

UTILIZAÇÃO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA COMO CONTROLE DE CARGA INTERNA EM JOGADORES DE FUTEBOL

José Guilherme Bottentuit Vieira¹, Alyson Felipe da Costa Sena³
 Luiz Ricardo Mendes de Sousa Silva³, Mario Norberto Sevilio de Oliveira Junior^{1,3}
 Christian Emmanuel Torres Cabido^{1,3}, Eduardo Mendonça Pimenta², Christiano Eduardo Veneroso^{1,3}

RESUMO

A termografia infravermelha vem sendo utilizada no intuito de verificar a capacidade deste em determinar a magnitude da carga interna de partidas oficiais a qual os atletas estão sendo submetidos. Objetivo: Analisar o comportamento do perfil termográfico dos músculos posteriores dos membros inferiores de atletas de futebol no período de recuperação, entre 24 e 48 horas, pós-partidas. Materiais e Métodos: De acordo com os critérios de inclusão e exclusão, amostra foi composta de cinco atletas com média de idade em anos $26,0 \pm 3,0$ que jogaram quatro partidas consecutivas de futebol da série A do campeonato maranhense de futebol. Foi realizada as imagens termográficas dos músculos posteriores do membro inferior nos períodos pós-partidas e analisadas com o software Apollo (Omni) e adotado um nível de significância $p < 0,05$. Resultado e Discussão: Os valores referentes a variação de temperatura, apresentados durante os quatro jogos, não apresentaram diferença significativa. Embora se pode notar que a partir do terceiro jogo, a termografia apresentou aumento gradual do número de pixels da zona quente em comparação com o primeiro jogo. Dessa forma, um atleta, ao realizar a sua quarta partida oficial sucessiva em um período curto de descanso entre jogos, pode apresentar uma fadiga residual elevada sendo um dos fatores de risco para o acometimento de lesão. Conclusão: A termografia mostrou que partir do terceiro jogo ocorre um aumento gradual do número de pixels da zona quente em comparação com o primeiro jogo. Assim pode-se dizer que a termografia infravermelha tem potencial no controle de carga, trabalhando assim na prevenção de possíveis lesões.

Palavras-chave: Futebol. Controle de carga. Termografia infravermelha.

1 - Universidade Federal do Maranhão, Bacharelado em Educação Física, São Luís-MA, Brasil.

ABSTRACT

Use of infrared thermography as internal load control in football players

Infrared thermography has been used to verify its capacity to determine the magnitude of the internal load of official matches to which athletes are being submitted. Objective: To analyze the behavior of the thermographic profile of the posterior muscles of the lower limbs of football athletes in the recovery period, between 24 and 48 hours, after matches. Materials and methods: According to the inclusion and exclusion criteria, the sample consisted of five athletes with a mean age of 26.0 ± 3.0 years who played four consecutive Serie A football matches in the Maranhão football championship. Thermographic images of the posterior muscles of the lower limb were performed in the post-match periods with software Apollo (Omni) and a significance level of $p < 0.05$ was adopted. Result and Discussion: The values regarding the temperature variation, presented during the four games, showed no significant difference. Although it can be noted that from the third game, the thermography showed a gradual increase in the number of hot zone pixels compared to the first game. Thus, when an athlete performs his fourth successive official match in a short rest period between games, he may have high residual fatigue, which is one of the risk factors for injury. Conclusion: Thermography has shown that from the third game there is a gradual increase in the number of hot zone pixels compared to the first game. Thus it can be said that infrared thermography has potential in charge control, thus working to predict possible injuries.

Key words: Football. Charge control. Infrared thermography.

2 - Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Belo Horizonte-MG, Brasil.

INTRODUÇÃO

O futebol é uma modalidade com características intermitentes, de intensidade elevada com ênfase nos componentes de força, velocidade e resistência aeróbica (Gorostiaga e colaboradores, 2009).

