minas tênis clube

Ciência no Minas

Resumos Expandidos em Esporte e Exercício Físico

*Volume: 2 Ano: 2024 Número: 2*

# ACURÁCIA DA TERMOGRAFIA PARA O MONITORAMENTO DA CARGA INTERNA EM ATLETAS

**REZENDE Cristiane Mara de; RIBEIRO, José Ricardo Claudino.**

## I – INTRODUÇÃO/OBJETIVO

A Termografia tem sido bastante utilizada no esporte de alto rendimento sob a prerrogativa de monitorar o nível de desgaste muscular, contudo, pouco foi investigado sobre a acurácia da sua medida. O presente estudo teve como **objetivo** principal comparar a magnitude da variação individual da temperatura da pele, em (10) medidas repetidas, denominada aqui como Amplitude do Intervalo (AI), em diferentes pontos, na mesma condição fisiológica e ambiental, comparando com a AI (mínima e máxima temperaturas verificadas) de uma amostra de 60 atletas. Ou seja, assumindo que praticamente todos os fatores externos e internos (ambiente, indivíduo e tarefas) foram inalterados, buscamos quantificar o percentual da AI, mensurada previamente em um universo de 60 atletas a temperatura de um mesmo indivíduo variou ao serem executadas 10 mensurações, em um intervalo inferior a 5 min. Também buscou avaliar o comportamento da temperatura de pele variando o protocolo relativo à posição corporal.

## II - MÉTODOS

Foram consolidados 90 registros de imagens térmicas, compreendendo 60 registros de atletas de alto rendimento, cuja frequência semanal de treinos totalizava cinco dias, com duração média de aproximadamente 90 minutos por sessão. Estas sessões incorporavam treinamentos físicos, técnicos e táticos. Adicionalmente, foram incluídos 30 registros de adultos fisicamente ativos.

A captura das imagens térmicas foi executada por meio de um sensor de infravermelho (FLIR® T420, Estocolmo, Suécia), apresentando uma faixa de detecção de temperatura entre -20 e 650°C, precisão de 2%, sensibilidade ≤ 0,05°C, banda espectral dos infravermelhos de 7,5 a 13 µm, taxa de atualização de 60 Hz, foco automático e resolução de 320x240 pixels. A obtenção de temperaturas da pele humana foi realizada mediante o processamento das imagens utilizando um fator de emissividade configurado em 0,98, conforme protocolo previamente validado (Moreira *et al*., 2017).

Os participantes foram posicionados em uma postura anatômica, mantendo uma distância padronizada de 3 metros da câmera. Esta foi ativada 30 minutos antes do início da coleta para garantir a calibração adequada do sensor, seguindo as recomendações do fabricante, e montada sobre um tripé (marca WF®, modelo WT 3770, localizada em Manaus, Brasil).

O ambiente de coleta foi cuidadosamente preparado com iluminação artificial e condições ambientais controladas, estabelecendo-se uma temperatura de sala de 21,5±0,3 °C e umidade relativa de 50,8±1,5%. Estas condições térmicas foram estritamente alinhadas com as diretrizes estabelecidas por Moreira et al. (2017). Um período de aclimatação dos participantes foi adotado, fixado em 10 minutos, conforme preconizado por Marins *et al*. (2014).

Dois protocolos distintos foram empregados para a aquisição das imagens térmicas. Em ambas as abordagens, os

participantes foram orientados a manter a posição anatômica e abster-se de realizar movimentos durante a aquisição das imagens. Contudo, no primeiro protocolo, entre registros sucessivos, os participantes foram instruídos a sair da posição, sentando em uma cadeira e imediatamente após retomando a posição sobre as marcas de posicionamento dos pés, fixadas no solo. Já no segundo protocolo, os participantes permaneceram imóveis na posição inicial ao longo de todo o processo de aquisição de imagens.

Antes e durante o procedimento, os participantes foram instruídos a evitar cruzar os braços, realizar movimentos bruscos, esfregar as mãos ou qualquer parte do corpo que pudesse interferir nos resultados.

