

Análise da temperatura da pele em joelhos de jogadoras de futebol profissional.

Analysis of the skin temperature in knees of women professional soccer players.

Stroppa, GM¹; da Silva, AG²; Moreira, DG³; Cerqueira, MS⁴; Fernandes, AA⁵; Bouzas, JCM¹

1 - Universidade Federal de Viçosa

2 - Escola Preparatória de Cadetes do Ar - EPCAR

3 - Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Governador Valadares

4 - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - Campus Rio Pomba

5 - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Ipatinga

RESUMO

Objetivo: Analisar a temperatura da pele da articulação do joelho em jogadoras de futebol profissional.

Metodologia: Um total de 22 mulheres (idade: $23,96 \pm 3,70$ anos; massa corporal: $63,53 \pm 5,97$ kg; estatura: $164,39 \pm 5,44$ cm; % gordura: $21,10 \pm 6,26$ %) futebolistas profissionais participaram do estudo. Após 10 minutos de aclimação (23°C e UR 50%-60%), a temperatura da pele (T_P) foi obtida através de duas imagens termográficas (TIR-25, Fluke®) de membros inferiores (anterior e posterior). As regiões corporais de interesse (RCI) avaliadas foram os joelhos (face anterior e posterior), delimitadas com ferramenta circular no software *Smartview*® 3.1. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para analisar a distribuição dos dados. O Test T de *Student* foi usado para comparar a T_P entre os joelhos. O nível de significância adotado foi de $p \leq 0,05$ e o pacote estatístico utilizado foi o PRIMER.

Resultados: Na face anterior a T_P foi de $28,82 \pm 1,41^{\circ}\text{C}$ no joelho direito e $28,75 \pm 1,36^{\circ}\text{C}$ no esquerdo. Já na face posterior a T_P foi de $30,69 \pm 1,06^{\circ}\text{C}$ no joelho direito e de $30,52 \pm 0,92^{\circ}\text{C}$. Não foram encontradas diferenças significativas na T_P entre os segmentos contralaterais avaliados. As diferenças médias obtidas entre os dimídios corporais (direito vs esquerdo) foram $0,07 \pm 0,38^{\circ}\text{C}$ e $0,18 \pm 0,59^{\circ}\text{C}$ para as faces anterior e posterior respectivamente. Por outro lado, foi identificada uma diferença significativa entre a região anterior e posterior de cada joelho ($p < 0,05$), com uma diferença média $1,87^{\circ}\text{C}$ e $1,77^{\circ}\text{C}$ nos joelhos direito e esquerdo respectivamente.

Conclusão: As jogadoras profissionais de futebol avaliadas apresentaram simetria térmica na articulação dos joelhos, tanto na região anterior quanto na posterior. A temperatura da região posterior do joelho é mais elevada que a região anterior.

Palavras-Chaves: Futebol, temperatura da pele, joelho.

Guilherme Martins Stroppa

Endereço: Rua Ouro Preto, 177 – Santa Terezinha - Juiz de Fora/MG - 36045-350

Contatos: (32)98503-0778/(32)98803-1028

Email: guistroppa_@hotmail.com

Agradecimentos: Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

ABSTRACT

Objectives: To analyze the skin temperature of the knee joint in women professional soccer players.

Methods: A total of 22 women (age: 23.96 ± 3.70 years, body mass: 63.53 ± 5.97 kg, height: 164.39 ± 5.44 cm, % fat: $21.10 \pm 6.26\%$) professional footballers participated in the study. After 10 minutes of acclimatization (23 °C and 50-60% UR), skin temperature (TP) was obtained through two thermographic images (TIR-25, Fluke®) of lower limbs (anterior and posterior). The body regions of interest (RCI) evaluated were the knees (anterior and posterior), delimited with a circular tool in Smartview® 3.1 software. The Shapiro-Wilk test was used to analyze the distribution of the data. The Student's T-Test was used to compare TP between the knees. The significance level adopted was $p \leq 0.05$ and the statistical package used was PRIMER.

