

Uso da termografia infravermelha em pacientes submetidos à amputação primária por doença arterial obstrutiva periférica

Use of infrared thermography in patients undergoing primary amputation due to peripheral arterial obstructive disease

LEONARDO MARTINS MOTA DE MORAIS, TCBC-DF^{1,2} ; CLÁUDIO OLAVO CORDOVA³ ; ESDRAS MARQUES LINS TCBC-PE² ; ANA PAULA DE LIMA FERREIRA⁴ ; VITTORIA MELO LETTIERI¹ ; FERNANDA APPOLONIO ROCHA² ; EMMANUELLE TENÓRIO A. GODOI BERENGUER DE BARROS SILVA² .

R E S U M O

Introdução: A isquemia crítica (IC) dos membros inferiores (MMII) é o estágio final da Doença Arterial Obstrutiva Periférica (DAOP) e termina muitas vezes na amputação. A decisão do melhor nível de amputação frequentemente é baseada no julgamento clínico do médico cirurgião vascular. A Termografia Infravermelha (TI) é um método barato, indolor, sem emissão de radiação e de fácil manejo que pode determinar a temperatura da pele do membro a ser amputado, o que auxiliaria, assim, o cirurgião na escolha do melhor nível de amputação. **Objetivo:** Avaliar o uso da TI para escolha do nível da amputação em pacientes portadores de DAOP e IC dos MMII. **Método:** Estudo de Coorte Prospectivo, realizado no período de abril de 2023 a novembro de 2023, na Unidade de Cirurgia Vascular do Hospital de Base do Distrito Federal (Brasília-DF). O estudo incluiu pacientes com DAOP e IC dos MMII candidatos à amputação dos MMII. Todos foram submetidos à TI dos MMII utilizando protocolos padronizados com medidas térmicas em quatro áreas do membro inferior. **Resultados:** Os resultados evidenciaram um amplo gradiente térmico longitudinal em pacientes com DAOP e tabagistas (T) em comparação aos não tabagistas (NT). Os pacientes T com gradientes térmicos mais amplos apresentaram maior probabilidade de serem submetidos à uma amputação transfemoral. **Conclusão:** A termografia infravermelha é útil tanto em detectar diferenças térmicas em pacientes com DAOP e IC dos MMII, quanto na avaliação não invasiva pré-operatória destes doentes. Pacientes tabagistas com maiores gradientes térmicos longitudinais apresentam maior probabilidade de serem submetidos a amputações transfemorais.

Palavras-chave: Amputação Cirúrgica. Doença Arterial Obstrutiva Periférica. Termografia.

INTRODUÇÃO

A doença arterial obstrutiva periférica (DAOP) é uma doença de alta prevalência. A isquemia crítica (IC) dos membros inferiores (MMII) é o seu estágio final da doença e demanda tratamento cirúrgico que pode variar de revascularizações abertas ou endovasculares ou amputações parciais ou totais dos membros¹.

A amputação de MMII é uma das consequências mais devastadoras para pacientes com DAOP, sendo que esse desfecho está associado a alguns fatores de risco como diabetes mellitus (DM), hipertensão arterial sistêmica (HAS) e tabagismo. A escolha do melhor nível de amputação nesses pacientes é baseada em vários critérios e dentre eles o julgamento clínico do cirurgião ainda é o principal para esta definição. A escolha correta implica em menor custo financeiro e menor mortalidade, já que evita

cirurgias subsequentes e diminui o tempo de internamento hospitalar¹⁻³.

A termografia infravermelha (TI) é um método não invasivo, indolor e de baixo custo que capta a temperatura corporal e tem seu uso consagrado em diversas áreas das ciências médicas. Este método de diagnóstico complementar é reconhecido pela American Academy of Medical Infrared Imaging desde 1887, sendo o seu princípio fundamental a diferença de temperatura entre dois pontos onde assimetrias de temperatura acima de 0,7°C são consideradas anormais e podem indicar alguma alteração clínica relevante⁴⁻⁶.

Neste contexto a TI é um instrumento com potencial utilidade para detectar redução térmica em pacientes com DAOP principalmente naqueles que apresentam IC de MMII. Apesar de que alguns estudos evidenciem sua utilidade na avaliação dos pacientes com

1 - Hospital das Forças Armadas, Cirurgia Vascular - Brasília - DF - Brasil 2 - Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós Graduação em Cirurgia - Recife - PE - Brasil 3 - Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas - Brasília - DF - Brasil 4 - Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia - Recife - PE - Brasil

aterosclerose obstrutiva dos MMII, o seu emprego como instrumento pré-operatório para auxiliar na definição do nível de amputação ainda não foi descrito⁷⁻¹⁰.

Nesta perspectiva, o presente estudo teve como objetivo investigar a utilidade da TI para escolha do nível da amputação em pacientes portadores de DAOP e IC dos MMII.