A análise das imagens térmicas foi conduzida utilizando o software ThermoHuman® versão 2.12 (PEMA THERMO GROUP S.L., Madrid, Espanha), o qual proporciona valores médios de temperatura da pele, desvio padrão e o número de pixels, automaticamente quantificados em regiões corporais de interesse (RCI).

## III – RESULTADOS/DISCUSSÃO

Ao avaliar a AI nas 2 condições experimentais (10 medidas estaticamente de pé vs 10 medidas com a ação de sentar e levantar da cadeira entre cada mensuração) e compará-las à AI média da amostra referência dos 60 atletas (Média = 4,62 ºC) nas 14 RCI, foi possível identificar que ao serem mensuradas as 10 medidas no Protocolo 1 (senta-levanta), a AI média foi de 1,33 ºC, que significa uma proporção de 29% da máxima AI da amostra referência. Já no Protocolo 2 (estático), esse percentual caiu para 14%. Ou seja, o fato de "perder" e retomar a posição da medida, aumentou em mais de 100% a oscilação inerente à medida da variável (temperatura de pele).

Conforme discriminado na Tabela 1, ao analisar a temperatura da pele das 14 RCI (RCI), observou-se uma diferença estatisticamente significativa entre os protocolos 1 e 2 ($t(139) = 17{,}569$; $p<0{,}05$). Notavelmente, a média da temperatura da pele no Protocolo 1 (M = 28,18±0,66 ºC) foi estatisticamente superior à do Protocolo 2 (M = 27,74±0,69 ºC). Essa constatação indica uma diminuição da temperatura da pele ao comparar o Protocolo 1 com o Protocolo 2, ou seja, o simples fato de se sentar e levantar de uma cadeira gerou uma diferença estatisticamente significativa.

**Tabela 1: Temperatura da pele nas 14 regiões corporais de interesse (RCI) nos protocolos 1 e 2.**

| RCI | *p.* | Protocolo 1 | Range (P1) | Protocolo 2 | Range (P2) | Diferença (P1-P2) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Adutor Esquerdo | <0,05 | M = 29,00 ; DP = 0,220 | 1,49 | M = 28,57 ; DP = 0,367 | 0,77 | 0,44 |
| Adutor Direito | <0,05 | M = 29,07 ; DP = 0,224 | 1,61 | M = 28,50 ; DP = 0,400 | 0,81 | 0,57 |
| Joelho Esquerdo | <0,05 | M = 27,02 ; DP = 0,173 | 1 | M = 26,62 ; DP = 0,272 | 0,61 | 0,40 |
| Joelho Direito | <0,05 | M = 27,09 ; DP = 0,179 | 1,12 | M = 26,63 ; DP = 0,298 | 0,59 | 0,46 |
| Tibial Lateral Esquerdo | <0,05 | M = 28,08 ; DP = 0,158 | 1,38 | M = 27,66 ; DP = 0,363 | 0,43 | 0,42 |
| Tibial Lateral Direito | <0,05 | M = 28,35 ; DP = 0,242 | 1,48 | M = 27,90 ; DP = 0,375 | 0,75 | 0,45 |
| Tibial Medial Esquerdo | <0,05 | M = 27,81 ; DP = 0,122 | 1,13 | M = 27,45; DP = 0,321 | 0,37 | 0,36 |
| Tibial Medial Direito | <0,05 | M = 27,86 ; DP = 0,139 | 1,46 | M = 27,34 ; DP = 0,371 | 0,47 | 0,52 |
| Reto Femoral Esquerdo | <0,05 | M = 28,77 ; DP = 0,224 | 1,34 | M = 28,32 ; DP = 0,329 | 0,8 | 0,45 |
| Reto Femoral Direito | <0,05 | M = 28,89 ; DP = 0,210 | 1,45 | M = 28,39 ; DP = 0,350 | 0,73 | 0,50 |
| Vasto Lateral Esquerdo | <0,05 | M = 28,45 ; DP = 0,219 | 1,39 | M = 28,01 ; DP = 0,350 | 0,75 | 0,44 |
| Vasto Lateral Direito | <0,05 | M = 28,42 ; DP = 0,225 | 1,38 | M = 28,01 ; DP = 0,345 | 0,78 | 0,41 |
| Vasto Medial Esquerdo | <0,05 | M = 27,87 ; DP = 0,214 | 1,1 | M = 27,50; DP = 0,306 | 0,74 | 0,37 |
| Vasto medial Direito | <0,05 | M = 27,83 ; DP = 0,224 | 1,22 | M = 27,42 ; DP = 0,307 | 0,74 | 0,41 |

Estes resultados enfatizam a relevância do cuidado na padronização da estabilidade postural para uma avaliação mais confiável da temperatura da pele.

