

Artigo Original

ALTERAÇÕES TERMOGRÁFICAS NA MUSCULATURA ABDOMINAL APÓS EXERCÍCIO ESTÁTICO E DINÂMICO EM JOVENS ATIVAS

THERMOGRAPHIC CHANGES IN ABDOMINAL MUSCULATURE AFTER STATIC AND DYNAMIC EXERCISE IN ACTIVE YOUNG

Pinto TWD, Guimarães ASP, Barreto TC, Santa Cruz RAR. Alterações termográficas na musculatura abdominal após exercício estático e dinâmico em jovens ativas. R. Perspect. Ci. e Saúde 2018;3(1): 11-19.

Resumo: A termografia por infravermelho é um método diagnóstico, dinâmico que capta e registra a emissão de calor da superfície do corpo humano, que se altera frente a diversos estados fisiológicos. O objetivo do estudo foi analisar as alterações termográficas após a realização de exercício estático e dinâmico na musculatura abdominal de jovens ativas. Trinta universitárias ativas foram aleatorizadas para os grupos: GAE (grupo abdominal estático - 15) e GAD (grupo abdominal dinâmico - 15) que realizaram 4 séries de 30 segundos de exercícios abdominais estáticos ou dinâmicos, com intervalos de 30 segundos de recuperação. Foi realizada avaliação termográfica em quatro regiões do abdômen: porção superior direita (PSDA), porção superior esquerda (PSEA), porção inferior direita (PIDA) e porção inferior esquerda (PIEA) antes (pré) e dois minutos após a realização dos exercícios (pós). Para análise dos dados utilizou-se ANOVA e Teste T. Não foram observadas diferenças estatísticas entre os GAE e GAD, porém observou-se diminuição significativa da temperatura após a realização dos exercícios estáticos (-1,8°C) e dinâmicos (-1,6°C) em ambos os grupos. Conclui-se que os exercícios estáticos e dinâmicos que estimularam a região abdominal foram capazes de gerar reduções significativas na temperatura dos músculos abdominais das jovens ativas participantes do estudo, evidenciando uma ativação semelhante entre os dois modelos de atividades.

Palavras-chave: Termografia; Abdômen; Exercício.

Abstract: Infrared thermography is a dynamic, diagnostic method that captures and records the emission of heat from the surface of the human body, which alters against various physiological states. The objective of this study was to analyze the thermographic changes after performing static and dynamic exercise in the abdominal muscles of active youngsters. Thirty active university students were randomized to the groups: static abdominal group -15 and dynamic abdominal group - 15 who performed 4 sets of 30 seconds of static or dynamic abdominal exercises, with intervals of 30 seconds of recovery. A thermographic evaluation was performed in four regions of the abdomen: upper right portion, upper left portion, lower right portion and

Contato: ricardo.ef@uerr.edu.br

Thays Wevenny de Sousa
Pinto¹

Algicelia Sousa Ponte
Guimarães¹

Thaimá Costa Barreto¹

Ricardo Alexandre
Rodrigues Santa Cruz¹

¹ Universidade Estadual de
Roraima

Recebido: 07/11/2017

Aceito: 22/02/2018

lower left portion before (pre) and two minutes after exercise powders). ANOVA and T-test were used to analyze the data. No statistical differences were observed between static abdominal group and dynamic abdominal group, but a significant decrease in temperature was observed after static (-1.8°C) and dynamic exercises (-1.6°C) in both groups. It was concluded that the static and dynamic exercises that stimulated the abdominal region were able to generate significant reductions in the temperature of the abdominal muscles of the active young participants of the study, evidencing a similar activation between the two models of activities.

Keywords: Thermography; Abdomen; Exercise.

Introdução

A termografia por infravermelho é um método diagnóstico, não invasivo e dinâmico que capta e registra a emissão de calor da superfície do corpo humano, que se altera frente a diversos estados fisiológicos¹. A alteração na temperatura superficial da pele é causada por mudanças na perfusão local, sendo que a vascularização e o suprimento sanguíneo são as bases da representação termográfica².

