

Perfil térmico dos membros inferiores de futebolistas: uma comparação entre jovens atletas e profissionais

<https://doi.org/10.11606/issn.1981-4690.2023e37189306>

Felipe Augusto Mattos Dias*
Alisson Gomes da Silva**/**
João Carlos Bouzas Marins*

*Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

**Seção de Educação Física, Escola Preparatória de Cadetes do Ar, Barbacena, MG, Brasil.

Resumo

Este estudo estabeleceu e comparou o perfil térmico de membros inferiores de jovens futebolistas de base e de futebolistas profissionais, utilizando a termografia infravermelha. Foram obtidos termogramas de 27 jogadores de futebol de elite de duas categorias diferentes, sendo eles 16 atletas sub-20 (idade: $18,0 \pm 0,9$ anos; massa corporal: $72,2 \pm 7,9$ kg; gordura corporal: $7,6 \pm 2,1$ %G) e 11 profissionais (idade: $22,2 \pm 2,7$ anos; massa corporal: $77,2 \pm 9,9$ kg; gordura corporal: $7,6 \pm 2,5$ %). A temperatura da pele foi mensurada nos quadríceps, isquiotibiais, joelho anterior, joelho posterior, tibial anterior e gastrocnêmios, por meio da câmera TIR-25 (Fluke®), tendo uma resolução de 160×120 pixels. As imagens foram analisadas no software Smartview 4.3 (Fluke®), considerando a emissividade de 0,98. O teste T independente foi utilizado para comparar as médias de temperatura entre os grupos, e o tamanho do efeito foi calculado (d Cohen). O nível de simetria térmica entre os profissionais e os futebolistas de base foram estatisticamente iguais. As diferenças térmicas bilaterais médias foram consideradas clinicamente aceitáveis ($\leq 0,3$ °C) em todas as regiões corporais analisadas. Em todas as regiões corporais de interesse analisadas, os valores médios de temperatura foram significativamente ($p < 0,05$) menores no grupo de jovens jogadores quando comparados aos profissionais, tendo uma magnitude de efeito grande. Os futebolistas avaliados apresentam um estado de simetria térmica bilateral adequada ($< 0,3$ °C), independente da categoria. Os jogadores profissionais apresentam temperatura superior aos atletas de base em todas as RCIs analisadas.

PALAVRAS-CHAVE: Futebol; Temperatura da pele; Termografia infravermelha; Termorregulação.

Introdução

O futebol é uma modalidade esportiva com alta incidência de lesões¹, devido a uma elevada demanda física e fisiológica²⁻⁵, associado a um calendário de competições e treinamento que proporcionam um curto intervalo de recuperação dos atletas⁶. A utilização de ferramentas que auxiliem o controle e monitoramento do treinamento/competições, bem como a criação de protocolos de prevenção de lesões surgem como possibilidades para reduzir estes eventos.

Sobrecargas geradas pelas ações de treinamento

e de competição sobre as estruturas ortopédicas proporcionam certos distúrbios fisiológicos¹, os quais têm sido relacionados com alterações térmicas locais, aumentando a temperatura irradiada da pele (TIP), como ficou evidenciado nos trabalhos de FERNANDES et al.^{7, 8} no futebol, e ADAMCZYK et al.⁹ com decatletas. Assim que, o controle dessa magnitude de alteração térmica no âmbito esportivo pode trazer benefícios importantes, como por exemplo, ajudar a prevenir lesões osteomioarticulares¹⁰.

A termografia infravermelha (TI) é uma técnica que tem sido proposta como uma possível ferramenta de controle da carga física¹¹. Desta forma, possui um grande potencial no âmbito esportivo, ao disponibilizar informações para toda a equipe técnica de profissionais do clube, sobre o estado de (des)equilíbrio térmico e sobre sua capacidade de realizar um exercício físico em estado de normalidade. Em condições de assimetria térmica acima de 0,5 °C tem sido considerado um forte indicador de desequilíbrio térmico e sugestivo para uma possível redução de carga de treino ou mesmo sua interrupção e investigação sobre o agente que está causando esta assimetria¹¹.

A realização de avaliações periódicas dos atletas possibilita que seja criado um perfil térmico do indivíduo e até mesmo um perfil específico da modalidade. Ou seja, é possível estabelecer um mapa, contendo as características de normalidade térmica de cada região corporal de interesse (RCI)¹¹. Assim, qualquer aumento ou redução anormal da temperatura, de uma RCI específica, pode ser relacionado com um processo inflamatório, ocasionando uma hipertermia local, ou um processo degenerativo, evidenciado por uma hipotermia local¹².

Partindo do conceito biológico de proporcionalidade anatômica, espera-se que as respostas térmicas entre dimídios corporais sejam simétricas¹³. Entretanto, deve-se considerar que os ajustes termorregulatórios agudos e crônicos são extremamente complexos e possuem um aspecto intraindividual¹⁴, que podem ser influenciados por diversos fatores externos e internos, como por exemplo a idade.

