacional de Ciência do Desporto.
- Borin et al. (2019). Perfil termográfico em repouso no futebol feminino de elite: análise de membros inferiores. VII Simpósio Internacional de Ciência do Desporto.
- Côrte, A.C.R., & Hernandez, A.J. (2016). Termografia médica infravermelha aplicada à medicina do esporte. *Rev Bras Med Esporte*, 22 (4), 315-319.
- Hildebrandt, C., Raschner, C., & Ammer, K. (2010). An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. *Sensors*, 10 (5), 4700-4715.
- Lira, J.C., Ilnete, C., Vale Júnior, E. G., Monteiro, M. L., & Santa Cruz, R. A. R. (2019). Simetria térmica de membros inferiores em atletas de futsal. *Revista Observatório del Deporte*, 1 (2), 08-17.
- Marins, J.C.B., Fernandez-Cuevas, I., Arnaiz-Lastras, J., Fernandes, A.A. Y & Sillero-Quintana, M. (2015). Aplicaciones de la termografía infrarroja en el deporte. Una revisión. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el deporte*, 15 (60), 805-824.
- Marins, J.C.B., Fernandes, A.A., Cano, S.P., Moreira, D.G., Silva, F.S., Costa, C.M.A., Fernandez-Cuevas, I., & Sillero-Quintana, M. (2014). Thermal body patterns for healthy Brazilian adults (male and female). *journal of Thermal Biology*, 42 (1), 1–8.
- Martínez-Jimenez M. A, Loza-Gonzalez V. M, Kolosovas-Machuca S. E, Yanes-Lane M. E, Ramirez-Garcia Luna A. S, & Ramirez Garcia Luna JL. (2020). Diagnostic accuracy of Infrared thermal imaging for detecting COVID-19 infection in minimally symptomatic patients. *Eur J Clin Invest*, V.00, 0-8.
- Menezes, P., Matthew R. Rhea, Carlos Herdy and Roberto Simão. (2018). Effects of Strength Training Program and Infrared Thermography in Soccer Athletes Injuries. *Sports*, 6 (2), 142-148.
- Morais, N.A., Araújo V.A., Carvalho, L.S., Sousa, P.A.C., & Santa Cruz, R.A.R. (2017). Respostas termográficas dos esforços em atletas de voleibol. *Corpoconsciência*, 21(2): 8-14.
- Novotny, J.A.N., Rybarova, S., Zacha, D., Novotny, J. JR., Bernacikova, M., & Ramadan, W.A. (2015). The influence of breaststroke swimming on the muscle activity of young men in thermographic imaging. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 17 (2), 121-129.
- Pereira, A.S. et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. UFSM.
- Pontes, S.M.M. et al. (2017). Influence of the ventilatory mode on acute adverse effects and facial thermography after noninvasive ventilation. *J Bras Pneumol*, 43(2):87-94.
- Santa Cruz, R.A.R., Campos, F.A.D., Galiasso, C.A.F., Arruda, J.R.L., Abdala, O.S., Gomes, Í.C.B., & Pellegrinotti, Í.L. (2015). Monitoramento da percepção subjetiva do esforço em jovens atletas durante a aplicação de um programa de treinamento periodizado. *Coleção Pesquisa em Educação Física, Várzea Paulista*, 14 (1), 89-96.
- Santa Cruz, R.A.R., Campos, F A D, Gomes, I C B, & Pellegrinotti, I L. (2016). Percepção subjetiva do esforço em jogos oficiais de Futsal. *R. bras. Ci. e Mov*, 24(1), 92-97.
- Santa Cruz R.A.R., Araújo V.A., Sousa P.A.C., & Arruda J.R.L. (2018) Perfil termográfico de atletas de handebol após um jogo oficial. *Rev. Movimenta*, 11(1):12-19.
- Santos, R.M.C., Souza, E.S., Silva, F.J., Arruda, J.R.L., & Santa Cruz, R.A.R. (2017). Análise termográfica dos esforços no futsal. *Coleção Pesquisa em Educação Física*, 16 (1), 15-22.
- Silva, F.J., Santos, R.M., Souza, E.S., Mendonça, W.V., Morais, N.A., & Santa Cruz, R.A.R. (2017). Alterações termográficas em jogadores de futsal após uma sessão de treinamento técnico. *American Journal of sports training*, 2(1), 1-6.
- Silva, J. N. da, Lopes-Martins, R. Álvaro B., Martini, S. C., Boschi, S. R. M. da S., Silva, A. P. da, & Scardovelli, T. A. (2022). Uso de imagens infravermelhas em tendinopatia calcânea traumática. *Research, Society and Development*, 11(5), e9011527829.
- Viegas F., et al. (2020). The use of thermography and its control variables: a systematic review. *Rev Bras Med Esporte*, 26 (1), 82-86.