A atividade física tem um efeito considerável sobre o fluxo sanguíneo e a temperatura da pele, pois os processos de regulação térmica e hemodinâmica durante a atividade física são controlados por dois mecanismos conflitantes: a vasoconstrição e a vasodilatação³. Durante o exercício, o corpo humano é desafiado a regular a temperatura do núcleo para evitar o superaquecimento devido a produção de calor de contração dos músculos. No início do exercício, há uma vasoconstrição cutânea devido ao aumento do fluxo sanguíneo no músculo ativo, mas à medida que o exercício é prolongado e a temperatura do núcleo aumenta, os mecanismos regulatórios centrais causam vasodilatação e dissipação de calor através da pele⁴.

Arnaiz et al.⁵ enfatizam que a resposta térmica ao treinamento é um dos campos mais promissores da termografia, sendo capaz de prever as áreas que serão ativadas em função dos esforços realizados.

De acordo com Fleck e Kraemer⁶ o treinamento isométrico, ou estático, é um treinamento de força que se refere à ação muscular durante a qual não ocorre nenhuma alteração no comprimento total do músculos, com nenhum movimento visível acontecendo na articulação. O treinamento de força, promove um ajuste térmico local específico, em contraste com uma corrida contínua, que impõe um reflexo neural de vasodilatação na pele⁷.

Nesse sentido, a termografia tem sido utilizada como uma técnica que pode auxiliar na compreensão de ajustes termorregulatórios em exercício⁸. Dessa forma, os registros termográficos mostram a resposta fisiológica complexa ao treinamento de força, envolvendo o

músculo esquelético (metabolismo), o sistema cardiovascular (fluxo sanguíneo), o sistema nervoso central e local e o sistema adrenérgico⁹.

Porém, existe uma limitação na literatura de estudos que verificaram variações da temperatura na musculatura da região abdominal após diferentes tipos de exercícios. Assim, o objetivo do presente estudo foi analisar as alterações termográficas após a realização de exercício estático e dinâmico na musculatura abdominal de jovens ativas.

Materiais e Métodos

Amostra

A amostra da pesquisa foi composta por 30 universitárias do Curso de Educação Física da Universidade Estadual de Roraima - UERR, fisicamente ativas. Antes de iniciar a participação, as voluntárias receberam todas as informações relacionadas aos procedimentos e objetivos do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). O estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Estadual de Roraima – CEP/UERR, sob parecer nº 1.999.047.

Desenho Experimental do Estudo

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Estudos e Pesquisas em Educação Física e Esportes (LEPEFE) da Universidade Estadual de Roraima – UERR, em apenas uma sessão, no período matutino, realizada em três etapas:

- 1º etapa - avaliação termográfica pré-intervenção;
- 2º etapa - sessão de treinamento (estático ou dinâmico);
- 3º etapa - avaliação termográfica pós-intervenção.

As avaliações termográficas ocorreram dois minutos antes e dois minutos após a intervenção.

Coleta das Imagens Termográficas

A coleta das imagens termográficas (termogramas) foi realizada utilizando uma câmera de infravermelho da marca Flir® Systems modelo TG – 165, com detector Lepton®, e precisão de 1,5%, $\leq 0,08^{\circ}\text{C}$ de sensibilidade térmica. Para análise e processamento de imagens dos dados foi utilizado o software FLIR TOOLS com calibração automática. A voluntária foi orientada a não consumir bebidas estimulantes ou cafeinadas quatro horas antes,

não realizar atividade física, não tomar medicamentos vasodilatadores, não fumar e não utilizar produtos cosmetológicos na pele 4 horas antes da avaliação. Os termogramas foram captados em sala com temperatura ambiente médio de 22°C, com ausência de luz solar e iluminação por lâmpadas fluorescentes. A participante permaneceu por 10 minutos na sala para que ocorresse um equilíbrio térmico e aclimatação, antes que se iniciasse o processo de aquisição das imagens e manteve o local de avaliação desnudo, na posição ortostática com pés unidos, em posição anatômica, com a câmera posicionada a 1,5 metros de distância da região avaliada, com ponto de referência sobre a cicatriz umbilical¹⁰. Para cada voluntária foram realizadas oito imagens termográficas (quatro pré e quatro pós) da região abdominal, que foi dividida em quatro quadrantes tomando como referência a cicatriz umbilical: **PSDA** – Porção superior direita do abdômen; **PSEA** – Porção superior esquerda do abdômen; **PIDA** – Porção inferior direita do abdômen; **PIEA** – Porção inferior esquerda do abdômen. Em seguida, foi realizada a média aritmética entre os quatro quadrantes e utilizado o valor obtido para análise estatística.