Results: In the anterior face the PT was 28.82 ± 1.41 °C in the right knee and 28.75 ± 1.36 °C in the left. In the posterior aspect, the PT was 30.69 ± 1.06 °C in the right knee and 30.52 ± 0.92 °C. There were no significant differences in the TP between the contralateral segments evaluated. The mean differences obtained between the body sides (right vs. left) were 0.07 ± 0.38 °C and 0.18 ± 0.59 °C for the anterior and posterior faces respectively. On the other hand, a significant difference was identified between the anterior and posterior regions of each knee ($p < 0.05$), with a mean difference of 1.87 °C and 1.77 °C in the right and left knees, respectively.

Conclusion: The soccer players evaluated showed thermal symmetry in the knee joint, both in the anterior and posterior regions. The temperature of the posterior region is higher than the anterior region.

Keywords: Soccer, skin temperature, knee.

Introdução

A Termografia Infravermelha (TI) é um método seguro, de baixo custo, sem contato com o avaliado e não invasivo ^(1, 2) que tem sido utilizado para monitorar as funções fisiológicas relacionadas à temperatura da pele (T_p) ^(3, 4). É uma técnica que registra o calor radiante do corpo e também permite a visualização da T_p em tempo real com alta sensibilidade e precisão ^(3, 5).

Existem estudos que apontam aplicação da TI, uma delas é na área médica ⁽⁶⁾, como por exemplo na detecção precoce do câncer de pele ⁽⁷⁾, complemento do diagnóstico do câncer de mama ⁽⁸⁾, avaliação da gravidade de queimaduras ⁽⁹⁾. Na medicina esportiva, é utilizada fundamentalmente na prevenção de lesões ^(2, 10), monitoramento do tratamento de lesões ^(4, 11) e no controle da carga de treinamento em desportistas ^(2, 12, 13).

A prevenção de lesões ósteo-mio-ligamentares é extremamente importante no decorrer da temporada esportiva para que o atleta possa exercer sua função com qualidade, podendo ser determinante na vitória da equipe em jogos e, conseqüentemente, nas temporadas ⁽¹⁴⁾. Dentre as lesões mais frequentes no futebol profissional de alto nível estão às lesões musculares nas regiões de coxa e perna e lesões ligamentares no joelho ⁽¹⁵⁾.

A T_p deve apresentar proporcionalidade entre os lados do corpo ⁽¹⁶⁾. Assim sendo, diferenças superiores a $0,5$ °C são consideradas clinicamente importantes e podem estar associadas a alterações fisiológicas e metabólicas ^(17, 18). Portanto, a utilização da termografia no esporte possibilita o estabelecimento do perfil térmico dos atletas e, conseqüentemente, o monitoramento de regiões corporais de interesse (RCI) específicas, sendo uma maneira prática e fácil de analisar o

comportamento térmico contralateral em regiões corporais solicitadas durante o período de treinamento e competições que possam vir a apresentar assimetria térmica⁽¹²⁾. Por outro lado, trabalhos que avaliaram as diferenças térmicas da articulação do joelho em futebolistas ainda são escassos, sobretudo em jogadoras do sexo feminino. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi analisar a temperatura da pele da articulação do joelho em jogadoras de futebol profissional.

Metodologia

Amostra

Um total de 22 mulheres (23,96±3,70 anos; 63,53±5,97 kg; 164,39±5,44 cm; 21,10±6,26 % de gordura corporal) futebolistas profissionais participaram do estudo. Todas foram orientadas quanto ao objetivo e procedimentos do estudo, e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Todos os procedimentos seguiram as recomendações éticas contidas na Declaração de Helsinki.

Procedimentos

O estudo foi realizado no Laboratório de Performance Humana (LAPeH) da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e envolveu uma dinâmica de 2 etapas: 1) avaliação antropométrica; 2) obtenção das imagens termográficas.