Método

Participantes

Participaram deste estudo transversal um total de 27 jogadores de futebol de duas categorias, sendo 16 futebolistas homens da categoria sub-20 (18,0 ± 0,9 anos; 72,2 ± 7,9 kg, 7,6 ± 2,1 %G) e 11 atletas profissionais (22,2 ± 2,7 anos; 77,2 ± 9,9 kg, 7,6 ± 2,5 %G), pertencentes ao elenco de uma equipe da elite do campeonato mineiro. Todos os avaliados participaram do estudo voluntariamente e atenderam aos seguintes critérios de inclusão: Estarem participando de um programa

Pesquisas de perfil termográfico em população de não atletas já foram feitas como, por exemplo, o trabalho de MARINS et al.¹⁵ em adultos brasileiros ou de MARINS et al.¹⁶ em militares brasileiros. Já com atletas, são exemplos os trabalhos de TUMILTY et al.¹⁷ em universitários corredores de cross country; BALCI et al.¹⁸ com ciclistas e REZENDE et al.¹⁹ com nadadores. No futebol, estudos de perfil térmico em categoria de base já foram realizados, como o de COGÔ et al.²⁰ e MARINS et al.²¹.

Após realizar buscas em 7 de março de 2021, nas bases de dados do Pubmed, Science Direct e Scielo, utilizando os termos “thermography” and “soccer”, foram identificados 12 estudos que analisaram o perfil termográfico de atletas futebolistas, dos quais apenas 2^{22,23} utilizaram uma amostra composta por atletas de base. Contudo, nenhum dos estudos encontrados comparou o perfil térmico de futebolistas de base com o perfil dos futebolistas profissionais.

Tendo em vista que a idade afeta as respostas termorregulativas²⁴, torna-se necessário verificar se existe diferença no perfil térmico em jogadores de futebol que atuam em categorias de base, frente ao profissional. Essas informações são importantes para auxiliar na interpretação das imagens térmicas dos jogadores por parte do corpo técnico. Desta forma, o objetivo deste estudo foi estabelecer e comparar o perfil térmico de membros inferiores de jovens futebolistas de base e de futebolistas profissionais, utilizando a termografia infravermelha. Espera-se que os futebolistas profissionais apresentem maiores valores de TIP quando comparados aos jogadores de base, além disso, espera-se que todos atletas avaliados apresentem simetria térmica bilateral.

de treinamento de futebol por, no mínimo, 6 meses, com frequência semanal igual ou superior à 3 vezes por semana.

Foram excluídos da amostra indivíduos: fumantes, com históricos de lesão osteomioarticular nos últimos seis meses, histórico de lesão ou dor muscular recente, alergia na pele, distúrbio do sono, quadro febril recente, tratamento médico ou fisioterápico que utilize cremes, pomadas ou loções nas RCI horas antes da coleta, assim como uso de antitérmicos e/ou diuréticos, ou algum suplemento alimentar passível de ocasionar

mudanças na homeostase hídrica ou temperatura corporal nos últimos 15 dias e houvesse consumido medicamentos anti-inflamatórios recentemente.

Os voluntários foram informados sobre os procedimentos em todas as etapas do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes do início da coleta de dados. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos, com registro 44856821.0.0000.5.153, seguindo os critérios exigidos pela legislação brasileira para estudos com seres humanos, de acordo com a número 446/12 do Conselho Nacional de Saúde do Governo Brasileiro.

Procedimentos

Para a obtenção das imagens térmicas, foi utilizada uma câmera infravermelha modelo TIR-25 (Fluke®, Everett, EUA) com uma faixa de detecção entre -20 °C e + 350 °C, uma precisão de ± 2 °C ou 2%, uma sensibilidade de $\leq 0,01$ °C, banda espectral infravermelho de 7,5 μ m a 14 μ m, uma taxa de atualização de 9 Hz, foco automático e resolução de 160 x 120 pixels, tendo regulada sua escala de temperatura entre 22 °C e 34 °C. A câmera foi posicionada a uma distância de 4m dos avaliados, com altura individualizada por voluntário objetivando encontrar o melhor enquadramento dos termogramas, sempre perpendicular às RCI.

Com intuito de obter condições suficientes para uma boa qualidade das imagens termográficas, a câmera foi ligada com 30 minutos de antecedência, para permitir a estabilização do sensor, seguindo as recomendações propostas por RING e AMMER²⁵.

Todos os termogramas foram obtidos na parte da manhã, antes da realização de qualquer exercício físico,

e com intervalo mínimo de 24 horas relacionado ao período do treinamento anterior. A temperatura da sala foi mantida em $23,5 \pm 0,1$ °C, a umidade relativa em $63,5 \pm 2\%$, e o período de aclimação dos atletas foi fixado em 15 minutos, superando o período mínimo recomendado por MARINS et al.²⁶ de 10 minutos. Antes e durante o procedimento, os avaliados foram orientados a não realizar qualquer movimento repentino e intenso, ou esfregar, arranhar ou cruzar suas pernas. Foram obtidos dois termogramas para cada avaliação (anterior e posterior); as regiões corporais de interesse (RCIs) analisadas foram: os quadríceps, isquiotibiais, joelho anterior, joelho posterior, tibial anterior e os gastrocnêmios.