Exercícios de Intervenção

Para aplicação dos exercícios de intervenção, as voluntárias foram divididas de forma aleatória em dois grupos:

GAE – Grupo Abdominal Estático: A voluntária permaneceu em contração isométrica na posição de flexão, com o corpo apoiado nos cotovelos, antebraços e dedos dos pés, mantendo o alinhamento do quadril com os ombros (Prancha Frontal).

GAD – Grupo Abdominal Dinâmico: A voluntária posicionou-se em decúbito dorsal com os joelhos flexionados a 45 graus, com os braços cruzados sobre o tórax e realizou o maior número possível de repetições completas, flexionando seu tronco até o ponto que seus cotovelos aproximassem das pernas.

Os grupos GAE e GAD realizaram os exercícios em 4 séries de 30 segundos com intervalos de 30 segundos entre as repetições.

Avaliações antropométricas

As avaliações antropométricas foram realizadas antes da coleta dos termogramas. A massa corporal foi mensurada utilizando-se uma balança eletrônica, com precisão de 0,1 kg, e a estatura foi determinada em um estadiômetro portátil, com precisão de 0,1 cm. Para o cálculo do IMC foi utilizado a seguinte fórmula: peso/altura^2 (kg/m²).

Análise dos dados

Precedendo a análise dos dados foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, que apresentou distribuição normal dos scores. Para análise intergrupos utilizou-se a ANOVA com Teste Post Hoc de Tukey e para a análise intragrupos o teste T pareado. Os dados foram analisados estatisticamente no software SPSS. Foi adotado um nível de significância de $p < 0,05$.

Resultados

Para caracterizar a amostra foi identificada a idade das voluntárias em anos e realizadas as medidas do peso da massa corporal (Kg) estatura (cm) e calculou-se o índice de massa corpórea (kg/m^2). Os valores dessas variáveis são apresentados em médias e desvio padrão na tabela 1.

Tabela 1. Caracterização geral das voluntárias dos grupos GAE e GAD

Grupos	Idade anos	Massa Corporal Kg	Estatura cm	IMC (kg/m^2)
GAE	22,8± 5,45	55,8± 7,84	158± 0,03	22,3± 0,67
GAD	20,4± 2,60	61,1± 7,67	159± 0,05	24,1± 0,32

Os dados referentes as avaliações termográficas da musculatura abdominal pré e pós intervenção entre os grupos GAE e GAD estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Temperatura da musculatura abdominal pré e pós intervenção entre os grupos GAE e GAD

Região	Abdômen							
	PSDA		PSEA		PIDA		PIEA	
Momentos	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
GAE	32,4 ±1,36	31,4* ±1,61	32,6 ±1,21	31,2* ±1,37	31,8 ±1,47	30,4* ±1,25	31,9 ±1,27	30,5* ±1,22
GAD	32,9 ±0,70	31,2* ±1,02	32,8 ±0,65	31,3* ±0,93	32,1 ±0,58	30,5* ±1,16	32,2 ±0,69	30,6* ±0,98

Legenda: PSDA: Porção superior direita do abdômen; PSEA: Porção superior esquerda do abdômen; PIDA: Porção inferior direita do abdômen; PIEA: Porção inferior esquerda do abdômen; GAE: Grupo abdominal estático; GAD: Grupo abdominal dinâmico; *Diferença significativa pré e pós intervenção ($P > 0,05$)

A média aritmética entre os quatro quadrantes para o GAE apresentou redução total de $-1,8^\circ\text{C}$ e $-1,6^\circ\text{C}$ para o GAD.