Avaliação Antropométrica

Foi realizada uma avaliação antropométrica para caracterização da amostra, onde foram mensuradas a massa corporal (kg) (Filizola®, Star 300/4), estatura (cm) (American Medical®, ES2020), e dobras cutâneas com a utilização de adipômetro científico (Cescorf®). A equação de 3 dobras cutâneas de Jackson and Pollock (19) foi utilizada para calcular a densidade corporal, sendo o percentual de gordura estimado pela equação de Siri (20). As medidas

antropométricas foram obtidas conforme as recomendações da *International Society for the Advancement of Kinanthropometry*⁽²¹⁾ sendo o registro e processamento dos dados realizados no Software Avaesporte® (Esportes Sistemas, MG, Brasil). Os dados antropométricos foram coletados por um único avaliador treinado especificamente para essa tarefa, sendo realizado 2 dias antes da coleta de dados termográficos em um local reservado para este fim.

Obtenção das imagens termográficas

Os procedimentos para obtenção das imagens termográficas foram realizados conforme as recomendações da *European Association of Thermology*⁽¹⁸⁾, e as participantes foram orientadas a não consumir álcool e/ou cafeína no dia da coleta, não usar qualquer tipo de hidratante ou creme nas 6 horas que antecedem as medições ou realizar exercícios físicos vigorosos nas 24 horas anteriores às medições.

As voluntárias utilizaram apenas roupa de banho e tênis. O ambiente foi devidamente preparado, com iluminação artificial e condições ambientais de temperatura controlada (Komeco®, Split Hi-Wall), sendo mantida próxima a 23°C e 50% a 60% UR.

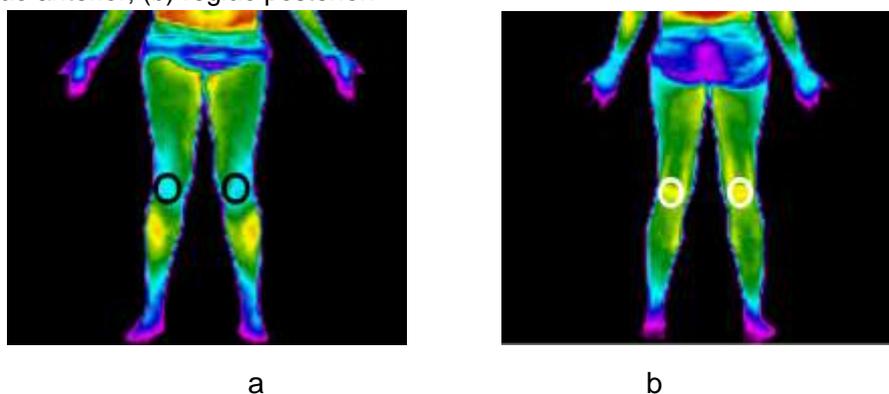
As avaliadas permaneceram em pé por pelo menos 10 minutos para que ocorra a estabilização da T_p frente às condições laboratoriais de registro⁽²²⁾. Durante esse período de aclimatação as participantes foram orientadas a evitar qualquer movimento brusco e intenso, ou esfregar, coçar ou cruzar as Regiões Corporais de Interesse (RCI).

Após a aclimatação, foram obtidas duas imagens termográficas (TIR-25, Fluke®) de membros inferiores (anterior e posterior) com as avaliadas na posição anatômica, com o termovisor posicionado a uma distância de 4 metros. As RCI avaliadas foram os joelhos (face anterior e posterior), delimitadas com ferramenta circular no

software *Smartview*[®] 3.1. Por meio deste software, foram obtidos os valores da T_P média das RCI analisadas. Um exemplo dos termogramas obtidos, bem como da delimitação das RCI analisadas pode ser visto na figura 1. A emissividade foi configurada em 0,98⁽²³⁾ na câmera, bem como no software de análise das imagens.