Dentre as RCI analisadas, destacam-se as diferenças significativas nos pontos como Adutor Esquerdo, Adutor Direito, Vasto Medial Esquerdo, e Vasto Medial Direito, onde a temperatura da pele foi consistentemente mais elevada no Protocolo

Os achados do presente estudo reforçam a importância da escolha e padronização do protocolo na Termografia para o monitoramento da carga interna em atletas. Manter os participantes em uma posição estática durante a aquisição de

imagens, como adotado no Protocolo 2, resultou em uma representação mais fiel das variações individuais da temperatura da pele.

Estas descobertas corroboram estudos anteriores que destacam a influência dos movimentos corporais na precisão das medições térmicas (Moreira *et al*., 2017). A estabilidade postural proporcionada pelo Protocolo 2 pode ser crucial para avaliações Sensíveis e Específicas, contribuindo para uma abordagem mais assertiva na utilização da Termografia como ferramenta de monitoramento fisiológico.

## IV - CONCLUSÃO

Os resultados apontaram, de forma inédita na literatura científica até o momento, uma importante variação da medida termográfica, na ordem de 30% da variação máxima encontrada previamente em um grupo de 60 indivíduos, o que nos permite inferir como elevada, dado que o único aspecto variado ao longo das mensurações foi a ação de sentar e levantar, sendo que os diferentes fatores intervenientes nesta medida (hidratação, exercício físico, cafeína, temperatura ambiente, distância da câmera, proximidade com objetos refratários, entre outros) se mantiveram praticamente inalterados.

Ao serem comparados os protocolos "estático" com o "senta-levanta", foi observado que a simples variação elevou em mais que o dobro da oscilação da medida, chegando à ordem de 30% do máximo intervalo verificado em uma amostra referência, também, de forma inédita na literatura, se mostra altamente impactante para o uso da tecnologia.

## V – PERSPECTIVAS FUTURAS

Como perspectiva futura, sugerimos estabelecer algum tipo de anteparo ou referência espacial para, além de padronizar a posição dos pés no solo, também garantir que as espinhas ilíacas anteroposteriores e, em última análise, as superfícies acromiais, se mantenham padronizadas no espaço, evitando alterações no plano transversal.

## VI – VISÃO DO EXPERT

Tais análises devem proporcionar uma abordagem mais assertiva da capacidade discriminativa do método (Termografia), contribuindo para uma melhor compreensão do comportamento desta tecnologia como medida controle da resposta fisiológica em contextos específicos, estimulando os profissionais da fisiologia do exercício e áreas adjacentes a investir mais energia e conhecimento nos processos de padronização e estarem abertos às autocríticas sobre as suas próprias atuações profissionais ao trabalhar com a Termografia, mitigando as fontes de erro (Mínima Diferença Detectável) das medidas de interesse.

## REFERÊNCIAS


ALEXIOU, H., COUTTS, A.J. A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. Int J Sports Physiol Perform; 3:320-30, 2008.

EDWARDS, S. High performance training and racing. In The Heart Rate Monitor Book, 8th ed. Sacramento, CA: Feet Fleet Press, 1993.

IMPELLIZZERI, F.M., RAMPININI, E., COUTTS, A.J., SASSI, A., MARCORA, S.M. Use of RPE-based training load in soccer. Med Sci Sports Exerc; 36:1042-7, 2004.

FOSTER, C., FLORTHAUG, J.A., FRANKLIN, J., GOTTSCHALL, L., HROVATIN L.A., PARKER, S. A new approach to monitoring exercise training. J Strength Cond Res; 15:109-11, 2001.



*Este manuscrito foi financiado pelo Minas Tênis Clube e todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este conteúdo.*