As imagens foram analisadas no software Smartview 4.3 (Fluke®, Everett, USA), adotando a emissividade de 0,98. O software é disponibilizado pela fabricante da câmera e contém ferramentas de marcação das RCI, o que permite estabelecer a temperatura média de cada região analisada.

Para demarcar as RCI, as recomendações propostas por MOREIRA²⁷ foram seguidas; desse modo, as RCI foram delimitadas com base nos seguintes marcos anatômicos: para os quadríceps e os isquiotibiais, 5 cm acima da borda superior da patela e linha da inguinal, para os tibiais anterior e gastrocnêmios, 5 cm abaixo da borda inferior da patela e 10 cm acima do maléolo e para as vistas anteriores e posteriores dos joelhos a região entre o tendão do quadríceps, a patela e o tendão patelar. Já a marcação dos joelhos tomou como base o estudo de STROPPA et al.²⁸. A FIGURA 1 apresenta termogramas de um participante com a delimitação das RCIs.

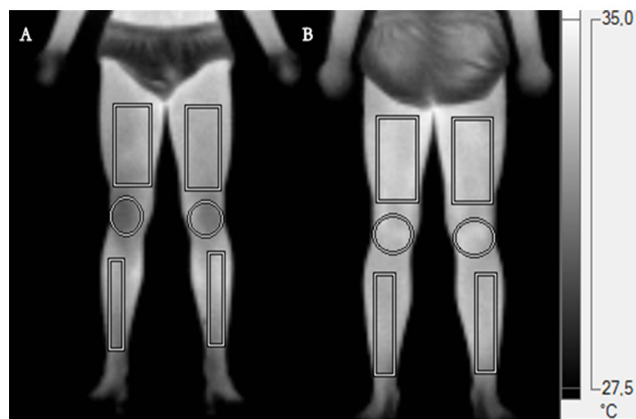


FIGURA 1 - Termogramas dos membros inferiores, vista anterior (A) e posterior (B), destacando as RCI para avaliação da temperatura da pele.

Análise estatística

Os valores de médios de temperatura de cada RCI foram utilizados na análise estatística. A normalidade dos dados foi avaliada através do teste de Shapiro-Wilk; o teste T independente foi utilizado para comparar as médias de TIP das RCIs e as médias de assimetrias contralaterais entre grupos, para os dados normais. Já para os dados não normais foi utilizado o teste de Mann-Whitney. O teste T pareado foi usado para analisar

a simetria térmica bilateral intragrupo. Utilizou-se o software SPSS, versão 23.0 e adotou-se um nível de significância de $p < 0,05$. O tamanho do efeito (TE) foi calculado com base no d de Cohen, considerando os valores $\leq 0,19$; $0,2-0,49$; $0,5-0,79$ e $\geq 0,8$ como os limites para efeitos insignificantes, pequenos, médios e grandes, respectivamente²⁹. Para se estabelecer um referencial de perfil térmico, foi proposta a curva de percentil com três referências 15, 50, 85, podendo caracterizar uma área de risco hipo e hiper térmica.

Resultados

A TABELA 1 apresenta os resultados de comparação bilateral para cada grupo, bem como a comparação dos valores de TIP entre os grupos. Em todas as regiões corporais de interesse analisadas, os valores médios de temperatura de membros inferiores foram significativamente menores no grupo de jovens jogadores quando comparados aos valores registrados no grupo de jogadores profissionais, tendo uma magnitude de efeito grande.

Quanto a comparação dos níveis de simetria

térmica contralateral, não foi obtido uma diferença significativa na comparação entre os grupos (TABELA 2), indicando assim que o nível de simetria térmica entre os profissionais e os futebolistas de base foram iguais. Também cabe destacar que as diferenças bilaterais em todas RCI analisadas foram inferiores a $0,3^{\circ}\text{C}$.

Nas FIGURAS 2 e 3 são apresentados os percentis 15, 50, 85 e os valores mínimos e máximos de TIP nos futebolistas de base e profissionais, respectivamente.

TABELA 1 - Valores médios de temperatura cutânea ($^{\circ}\text{C}$) dos membros inferiores de futebolistas de base e de atletas profissionais.