Discussão

O objetivo do presente estudo foi analisar as alterações termográficas após a realização de exercício estático e dinâmico na musculatura abdominal de jovens ativas. Os resultados evidenciaram não haver diferenças estatísticas na comparação realizada entre os grupos GAE e GAD após a realização dos exercícios, indicando dessa maneira um mesmo grau de ativação da musculatura do abdome frente aos diferentes tipos de estímulos na musculatura de interesse analisada. Ao realizar comparação intragrupos, observou-se diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) antes e após a realização dos exercícios com características estáticas e dinâmicas.

No grupo GAE foram observadas reduções na ordem de -1°C para os músculos da porção superior direita do abdômen e $-1,4^{\circ}\text{C}$ para as porções superior esquerda e inferior direita e esquerda. Já para o GAD, as reduções da temperatura foram de $-1,7^{\circ}\text{C}$ para os músculos da porção superior direita do abdômen, $-1,5^{\circ}\text{C}$ para o superior esquerdo e $-1,6^{\circ}\text{C}$ para o inferior direito e esquerdo.

Essa diminuição encontrada na temperatura da pele da região abdominal das participantes do estudo após a realização dos dois modelos de intervenção, provavelmente está associada à resposta vasoconstritora cutânea ao exercício, causada pelo direcionamento do fluxo sanguíneo para a região central do corpo. De acordo com Fernandez-Cuevas et al.⁷ a redistribuição do sangue da pele para a região do músculo ativo é inibida por uma maior necessidade de perda de calor interna.

Tanda³ utilizou a termografia infravermelha para investigar a resposta térmica da temperatura da pele durante o exercício de corrida na esteira para um grupo de sete corredores saudáveis e treinados. Foram considerados dois exercícios diferentes: um com sobrecarga e outro com carga constante. Para ambos os exercícios, a duração foi de 30 minutos. Os resultados indicaram uma queda na temperatura da pele durante os cinco primeiros minutos (fase inicial) do exercício de corrida. Com a progressão do exercício, a dinâmica da resposta à temperatura da pele foi aumentando pela vasodilatação, principalmente no exercício com carga constante.

Um estudo que investigou as variações termográficas utilizando técnicas fisioterápicas como recurso para estimular a musculatura abdominal foi realizado por Costa et al.¹⁰, que compararam as variações na temperatura cutânea superficial da região do abdome, a curto prazo, após massagem modeladora, endermoterapia e eletrolipólise. Os resultados foram diferentes aos encontrados em nosso estudo e indicaram aumento da temperatura da pele após

os procedimentos, evidenciando que o contato manual direto com a pele eleva os padrões termográficos da região.

No esporte, podemos destacar os estudos realizados por Santos et al.¹¹ e Morais et al.¹² em modalidades coletivas de quadra. No primeiro estudo os autores avaliaram as respostas termográficas dos músculos dos membros inferiores de jovens atletas de futsal após uma partida simulada da modalidade com duração de 40 minutos. Os resultados demonstraram que as ações decorrentes dos esforços encontrados no jogo ocasionaram pequenas alterações na musculatura dos isquiotibiais (0,5°C) e aumento significativo (2,7°C) para a temperatura do quadríceps após a partida. No segundo estudo, foram avaliados os impactos dos esforços de uma partida de voleibol sobre a musculatura dos membros superiores e inferiores de atletas do sexo feminino. Participaram 17 jogadoras pertencentes a seleção roraimense infanto-juvenil. Foram coletados termogramas do bíceps, tríceps, quadríceps e isquiotibiais das atletas antes e após a partida. Os resultados dos termogramas apresentaram variações de 0,8°C e 0,7°C nos lados direito/esquerdo do bíceps, 0,7°C e 0,8°C para o tríceps direito/esquerdo respectivamente. Na musculatura inferior, a análise termográfica apontou maiores variações para a musculatura do quadríceps após o jogo, com valores de 1,5°C para o lado direito e 1,1°C para o lado esquerdo. Os músculos isquiotibiais dos lados direito e esquerdo apresentaram aumentos de 0,7°C.