Análise estatística

Figura 1. Termograma de membros inferiores de uma voluntária, apresentando a delimitação das RCI analisadas. (a) região anterior; (b) região posterior.



Resultados

A tabela 1 apresenta os valores de T_P dos joelhos, bem como a diferença térmica bilateral verificada.

Tabela 1. Temperatura da pele e diferença térmica bilateral nas regiões anterior e posterior dos joelhos.

	Anterior			Posterior		
	Direito °C	Esquerdo °C	Diferença °C	Direito °C	Esquerdo °C	Diferença °C
Joelho	28.82±1.41	28.75±1.36	0.07±0.38	30.69±1.06	30.52±0.92	0.18±0.59

Não foram identificadas diferenças estatísticas contralaterais entre os joelhos direito e esquerdo, tanto na face anterior quanto na posterior. A diferença média contralateral foi pequena, não superando 0,2 °C em ambas as faces analisadas. Essa diferença contralateral é considerada normal na região dos joelhos⁽¹⁷⁾.

Com relação à temperatura média encontrada, a região posterior apresentou uma maior temperatura que a região anterior

O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para analisar a distribuição dos dados. O Test T de *Student* foi usado para comparar a T_P entre os joelhos direito e esquerdo, assim como a parte anterior e posterior do joelho. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$, e o pacote estatístico utilizado foi o PRIMER. Os dados foram apresentados em Média ± Desvio-padrão (DP).

em ambos os joelhos ($p < 0,05$). Foi encontrada uma diferença média entre as faces posterior e anterior de 1,87 °C e 1,77 °C nos joelhos direito e esquerdo respectivamente.

Discussão

De acordo com a análise realizada, não foram encontradas diferenças significativas na T_P entre os joelhos direito e esquerdo, tanto na região anterior quanto na posterior,

com diferenças médias que não superaram 0,2 °C. É importante ressaltar que, do ponto de vista clínico, a amostra apresentou uma assimetria térmica considerada normal e aceitável, uma vez que as diferenças contralaterais observadas foram inferiores a 0,5°C. Este valor é apontado na literatura como um ponto de corte na classificação de assimetrias nos joelhos, sendo que valores inferiores a 0,5°C são considerados aceitáveis, enquanto que acima desse valor, as assimetrias são classificadas como clinicamente importantes^(17, 24).

Outros estudos analisaram a assimetria térmica da articulação do joelho em indivíduos saudáveis e reportaram diferenças de 0,23°C⁽²⁵⁾, menor que 0,5°C⁽²⁶⁾, 0,19°C⁽²⁴⁾. Esses estudos foram realizados com indivíduos assintomáticos, corroborando com os resultados encontrados do presente estudo no qual foram encontradas diferenças de 0,07 ± 0,38 °C e 0,18 ± 0,59 °C para as faces anterior e posterior respectivamente. Por outro lado, em situações patológicas, a diferença térmica contralateral de joelhos supera os valores encontrados no presente estudo. Estudos com indivíduos com dor patelo-femoral reportaram diferenças contralaterais maiores que 0,5°C⁽²⁷⁾ e ≥ 1°C⁽²⁸⁾.

Segundo Fernández-Cuevas et al. (3) a temperatura do joelho pode sofrer influência térmica pós-tratamento de lesões do ligamento cruzado anterior, favorecendo uma assimetria térmica. Não foi observado comportamento semelhante nos sujeitos participantes desse estudo, o que pode ser um forte indicativo de preservação das estruturas do joelho.

A similaridade térmica contralateral é um importante indicador clínico nas diversas regiões corporais^(2, 29), não se limitando apenas aos joelhos. O estudo Marins et al. (12) verificou que jogadores de futebol, da categoria de base de um clube da primeira divisão nacional do Brasil, apresentaram

diferenças contralaterais menores que 0,2 °C nos membros inferiores. É importante ressaltar que os atletas analisados no estudo citado não reportaram nenhum incômodo físico de dor ou inflamação.