		Temperatura da pele ($^{\circ}\text{C}$)						
RCI	Lado	SUB-20		Profissional		Diferença entre grupos		
		(Média \pm DP)	ΔT (D x E); p	(Média \pm DP)	ΔT (D x E); p	Média (IC 95%)	Valor de p	TE
QUA	D	32,23 \pm 0,63	- 0,03;	33,25 \pm 0,45	0,09;	- 1,01 (-1,47 - - 0,55)	< 0,001	1,86
	E	32,26 \pm 0,58	p = 0,627	33,24 \pm 0,41	p = 0,852	- 0,97 (-1,39 - - 0,55)	< 0,001	1,95
ISQ	D	32,47 \pm 0,64	- 0,01;	33,16 \pm 0,34	0,027;	- 0,68 (- 1,12 - - 0,24)	0,03	1,35
	E	32,46 \pm 0,72	p = 0,774	33,19 \pm 0,39	p = 0,689	- 0,72 (-1,22 - - 0,23)	0,06	1,26
JOA	D	31,20 \pm 0,66	0,04;	32,39 \pm 0,58	0,036;	- 1,18 (-1,69 - - 0,67)	< 0,001	1,92
	E	31,16 \pm 0,58	p = 0,726	32,35 \pm 0,60	p = 0,771	- 1,19 (-1,67 - - 0,71)	< 0,001	2,02
JOP	D	32,51 \pm 0,56	0,075;	33,38 \pm 0,39	0,063;	- 0,86 (-1,26 - - 0,45)	< 0,001	1,8
	E	32,44 \pm 0,59	p = 0,118	33,31 \pm 0,36	p = 0,083	- 0,87 (-1,29 - - 0,45)	< 0,001	1,78
TBA	D	31,66 \pm 0,83	- 0,1;	32,58 \pm 0,30	- 0,1;	- 0,91 (-1,45 - - 0,36)	0,001	1,47
	E	31,76 \pm 0,82	p = 0,230	32,68 \pm 0,35	p = 0,199	- 0,91 (- 1,46 - - 0,37)	0,002	1,46
GTN	D	31,73 \pm 0,59	- 0,19;	32,68 \pm 0,45	- 0,03;	- 0,94 (- 1,38 - - 0,50)	< 0,001	1,81
	E	31,92 \pm 0,55	p = 0,017	32,71 \pm 0,44	p = 0,572	- 0,79 (- 1,20 - - 0,37)	0,001	1,59

D = Direito;
 DP = Desvio Padrão;
 E = Esquerdo;
 GTN = Gastrocnêmio;
 ISQ = Isquiotibial;
 JOA = Joelho anterior;
 JOP = Joelho posterior;
 QUA = Quadríceps;
 RCI = Região corporal de interesse;
 TBA = Tibial anterior;
 TE = Tamanho do efeito;
 ΔT : Diferença de temperatura.

TABELA 2 - Comparação dos valores médios de simetria térmica bilateral (°C) dos membros inferiores entre futebolistas de base e profissionais.

Regiões corporais de interesse	Simetria térmica bilateral (°C)			TE
	SUB-20	Profissional	Valor de p	
Quadríceps	0,19 ± 0,15	0,11 ± 0,09	0,170	0,65
Isquiotibiais	0,12 ± 0,11	0,15 ± 0,15	0,740	0,23
Joelho (anterior)	0,33 ± 0,35	0,29 ± 0,26	0,980	0,13
Joelho (posterior)	0,07 ± 0,18	0,06 ± 0,11	0,855	0,07
Tibial anterior	0,25 ± 0,17	0,20 ± 0,14	0,462	0,32
Gastrocnêmios	0,27 ± 0,18	0,16 ± 0,12	0,107	0,72

DP = Desvio Padrão;
TE = Tamanho do efeito.

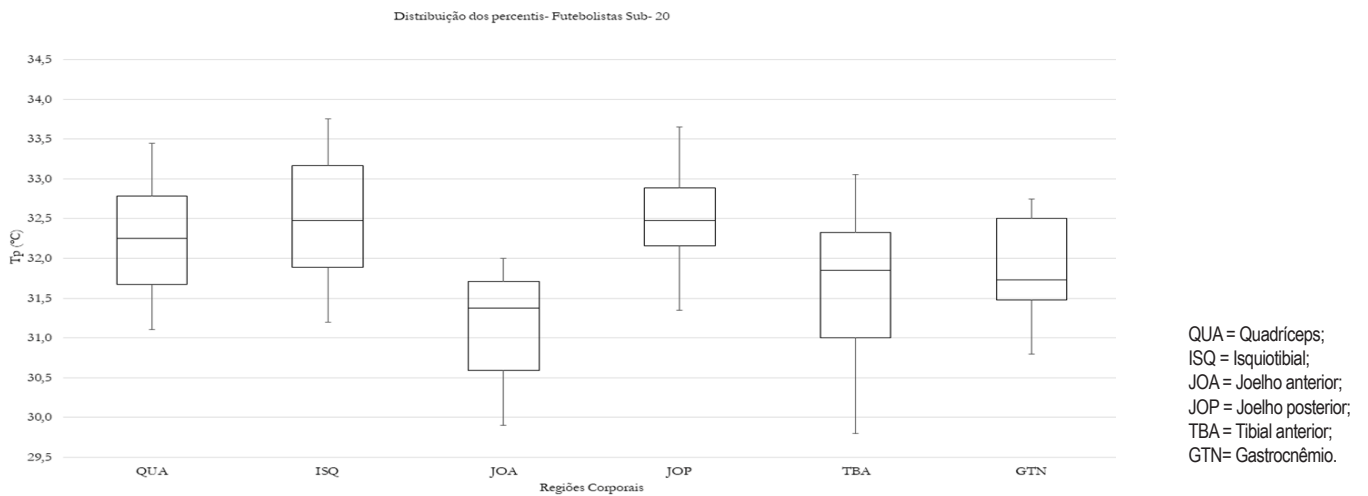


FIGURA 2 - Distribuição dos valores médios de temperatura da pele para cada região corporal de interesse de acordo com o percentil 85 e 15, em jovens futebolistas.