Ao longo do tempo a modalidade vem passando por alterações quando se trata do número de competições, e por consequência o número de jogos consecutivos (50-70 jogos por temporada) fazendo com que os atletas frequentemente sejam requeridos a jogarem a próxima partida apenas 72 horas após a anterior (Leite, 2009; Carling e colaboradores, 2015).

De acordo com Hynynen e colaboradores (2006), o aumento do desempenho, bem como os resultados expressivos no esporte estão associados a elevadas cargas de treinamento. Contudo, é importante manter equilíbrio entre os estímulos de treinamento e o processo de recuperação a fim de evitar uma sobrecarga de treino, o que pode levar a prejuízos no rendimento do atleta (Budgett, 1998; Vanrenterghem e colaboradores, 2017).

A programação do treinamento é um processo científico e metodológico que tem como meta ajudar o atleta a alcançar um elevado estado de treinamento e desempenho, que irá promover modificações no organismo do indivíduo, através das alterações de intensidade de carga interna e externa (Bompa, 2002; Pereira, 2017).

A carga interna é definida como o estresse fisiológico imposto ao atleta, no qual parâmetros fisiológicos como: frequência cardíaca, alterações hormonais, marcadores de dano muscular e inflamatórios podem ser observados (Nakamura, 2010; Jaspers e colaboradores, 2018).

No que diz respeito à carga externa é levado em consideração o estresse biomecânico que ocorre durante a atividade, tais como: a distância percorrida, velocidade de corrida, acelerações e frenagens do corpo (Vanrenterghem e colaboradores, 2017).

A termografia infravermelha é uma técnica não invasiva para marcar gradientes e padrões térmicos corporais (Tan e colaboradores, 2009; Fernandes e colaboradores, 2017) sendo usada como controle de carga interna, para medir a radiação térmica (calor) transmitida pelo corpo (Bandeira e colaboradores, 2012).

Visto que a termografia é caracterizada por identificar variações (gradientes) de temperatura, as imagens termográficas podem apontar antecipadamente o começo de um processo de inflamação, de uma forma mais objetiva, trabalhando assim de forma preditiva (Brioschi e colaboradores, 2007).

Levando em consideração que a termografia infravermelha é uma técnica não invasiva e pode ser utilizada como controle de carga interna nos jogadores de futebol este presente estudo pretende determinar a magnitude do desgaste da musculatura posterior dos membros inferiores dos jogadores após partidas oficiais as quais foram submetidos.

Analisar o comportamento do perfil termográfico dos membros inferiores (músculos posteriores) de atletas de futebol no período de recuperação, entre 24 e 48 horas, pós-partidas.

A termografia infravermelha é um método capaz de ser utilizado como ferramenta de controle de carga interna.

MATERIAIS E MÉTODOS**Considerações Éticas**

Este projeto faz parte do Projeto de Pesquisa: "Correlação dos marcadores de dano muscular, inflamatórios, cardiovasculares, hormonais, autonômicos e psicológicos com a termografia infravermelha após exercício físico em ambiente controlado" aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal Maranhão sob o número 1.548.714.

Tipo e Local da Pesquisa

Trata-se de uma pesquisa quantitativa, pois os dados foram submetidos a análise de procedimentos estatísticos e experimentais. A pesquisa foi realizada no centro de treinamento do clube pertencente a série A do futebol maranhense.

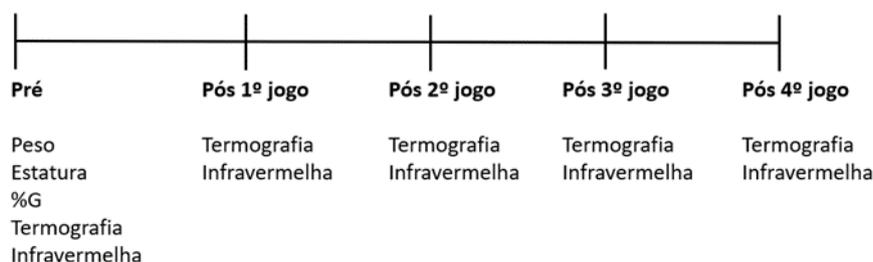
Seleção da amostra

A amostra foi do tipo não probabilístico, ou seja, o tamanho da amostra foi definido por conveniência composta por 14 indivíduos do sexo masculino, jogadores de futebol da série A do futebol maranhense com idade variando entre 18 e 35 anos. Os critérios de inclusão dos voluntários foram: estarem