A região posterior do joelho apresentou maior temperatura que a anterior. Com relação à maior temperatura da pele encontrada na região posterior do joelho, as diferenças anatômicas e morfológicas podem explicar os resultados encontrados. A região posterior do joelho possui uma vascularização maior que a região anterior, na qual o osso da patela compreende a maior parte da imagem analisada⁽¹⁷⁾. Dessa forma, o fluxo de sangue na região posterior pode ser responsável pelos maiores valores de T_p encontrados nesta região. Assim que se pode considerar este padrão de diferença como normal, assegurando um bom estado das estruturas anatômicas do joelho.

Quando se considera a questão da bilateralidade, os resultados do presente estudo corroboram com estudos anteriores que estabeleceram 0,5 °C como limiar para alterações térmicas clinicamente relevantes^(17, 25, 26), embora nenhum destes estudos tenha analisado atletas do sexo feminino. O resultado do presente estudo aponta para uma diferença inferior a 0,2 °C, o que pode ser considerado normal para uma amostra assintomática.

Novos estudos são necessários para analisar as alterações térmicas em atletas de futebol feminino com sintomas de dor ou inflamação, a fim de investigar o nível de diferença térmica em comparação com atletas assintomáticas.

Sugere-se também que estudos semelhantes sejam feitos com atletas de outras modalidades, ou que sejam avaliadas outras articulações, o que pode ser importante para se estabelecer um perfil térmico articular, auxiliando assim na interpretação da informação térmica local.

Conclusão

As jogadoras profissionais de futebol avaliadas apresentaram simetria térmica na articulação dos joelhos, tanto na região anterior quanto na posterior. A temperatura da região posterior é mais elevada que a região anterior. Estes resultados indicam uma diferença de temperatura da pele contralateral inferior a 0,2 °C em jogadoras de futebol profissional sem sintomas de dor ou lesão.