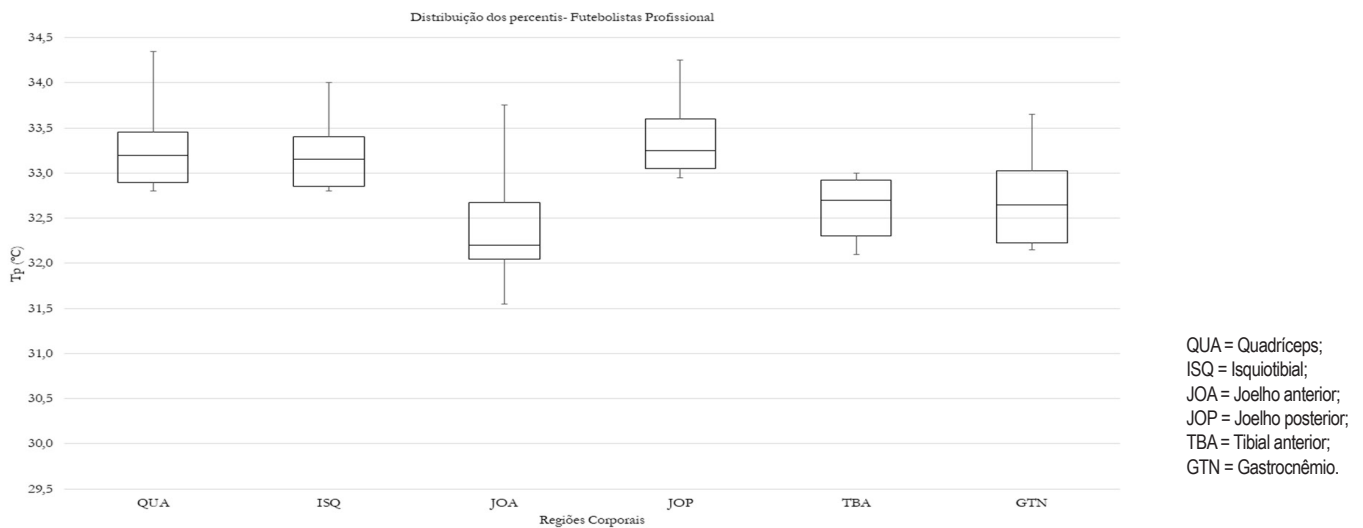


FIGURA 3 - Distribuição dos valores médios de temperatura da pele para cada região corporal de interesse de acordo com o percentil 85 e 15, em futebolistas profissionais.

Discussão

O presente estudo estabeleceu e comparou o perfil termográfico e os níveis de simetria térmica contralateral dos membros inferiores de jovens futebolistas e de atletas profissionais, utilizando a termografia infravermelha. O perfil térmico observado em ambos grupos de jogadores avaliados apontam para uma simetria bilateral com valores inferiores aos 0,2 °C (TABELA 1) em todas as RCI analisadas. Este resultado é importante, pois, indica um baixo risco lesional quando a diferença possui valores < 0,4 °C¹¹. Esses resultados obtidos em ambos os grupos de jogadores, reforçam os achados em estudos populacionais em Brasileiros¹⁵, Asiáticos^{30,31}, Finlandeses³² na população adulta, e mesmo em crianças Mexicanas³³, bem como em atletas, como jogadores de futebol sub-20²¹, sub-13 e sub-15²⁰, ou com nadadores¹⁹, em que as assimetrias térmicas usualmente são inferiores à 0,5 °C.

Alguns autores vêm propondo diferentes valores para populações de não atletas chegando a 0,3 °C³⁴; 0,4 °C³⁵; 0,5 °C³⁶. Para os atletas de alto rendimento, HILDEBRANDT et al.¹² sugerem que seja adotado um valor de 0,7 °C como valor máximo aceitável de assimetria. Independentemente dos valores de referência considerados para tolerância de assimetria, se pode considerar que os jogadores avaliados estavam em perfeito estado de simetria térmica bilateral. Visto que todos os atletas avaliados não apresentaram nenhum quadro lesivo, os resultados reforçam que, em condições normais, e com um padrão de referência para avaliação termográfica de jogadores de futebol, deve haver simetria térmica entre as RCIs contralaterais. Já a comparação das diferenças bilaterais entre as categorias indicou não haver diferenças (TABELA 2), indicando que o nível de categoria que os jogadores atuam não afeta o comportamento térmico bilateral, sendo este um critério importante a ser considerado.

Identificar uma anormalidade térmica é uma ação fundamental no processo de prevenção de lesões em atletas. Sabendo que problemas inflamatórios podem desencadear o aumento da TIP, e que um quadro degenerativo causa a redução do fluxo sanguíneo na área afetada evidenciando um quadro de hipotermia³⁷, sugere-se que a termografia infravermelha seja incluída na rotina de treinamentos e jogos de futebolistas, tanto durante a pré-temporada quanto durante o período competitivo.

Um resultado importante do estudo foi ter observado que os futebolistas profissionais possuem valores médios de TIP superiores aos observados nas RCIs de membros inferiores dos jovens atletas (TABELA 1). Têm-se indicações que a diferença etária pode provocar alterações na TIP²⁴, essas variações ocorrem em função de aspectos como os diferentes níveis maturacionais, o aumento da densidade de capilares, alterações morfológicas^{38,39} e até mesmo em decorrência de uma redução da taxa metabólica basal com o passar da vida⁴⁰.