vinculados a um clube de futebol brasileiro da cidade de São Luís, que realize treinamentos regulares, participem de competições regidas pela federação maranhense de futebol, participar de quatro jogos consecutivos e atuando no tempo total da partida. O atleta deverá se encontrar apto à prática de treinamento físico de acordo com o médico do clube e concordar com o termo de consentimento livre e esclarecido. Já os critérios para exclusão dos voluntários foram: não participar dos jogos quatro jogos sucessivos, em virtude, de lesão, substituição no jogo, ordem tática/técnica ou transferência do clube. Baseado nos critérios de inclusão e exclusão cinco atletas participaram deste estudo.

Delineamento e desenho experimental

Os atletas foram monitorados em quatro jogos consecutivos com intervalo de 72 horas para avaliar a carga interna imposta pelas partidas de futebol. Inicialmente, na pré-temporada foi realizada uma avaliação física para a caracterização da amostra (massa corporal, estatura, dobras cutâneas) e as imagens termográficas no período de repouso dos atletas. Posteriormente os atletas foram monitorados pelas imagens termográficas no período entre 24 e 48 horas após as partidas de futebol.



Caracterização da amostra

Composição Corporal

Foi realizada a partir das medidas de massa corporal, estatura e dobras cutâneas. Para a realização das medidas de massa corporal e estatura foi utilizada uma balança com estadiômetro (Welmy® W300) com precisão de 0,5 centímetros para estatura e 0,05 Kg para o peso. As dobras cutâneas, subescapular, tríceps, bíceps, peitoral, subaxilar, suprailíaca, abdominal, coxa e perna foram medidas utilizando-se um plicômetro (Sanny Classic), graduado em milímetros, de acordo com o protocolo proposto por Jackson e Pollock (1978). Os valores de cada dobra foram utilizados para a obtenção da densidade e cálculo do percentual de gordura onde foi realizado pela fórmula de Siri (1961).

Procedimento de Coleta de Dados

Temperatura irradiada da pele

A temperatura irradiada da pele foi realizada por meio de termografia infravermelha. As imagens foram adquiridas

dos músculos posteriores dos membros inferiores dos atletas em sala climatizada de 23 °C ± 0,5 °C e com umidade relativa do ar entre 50-60%. Os voluntários foram instruídos a não realizar atividades vigorosas nas 24 horas que antecederam os procedimentos, não consumir álcool, cafeína ou qualquer bebida termogênica, não utilizar nenhum tipo de creme na pele nas 6 horas antecedentes a avaliação. Para obtenção das imagens os voluntários permaneceram em repouso por 10 minutos dentro da sala climatizada para o equilíbrio térmico. As imagens foram realizadas com os indivíduos a uma distância de 2 metros da câmera. O material utilizado para o registro termográfico foi a câmera térmica E8 (Flir®, Oregon, EUA), que possui 320 x 240 pixels. A câmera foi calibrada conforme recomendações técnicas para fins de qualidade e confiabilidade. Para a análise das imagens foi utilizado o software Apollo (Omni, Belo Horizonte, Brasil).

Temperatura ambiente e umidade relativa do ar

A temperatura ambiente e a umidade relativa do ar foram aferidas utilizando o

termohigrômetro digital (Instrutherm®, HT-260) com precisão de $\pm 2,5$ °C para a temperatura e umidade de $\pm 3,5\%$.