Referências

1. Akimov EB, Andreev RS, Arkov VV, Kirdin AA, Saryanc VV, Sonkin VD, et al. Thermal "portrait" of sportsmen with different aerobic capacity. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis*. 2009;14:7-16.
2. Hildebrandt C, Raschner C, Ammer K. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. *Sensors*. 2010;10(5):4700-15.
3. Fernández-Cuevas I, Marins JCB, Lastras JA, Carmona PMG, Cano SP, García-Concepción MÁ, et al. Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: a review. *Infrared Phys Techn*. 2015;71:28-55.
4. Bandeira F, Muniz de Moura MA, Abreu de Souza M, Nohama P, Borba Neves E. Can thermography aid in the diagnosis of muscle injuries in soccer athletes? *Rev Bras Med Esporte*. 2012;18(4):234-9.
5. Zaproudina N, Varmavuo V, Airaksinen O, Narhi M. Reproducibility of infrared thermography measurements in healthy individuals. *Physiol Meas*. 2008;29(4):515-24.
6. Vargas JVC, Brioschi ML, Dias FG, Parolin MB, Mulinari-Brenner FA, Ordonez JC, et al. Normalized methodology for medical infrared imaging. *Infrared Phys Techn*. 2009;52:42-7.
7. John HE, Niomsawatt V, Rozen WM, Whitaker IS. Clinical applications of dynamic infrared thermography in plastic surgery: a systematic review. *Gland surgery*. 2016;5(2):122.
8. Acharya UR, Ng EY, Tan JH, Sree SV. Thermography Based Breast Cancer Detection Using Texture Features and Support Vector Machine. *J Med Syst*. 2010.
9. Renkielska A, Kaczmarek M, Nowakowski A, Grudzinski J, Czapiewski P, Krajewski A, et al. Active dynamic infrared thermal imaging in burn depth evaluation. *Journal of burn care & research* : 41 il publication of the American Burn Association. 2014;35(5):e294-303.
10. Marins J, Fernández-Cuevas I, Arnaiz-Lastras J, Fernandes A, Sillero-Quintana M. Aplicaciones de la termografía infrarroja en el deporte. Una revisión/Applications of Infrared Thermography in Sports. A Review. pp. 805-824. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*. 2015(60).
11. Costello JT, McInerney CD, Bleakley CM, Selfe J, Donnelly AE. The use of thermal imaging in assessing skin temperature following cryotherapy: a review. *J Therm Biol*. 2012;37(2):103-10.
12. Marins JCB, Fernandes AA, Moreira DG, da Silva FS, Costa CMA, Pimenta E, et al. Thermographic profile of soccer players' lower limb. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. 2014;7(1):1-6.
13. Mohr M, Draganidis D, Chatzinikolaou A, Barbero-Álvarez JC, Castagna C, Douroudos I, et al. Muscle damage, inflammatory, immune and performance responses to three football games in 1 week in competitive male players. *European journal of applied physiology*. 2015:1-15.
14. Gómez Carmona PM. Influencia de la información termográfica infrarroja en el protocolo de prevención de lesiones de un equipo de fútbol profesional español. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid; 2012.
15. Ekstrand J, Hagglund M, Walden M. Injury incidence and injury patterns in professional football - the UEFA injury study. *Br J Sports Med*. 2009.
16. Denoble AE, Hall N, Pieper CF, Kraus VB. Patellar skin surface temperature by thermography reflects knee osteoarthritis severity. *Clin Med Insights Arthritis Musculoskelet Disord*. 2010;3:69-75.
17. Selfe J, Whitaker J, Hardaker N. A narrative literature review identifying the minimum clinically important difference for skin temperature asymmetry at the knee. *Thermology International*. 2008;18(2):41-4.
18. Ammer K, Ring EFJ. Standard procedures for infrared imaging in medicine. *Biomedical Engineering Handbook*, CRC Press. 2006;1.

19. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *The British journal of nutrition*. 1978;40(3):497-504.
20. Siri W. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. *Nutrition* (Burbank, Los Angeles County, Calif). 1992;9(5):480-91; discussion , 92.
21. Marfell-Jones M, Olds TS, Stewart A, Carter L. International standards for anthropometric assessment (ISAK). South Africa: Potchefstroom; 2006.
22. Marins JCB, Moreira DG, Cano SP, Sillero-Quintana M, Soares DD, Fernandes AA, et al. Time required to stabilize thermographic images at rest. *Infrared Phys Technol*. 2014;65:30-5.
23. Steketee J. The influence of cosmetics and ointments on the spectral emissivity of skin. *Phys Med Biol*. 1976;21(6):920-30.
24. Vardasca R, Ring E, Plassman P, Jones C. Thermal symmetry on extremities of normal subjects. *University of Glamorgan*. 2007:19-24.
25. Uematsu S. Thermographic imaging of cutaneous sensory segment in patients with peripheral nerve injury: skin-temperature stability between sides of the body. *Journal of Neurosurgery*. 1985;62(5):716-20.
26. Uematsu S, Edwin DH, Jankel WR, Kozikowski J, Trattner M. Quantification of thermal asymmetry. Part 1: Normal values and reproducibility. *J Neurosurg*. 1988;69(4):552-5.
27. Davidson J, Bass A. Thermography and patello-femoral pain. *Acta Thermogr*. 1979;4:98-103.
28. Ben-Eliyahu D. Infrared thermographic imaging in the detection of sympathetic dysfunction in patients with patellofemoral pain syndrome. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 1991;15(3):164-70.
29. Szentkuti A, Skala Kavanagh H, Grazio S. Infrared thermography and image analysis for biomedical use. *Periodicum Biologorum*. 2011;113(4):385-92.