Em consonância a outros fatores como nível de condicionamento físico^{41,42}, a composição corporal⁴³ e a rotina de treinamentos / jogos semanais^{8,44}, o fator idade pode justificar os resultados obtidos em nosso estudo. Levando em consideração que os atletas profissionais são mais velhos e possuem um melhor condicionamento físico, subentende-se que tenham mecanismos termorregulatórios mais eficientes, assim, espera-se que estes indivíduos tenham maior TIP. Além disso, futebolistas profissionais possuem uma maior “minutagem” de treinamentos/ jogos, e devido a isso, possuem maiores adaptações decorrentes destes estímulos.

Com relação aos valores absolutos de TIP média obtidos, observa-se que os mesmos estão dentro da faixa de variação normal reportada em outros trabalhos que avaliaram indivíduos adultos saudáveis¹⁵. Dados normativos podem auxiliar na interpretação de dados para identificar um desequilíbrio térmico em relação a sua área contralateral, ou se a RCI apresenta um estado de hiperradiação ou hiporradiação, sinalizando, assim, a necessidade de um acompanhamento mais detalhado para confirmar esta condição e estabelecer o motivo deste comportamento térmico anormal da pele. Neste sentido, as FIGURAS 2 e 3 apresentam as faixas 85 e 15 de percentis surge como uma ferramenta para auxiliar este tipo de interpretação, pois ao realizar um acompanhamento longitudinal e identificar valores de TIP acima do percentil 85 ou abaixo do percentil 15, identifica-se possíveis quadros de hipertermia e hipotermia, respectivamente.

Ainda com que diz respeito ao perfil termográfico, alguns autores destacam que alguns padrões de TIP são esperados em função de alguns aspectos morfológicos e anatômicos, como é o caso da região anterior e posterior dos joelhos^{10,36}. Em

condições normais, espera-se que região patelar tenha TIP inferior a região posterior do joelho. Uma das principais justificativas para este padrão térmico é a atuação da patela que estabelece um obstáculo rígido na transferência de calor da rede vascular de membros inferiores, dificultado assim a transferência de calor, tornando essa usualmente 1°C mais fria, quando comparada a região posterior²⁸. Essa referência de desequilíbrio térmico entre a região anterior e posterior do joelho é importante para se considerar um estado de normalidade dessa articulação, justamente uma das mais lesionadas no futebol¹.

Assim como já utilizada em outras modalidades, como na natação¹⁹, no vôlei⁴⁵, no basquete⁴⁶ ou no handebol⁴⁷ a TI permite que seja criado um histórico de avaliação dos atletas, fazendo um acompanhamento do padrão térmico do mesmo durante todo a categoria de base até o profissional, assim possibilitando a identificação de anormalidades na TIP com maior precisão, pois cada atleta seria comparado consigo mesmo. Desta forma, a avaliação termográfica tornará o monitoramento e o controle de carga mais eficiente, colaborando para redução da incidência de lesões, e conseqüentemente, na redução de custos financeiros, para a equipe.

A principal limitação deste estudo foi a realização do monitoramento térmico de forma

transversal. Sugere-se que estudos futuros realizem o monitoramento de forma longitudinal, assim permitindo o acompanhamento dos respectivos impactos ocasionados pela carga de treinamento e jogos no perfil térmico, bem como comparar as respostas térmicas obtidas durante os diferentes momentos da periodização.

Como implicações práticas têm-se que durante uma análise de imagem termográfica em jogadores de futebol, se deve esperar um diferença bilateral mínima, inferior a 0,4 °C, que as categorias analisadas (sub-20 vs profissional) não influencia nesse comportamento bilateral, que os joelhos devem apresentar uma diferença > 1 °C quando analisado a região anterior vs posterior, e, por último, jogadores profissionais tendem a ter um perfil térmico mais elevado quando comparado aos mais jovens, exigindo assim análises de uma condição térmica de áreas hipo ou hiper radiadas com faixas diferentes conforme apresentadas nas FIGURAS 2 e 3.

Conclui-se que futebolistas profissionais e atletas de base apresentam assimetrias térmicas inferiores a 0,3 °C, o que sugere que os futebolistas analisados apresentam um perfil térmico normal. Os níveis de simetria térmica contralateral são semelhantes entre os grupos, porém os futebolistas profissionais apresentam maiores valores de TIP de membros inferiores em comparação aos atletas de base.

Agradecimentos

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

Conflito de interesse

Os autores declaram que não há conflitos de interesse.

Abstract

Thermal profile of soccer players' lower limbs: a comparison between young athletes and professionals.