Análise Estatística

Para a caracterização da amostra foi realizada uma estatística descritiva, através do teste t de student. Os resultados obtidos neste estudo foram analisados pelo teste ANOVA TWO-WAY para investigar as diferenças entre as situações nos momentos estudados e apresentados em média (MD) e desvio padrão (DP). O nível de significância foi fixado em $p < 0,05$ e o software utilizado para análise dos dados foi o GraphPad® (Prisma 6.0, San Diego, CA, EUA), e o Sigma Plot 11.

RESULTADOS

A amostra foi composta de cinco atletas que atuaram em quatro partidas consecutivas com intervalo de 72 horas.

Na tabela 1, estão descritas as características antropométricas do grupo amostral. Apresentados em média e desvio padrão.

Na figura 1, estão apresentadas o comportamento das zonas de temperatura dos músculos posteriores dos membros inferiores ao longo de quatro jogos com período curto de recuperação de 72 horas do grupo. Apresentados em média e desvio padrão.

Tabela 1 - Características descritivas antropométricas da amostra.

Variáveis	média e desvio padrão
Idade (anos)	26,0 \pm 3,0
Massa Corporal (kg)	76,9 \pm 9,3
Estatura (cm)	175,4 \pm 9,6
Massa Gorda (%)	11,6 \pm 1,6
Massa Magra (%)	46,5 \pm 1,1