Os resultados apresentados nos estudos com esportes que apresentam esforços aeróbios/anaeróbios de média e longa duração, indicam um aumento da temperatura da musculatura analisada após os jogos, o que contrapõe os resultados encontrados no presente estudo, com exercícios localizados e de curta duração, em que se evidenciou uma diminuição nos resultados dos termogramas da região do abdome avaliada. Hidebrandt et al.¹³ explicam que para compensar o aumento da demanda metabólica de músculos ativos, o exercício intenso a curto prazo leva a uma redistribuição do fluxo sanguíneo de tecidos inativos, como a pele, através do sistema vasoconstritor. Este processo pode explicar a diminuição da temperatura da pele após os exercícios de prancha estática e abdominal dinâmico.

Conclusão

Podemos concluir que os exercícios estáticos e dinâmicos que estimularam os músculos abdominais foram capazes de gerar reduções significativas na temperatura da pele da região do abdome das voluntárias participantes do estudo, evidenciando uma ativação

semelhante entre os dois modelos de atividades. Pode-se concluir ainda, que essas reduções da temperatura local após os exercícios de curta duração estão diretamente ligadas ao processo de vasoconstrição. Os achados do estudo indicam a possibilidade da utilização da termografia como uma técnica não invasiva na avaliação dos esforços ocasionados por exercícios localizados.

Referências

1. Lima RPS, Brioschi ML, Teixeira MJ, Neves EB. Análise Termográfica de Corpo Inteiro: indicações para investigação de dores crônicas e diagnóstico complementar de disfunções secundárias. *Pan Am J Med Thermol.* 2015; 2(2): 70-77.
2. Nóbrega FS, Ferreira MP, Facó LL, Selim MB, Zoppa ALV. Uso da Termografia para Avaliação da Resposta Tecidual após Implante de Polímero a Base de Poliuretano de Mamona em Osso III Metacarpiano de Equinos. *Acta Scientiae Veterinariae.* 2014; 42(2): 1246.
3. Tanda G. The use of infrared thermography to detect the skin temperature response to physical activity. *Journal of Physics: Conference Series.* 2015; 655: 012062.
4. Hadžić V, Širok B, Malneršić A, Milan C. Can infrared thermography be used to monitor fatigue during exercise? A case study, *Journal of Sport and Health Science*, Article in Press. 2015: 1-4.
5. Arnaiz LJ, Cuevas IF, López CD, Gomes-Carmona P, Sillero-Quintana M. Aplicación práctica de la termografía infrarroja en el fútbol profesional. *Revista de Preparación Física en el Fútbol.* 2014; 13(3):6-15.
6. Fleck SJ, Kraemer W. Fundamentos do treino de força muscular. 3. ed. Porto Alegre: Artmed: 2006.
7. Fernandez-Cuevas I, Sillero-Quintana M, Garcia-Concepcion MA, Serrano JR, Gomez-Carmona P, Marins JCB. Monitoring Skin Thermal Response to Training with Infrared Thermography. *New Studies in Athletics.* 2014;1(2):57-71.
8. Côrte ACR, Hernandez AJ. Termografia médica infravermelha aplicada à medicina do esporte. *Revista brasileira de medicina do esporte.* 2016; 4(22):315-319.
9. Marins JCB, Fernandes AA, Cano SP, Moreira DG, Silva FS, Costa CMA, Fernandez-Cuevas I, Sillero-Quintana M. Thermal body patterns for healthy Brazilian adults (male and female). *journal of Thermal Biology* 2014; 42:1-8.
10. Costa RFA, Schimdt D, Viana LG, Aroca GGP, Sousa L. Comparação da termografia cutânea após aplicação da massagem modeladora, endermoterapia e eletrolipólise. *ConScientiae Saúde.* 2016;15(2):241-248.
11. Santos RMC, Souza ES, Silva FJ, Arruda JRL, Santa Cruz RAR. Análise termográfica dos esforços no futsal. *Coleção Pesquisa em Educação Física* 2017;16(1):15-22.
12. Morais NA, Araújo VA, Carvalho LS, Sousa PAC, Santa Cruz RAR. Respostas termográficas dos esforços em atletas de voleibol. *Corpoconsciência.* 2017;21(2): 8-14.

13. Hidebrandt C, Zeilberger K, Ring EFJ, Raschner C. The application of medical infrared thermography in Sports Medicine.

Infrared Thermography. An International Perspective on Topics in Sports Medicine and Sports Injury. 2012; 1:257-74.