This study established and compared the thermal profile of lower limbs of young and professional soccer players, using infrared thermography. Thermograms were obtained from 27 elite soccer players from two different categories, being 16 athletes from the under-20 category (age: 18.0 ± 0.9 years old; body mass: 72.2 ± 7.9 kg; body fat: 7.6 ± 2.1 %) and 11 professional athletes (age: 22.2 ± 2.7 years, body mass: 77.2 ± 9.9 kg, body fat: 7.6 ± 2.5 %). The skin temperature was measured in the quadriceps, hamstrings, anterior and posterior knee, tibialis anterior, and gastrocnemius using the TIR-25 camera (Fluke®), which resolution is 160 x 120 pixels. The images were analyzed using the Smartview 4.3 (Fluke®) software, setting the emissivity at 0.98. The independent T-test was used to compare the mean temperature between groups, and the effect size was calculated (Cohen's d). The level of thermal symmetry between the professionals and the grassroots soccer players was statistically similar. Mean bilateral thermal differences were considered clinically acceptable (≤ 0.3 °C) in all body regions analyzed. In all regions of interest, the mean lower limb temperature values were significantly ($p < 0.05$) lower in the group of young players when compared to professional players, having a large magnitude of effect. The evaluated soccer players present adequate bilateral thermal symmetry (< 0.3 °C) regardless of the category. Professional players have higher TIP than grassroots athletes in all RCIs analyzed.

KEYWORDS: Soccer; Skin temperature; Infrared thermography; Thermoregulation.

Referências

1. Pfirrmann D, Herbst M, Ingelfinger P, et al. Analysis of injury incidences in male professional adult and elite youth soccer players: a systematic review. *J Athl Train*. 2016;51:410-24.
2. Little T, Williams AG. Measures of exercise intensity during soccer training drills with professional soccer players. *J Strength Cond Res*. 2007;21:367-71.
3. Ascensão A, Rebelo A, Oliveira E, et al. Biochemical impact of a soccer match- analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. *Clin Biochem*. 2008;41:841-51.
4. Ispirlidis I. Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game. *Clin J Sport Med*. 2008;18:423-31.
5. Fatouros IG. Time-course of changes in oxidative stress and antioxidant status responses following a soccer game. *J Strength Cond Res*. 2010;24:3278-86.
6. Mohr M. Muscle damage, inflammatory, immune and performance responses to three football games in 1 week in competitive male players. *Eur J Appl Physiol*. 2015;116:179-193.
7. Fernandes AA, Pimenta EM, Moreira DM, et al. Skin temperature changes of under-20 soccer players after two consecutive matches. *Sport Sci Health*. 2017;13:635-43.
8. Fernandes AA, Pimenta EM, Moreira DM, et al. Effect of a professional soccer match in skin temperature of the lower limbs: a case study. *J Exerc Rehabil*. 2017;13:330-4.
9. Adamczyk JG, Olszewska M, Boguszewski D, et al. Is it possible to create a thermal model of warm-up? Monitoring of the training process in athletic decathlon. *Infrared Phys Technol*. 2016;76:555-9.
10. Hildebrandt C, Zeilberger K, Ring EFJ, Raschner C. The application of medical infrared thermography in sports medicine. In: Zaslav KR, editor. *An international perspective on topics in sports medicine and sports injury*. London: Intech Open. 2012;257-74.
11. Marins JCB, Fernández-Cuevas I, Arnaiz-Lastras J, et al. Applications of infrared thermography in sports. a review. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte*. 2015;15:805-24.
12. Hildebrandt C, Raschner C, Ammer K. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. *Sensors*. 2010;10:4700-15.