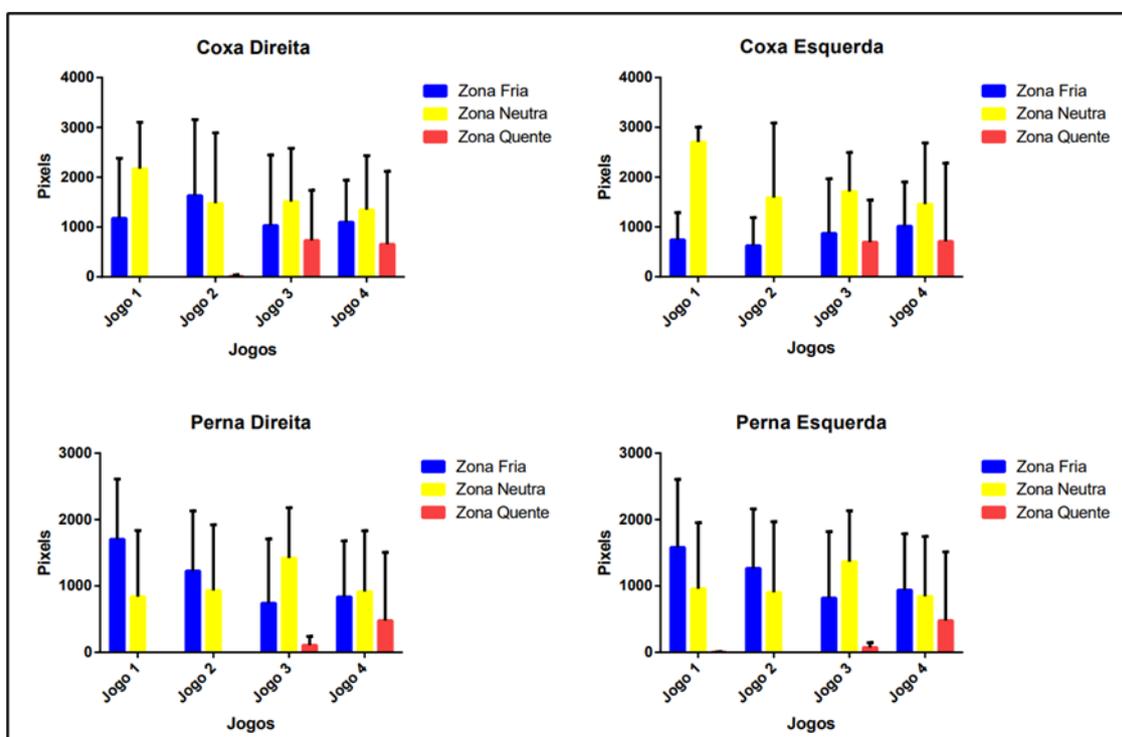


Figura 1 - Análise do comportamento da variação da temperatura ao longo dos quatro jogos nos cinco atletas. Sem diferenças significativas ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi analisar o comportamento do perfil termográfico dos músculos posteriores dos membros inferiores de atletas de futebol no período de recuperação, entre 24 e 48 horas, pós-partidas. Os valores referentes a variação de temperatura, apresentados durante os quatro jogos nos cinco atletas, não apresentaram diferenças significativas. Embora se pode notar que partir do terceiro jogo, a termografia apresentou aumento gradual do número de pixels da zona quente em comparação com o primeiro jogo.

Corroborando com o presente estudo, Fernandes e colaboradores (2017) observaram aumento na temperatura da pele de jogadores de futebol, porém foi realizado em apenas dois jogos consecutivos. Sugerindo que caso o atleta não realize estratégias adequadas de recuperação e continue a realizar partidas oficiais sucessivas este pode apresentar uma fadiga residual elevada devido a resposta inflamatória conforme apresentado neste estudo.

Dupont e colaboradores (2010) demonstraram que o risco de lesão é seis vezes maior em atletas que jogaram dois jogos na semana em comparação com os que jogaram apenas uma vez. Corroborando com estes dados, Bengtsson e colaboradores (2013) em um estudo de 11 anos de acompanhamento, verificaram também um aumento significativo da incidência de lesão quando a recuperação entre as partidas era inferior a quatro dias, mesmo não ocorrendo alteração no desempenho das equipes de futebol monitorados.

Sabendo-se que o período curto de descanso entre partidas de futebol é um dos fatores de risco para o acometimento de lesão (Dupont e colaboradores, 2010), pode-se sugerir que a termografia infravermelha seja utilizada como uma ferramenta sensível ao acúmulo residual de fadiga e a troca de jogadores, como uma possível alternativa para evitar esse desfecho a partir do quarto jogo em sequência quando o intervalo é inferior a quatro dias entre eles.

Limitações do Estudo

Alguns fatores limitantes do presente estudo foram a quantidade de partidas e o número de jogadores com frequência regular analisados.

CONCLUSÃO

O resultado do presente estudo, mostrou que a partir do terceiro jogo, a termografia apresentou aumento gradual do número de pixels da zona quente em comparação com o primeiro jogo.

Deste modo a termografia se faz importante no controle de carga no futebol pois ela é uma técnica caracterizada por identificar variações (gradientes) de temperatura e podem apontar antecipadamente o começo de um processo de inflamação de uma forma mais objetiva e tendo assim uma ação preditiva no controle e prevenção de sobrecarga interna e acometimento de lesões.

AGRADECIMENTOS

A OMINI pela utilização do software Apollo. A Universidade Federal do Maranhão. A Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão - FAPEMA (2015/26627-5).

REFERÊNCIAS

- 1-Bandeira, F.; Moura, M. A. C.; Souza, M. A.; Nohama, P.; Neves, E. B. Pode a termografia auxiliar no diagnóstico de lesões musculares em atletas de futebol? Revista Brasileira de Medicina do Esporte. Vol. 18. Núm. 4. p. 246-251. 2012.
- 2-Bompa, T. O. Periodização: teoria e metodologia do treinamento. 4ª edição. São Paulo. Phorte. 2002.
- 3-Brioschi, M. L.; Yeng, L. T.; Pastor, E. M. H.; Teixeira, M. J. Utilização da imagem infravermelha em reumatologia. Revista Brasileira de Reumatologia. Vol. 47. Núm. 1. p. 42-51. 2007.
- 4-Bengtsson, H.; Ekstrand, J.; Hagglund, M. Muscle injury rates in professional football increase with fixture congestion: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. British Journal of Sports Medicine. Vol.47. Núm.12. p.743-7. 2013.
- 5-Budgett, R. Fatigue and underperformance in athletes: the overtraining syndrome. British Journal of Sport and Medicine. Vol. 32. Núm. 2. p. 107-110. 1998.