13. Brioschi MC, Macedo JF, Macedo RA. Termometria cutânea: novos conceitos. *J Vasc Br.* 2003;2:151-60.
14. Akimov EB, Andreev RS, Kalenov N, et al. The human temperature portrait and its relations with aerobic working capacity and the level of blood lactate. *Fiziol Cheloveka.* 2010;36:89-101.
15. Marins JCB, Fernandes AA, Cano SP, et al. Thermal body patterns for healthy Brazilian adults (male and female). *J Therm Biol.* 2014;42:8-12.
16. Marins JCB, Formenti D, Costa CMA, et al. Circadian and gender differences in skin temperature in militaries by thermography. *Infrared Phys Technol.* 2015;71:322-28.
17. Tumilty S, Adhia DB, Smoliga JM, Gisselman AS. Thermal profiles over the Achilles tendon in a cohort of non-injured collegiate athletes over the course of a cross country season. *Phys Ther Sport.* 2019;36:110-15.
18. Balci GA, Basaran T, Colakoglu M. Analysing visual pattern of skin temperature during submaximal and maximal exercises. *Infrared Phys Technol.* 2016;74:57-62.
19. Rezende CM, da Silva AG, Encarnação SGA, et al. Análise da simetria térmica em atletas de natação de alto rendimento. *Pan Am J Med Thermol.* 2021;6:21-9.
20. Côgo WT, Nogueira PHR, da Silva AG, Marins JCB. Perfil térmico de membros inferiores de jogadores de futebol de categoria de base. *Rev Bras de Futebol.* 2017;10:4-24.
21. Marins JCB, Fernandes AA, Moreira DG, et al. Thermographic profile of soccer players' lower limbs. *Rev Andal Med Deporte.* 2014;7:1-6.
22. Menezes P, Rhea MR, Herdy C, Simão R. Effects of strength training program and infrared thermography in soccer athletes injuries. *Sports (Basel).* 2018;6:148.
23. Rodriguez-Sanz D, Losa-Iglesias ME, Bengoa-Vallejo RB, et al. Skin temperature in youth soccer players with functional equinus and non-equinus condition after running. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2018;32:2020-24.
24. Fernández-Cuevas I, Marins JCB, Lastras JA, et al. Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: a review. *Infrared Phys Technol.* 2015;71:28-55.
25. Ring EF, Ammer K. The technique of infrared imaging in medicine. *Thermol Int.* 2000;10:7-14.
26. Marins JCB, Moreira DG, Cano SP, et al. Time required to stabilize thermographic images at rest. *Infrared Phys Technol.* 2014;65:30-5.
27. Moreira, DG. Termografia corporal em repouso de homens e mulheres [dissertação]. Minas Gerais (MG): Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Educação Física. 2011.
28. Stroppa GM, da Silva AG, Moreira DG, et al. Análise da temperatura da pele em joelhos de jogadoras de futebol profissional. *Rev Bras de Futebol.* 2017;8:36-42.
29. Espírito-Santo H, Daniel F. Calcular e apresentar tamanhos do efeito em trabalhos científicos. *Rev Port Invest Comport Soc.* 2015;1:3-16.
30. Niu HH, Lui PW, Hu JS, et al. Thermal symmetry of skin temperature: data of normal subjects in Taiwan. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi.* 2001;64:459-68.
31. Zhu WP, Xin XR. Study on the distribution pattern of skin temperature in normal Chinese and detection of the depth of early burn wound by infrared thermography. *Ann NY Acad Sci.* 1999;888:300-13.
32. Zaproudina N, Varmavuo V, Airaksinen O, Närhi M. Reproducibility of infrared thermography measurements in healthy individuals. *Physiol Meas.* 2008;29:515-24.
33. Kolosovas-Machuca ES, González FJ. Distribution of skin temperature in Mexican children. *Skin Res and Technol.* 2011;22:1-6.
34. Brioschi ML, Cherem AJ, Ruiz RC, João J. The use of infrared thermography in evaluating returns to work in an extended rehabilitation program. *Acta Fisiátrica.* 2009;16:87-92.
35. Pichot, C. Aplicación de la termografía en el dolor lumbar crónico. *Rev Soc Española Dolor.* 2001;8:43-7.
36. Selfe J, Whitaker J, Hardaker N. A narrative literature review identifying the minimum clinically important difference for skin temperature asymmetry at the knee. *Thermol Int.* 2008;18:41-4.
37. Bach AJE, Stewart IB, Minnett GM, Costello JT. Does the technique employed for skin temperature assessment alter outcomes? A systematic review. *Physiol Meas.* 2015;36:27-51.
38. Arliani GG, Belangero PS, Runco JL, Cohen M. The Brazilian Football Association (CBF) model for epidemiological studies on professional soccer player Injuries. *Clinics.* 2011;66:1707-12.
39. Chudecka M, Lubkowska A. Temperature changes of selected body's surfaces of handball players in the course of training estimated by thermovision, and the study of the impact of physiological and morphological factors on the skin temperature. *J Therm Biol.* 2010;35:379-85.

40. Petrofsky JS, Lohman E, Suh HJ, et al. The effect of aging on conductive heat exchange in the skin at two environmental temperatures, *Med Sci Monit.* 2006;12:400-8.
41. Abate M, Di Carlo L, Di Donato L, et al. Comparison of cutaneous thermic response to a standardised warm up in trained and untrained individuals. *J Sports Med Phys Fitness.* 2013;53:209-15.
42. Merla A, Lodice P, Tangherlini U, et al. Monitoring skin temperature in trained and untrained subjects throughout thermal video. *Conf Proc IEE Eng Med Biol Soc.* 2005;2:1684-86.
43. Chudecka M, Lubkowska A. Thermal maps of young women and men. *Infrared Phys Technol.* 2015;69:81-7.
44. Bandeira F, de Moura MAM, de Souza MA, et al. Can thermography aid in the diagnosis of muscle injuries in soccer athletes? Locomotor apparatus in exercise and sports. *Rev Bras Med Esporte.* 2012;18:246-51.
45. Kuniszyk-Józkowiak W, Jaszczuk J, Czaplick A. Changes in electromyographic signals and skin temperature during standardised effort in volleyball players. *Acta Bioeng Biomech.* 2018;20:115-22.
46. Della Corte J, Pereira WLM, Corrêa EELS, et al. Influence of power and maximal strength training on thermal reaction and vertical jump performance in Brazilian basketball players: a preliminary study. *Biomed. Hum. Kinet.* 2020;12:91-100.
47. Della Corte J, de Souza RA, Neves EB, et al. Thermal responses of the thighs of university handball players after a resistance training session using leg extension exercises. *J Phys Educ Sport.* 2020;20:2829-38.

ENDEREÇO

Felipe Augusto Mattos Dias
Departamento de Educação Física
Universidade Federal de Viçosa
Av. P. H. Rolfs, s/n - Campus Universitário
36570-000 - Viçosa - MG - Brasil
E-mail: felipe.a.dias@ufv.br

Submetido: 09/08/2021

Revisado: 26/08/2022

Aceito: 30/01/2023