6-Carling, C.; Gregson, W.; Mccall, A.; Moreira, A.; Wong, D.P.; Bradley, P.S. Match running performance during fixture congestion in elite soccer: Research issues and future directions. *Sports Medicine*. Vol.45. Núm.5. p.605-613. 2015.

7-Dupont, G.; Nedelec, M.; Mccall, A.; McCormack, D.; Berthoin, S.; Wisloff, U. Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *American Journal of Sports Medicine*. Vol. 38. Núm. 9. p.1752-1758. 2010.

8-Fernandes, A. A.; Pimenta, E. M.; Moreira, D. G.; Sillero-Quintana, M.; Marins, J. C. B.; Morandi, R. F.; Kanope, T.; Garcia, E. S. *Sport Sciences for Health*. Skin temperature changes of under-20 soccer players after two consecutive matches. Vol. 13. Núm. 3. p. 635-643. 2017.

9-Gorostiaga, E. M.; Llodio, I.; Ibáñez, J.; Granados, C.; Navarro, I.; Ruesta, M.; Bonnabau, H.; Izquierdo, M. Differences in physical fitness among indoor and outdoor elite male soccer players. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 106. Núm. 4. p. 483-491. 2009.

10-Hynynen, E.; Uusitalo, A.; Kontinen, N.; Rusko, H. Heart rate variability during night sleep and after awakening in overtrained athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 38. Núm. 2. p. 313-317. 2006.

11-Jackson, A.S.; Pollock, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. *The British Journal of Nutrition*. Vol.40. Núm.3. p.497-504. 1978.

12-Jaspers, A.; Kuyvenhoven, J. P.; Staes, F.; Frencken, W.G.P.; Helsen, W.F.; Brink, M.S. Examination of the external and internal load indicators' association with overuse injuries in professional soccer players. *Journal of science and medicine in sport*. Vol. 21. Núm. 6. p. 579-585. 2018.

13-Leite, M. A. O. S. T. Efeitos da crioterapia na recuperação das alterações na performance física e de indicadores lesão muscular induzida por um único jogo de futebol. Dissertação de Mestrado. Porto. Universidade do Porto. 2009.

14-Nakamura, F. Y.; Moreira, A.; Aoki, M. S. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável. *Journal of physical education*, Vol. 21. Núm. 1. p. 1-11. 2010.

15-Pereira, B. Função das atividades motoras variadas para o rendimento físico: aspectos bioquímicos. *Revista Paulista de Educação Física*. Vol. 9. Núm. 2. p. 147-162. 2017.

16-Siri, W.E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: J. Brozek, A. Henschel (eds) *Techniques for measuring body composition*. Washington DC: National Academy of Science. p. 223-44. 1961.

17-Tan, J. H.; Ng, E. Y. K.; Acharya, U. R.; Chee, C. Infrared thermography on ocular surface temperature: A review. *Infrared Physics & Technology*. Vol. 52. Núm. 4. p. 97-108. 2009.

18-Vanrenterghem, J.; Nedergaard, N. J.; Robinson, M. A.; Drust, B. Training load monitoring in team sports: A novel framework separating physiological and biomechanical load - adaptation pathways. *Sports Medicine*. Vol. 47. Núm. 11. p. 2135-2142. 2017.

3 - Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, São Luís-MA, Brasil.

E-mail dos autores:
guilhermehottentuit@hotmail.com
afdcs94@hotmail.com
profricardomendess@gmail.com
msevilio@hotmail.com
christianemmanuel@gmail.com
empimenta@uol.com.br
cveneroso@hotmail.com

Autor correspondente:
 José Guilherme Bottentuit Vieira
 Avenida Neiva Moreira, número 300.
 Grand Park Árvores, bloco Araucária,
 apartamento 402.
 Calhau, São Luís, Maranhão, Brasil.
 CEP: 65071383,

Recebido para publicação em 04/02/2020
 Aceito em 21/04/2021