MÉTODOS

Estudo de coorte prospectivo realizado no período de abril de 2023 a novembro de 2023, na Unidade de Cirurgia Vascular do Hospital de Base do Distrito Federal, (Brasília-DF), no Distrito Federal. Foram incluídos no estudo pacientes com DAOP e IC dos MMII, candidatos à cirurgia de amputação primária dos MMII, internados no pronto socorro e enfermaria do Serviço de Cirurgia Vascular do Hospital de Base do Distrito Federal.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital de Base do Distrito Federal, sob o CAAE: 64758822.1.0000.5208. Foram excluídos pacientes portadores de tumores ósseos, pacientes portadores de infecção grave nos MMII e pacientes submetidos à cirurgia de revascularização dos MMII, aberta ou endovascular. Pacientes que recusaram assinar o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) também foram excluídos da pesquisa.

Para a coleta das medidas térmicas, adotou-se o protocolo baseado no International Consensus and Guideline for Medical Thermography¹¹⁻¹³. Respeitou-se um período de aclimação de 15 minutos, sem manipulação da área examinada e selecionado a temperatura do ambiente com climatização controlada (24°C +- 2°C). Para a coleta de dados termográficos se desenvolveu da seguinte forma:

1) Todas as imagens térmicas infravermelhas foram adquiridas usando-se uma câmera digital portátil Flir Cx- Series Thermo cam (FLIR Systems AB, Suécia), com um peso de 130g, um sensor infravermelho 240x180 (43.200 pixels de medição) e sensibilidade térmica >0,05°C. Os termogramas foram analisados usando o programa FLIR ResearchIR® (FLIR Systems Inc). Um termograma apresentando uma diferença de temperatura maior que 2°C

entre dois pontos de qualquer membro inferior foi definido como um termograma alterado sugerindo um possível nível de amputação.

2) Registro das temperaturas (°C) em quatro locais do membro inferior a ser amputado: Antepé e artelhos, tornozelo ao nível dos maléolos, 4cm abaixo da tuberosidade da tíbia, 4cm acima do tendão patelar. Esse membro foi considerado o membro para estudo.

3) Registro das temperaturas (°C) em quatro locais do membro inferior contralateral à amputação: Antepé e artelhos, tornozelo ao nível dos maléolos, 4cm abaixo da tuberosidade da tíbia, 4cm acima do tendão patelar. Esse membro foi considerado o membro controle.

4) Registro das temperaturas (°C) mínimas, máximas e médias de ambos os membros inferiores.

5) Registro do gradiente térmico longitudinal: Diferença entre a temperatura mínima e máxima no membro a ser amputado. Após os registros das temperaturas foi sugerido um nível de amputação imediatamente acima do tecido necrótico que apresentasse pelo menos 2°C de diferença.

As Temperaturas e seus respectivos gradientes foram tabelados e o nível de amputação realizado pelo cirurgião vascular, de acordo com a avaliação clínica, foi conferido através da folha da descrição cirúrgica. Todas as avaliações da temperatura com TI foram realizadas por um único avaliador, porém as cirurgias foram realizadas por diferentes médicos que usaram critérios próprios para definir o nível da amputação e não tiveram acesso aos resultados da termografia.

O tamanho da amostra foi calculado por comparação de médias entre grupos de pacientes tabagistas (T) e não tabagistas (NT), com poder estatístico de 90%, Teste de hipóteses bicaudal, uma diferença mínima esperada de 2,0°C e nível de significância de 5%. A amostra necessária estimada foi de 20 pacientes por grupo. Para as análises, os pacientes foram estratificados como (T) ou (NT). Variáveis contínuas com distribuição próxima à normal foram expressas como médias ± DP.

A normalidade dos dados foi analisada visualmente e, mediante o teste de Shapiro-Wilk.

Análises de covariância (ANCOVA) foram utilizadas para avaliar as diferenças térmicas entre pacientes T e NT com ajustamento para as variáveis idade e Diabetes mellitus. Para a comparação dos níveis da variável índice tornozelo braquial (ITB), a ANCOVA foi ajustada para a idade, Diabetes mellitus e tabagismo. Para avaliar o grau de concordância entre avaliadores, utilizou-se o teste Kappa de Cohen. Variáveis categóricas foram expressas como percentual. Valor de $P < 0,05$ em teste de hipótese bicaudal foi definido como estatisticamente significativo. Análises dos dados foram efetuadas utilizando o Pacote estatístico SPSS versão 26.

RESULTADOS

Entre os 46 participantes selecionados, 40 atenderam os critérios de elegibilidade e concordaram em participar do estudo. Entre os 40 pacientes avaliados, 24 (60%) eram do sexo masculino. Quanto aos fatores de risco para DAOP, observou-se que cerca de 70% dos pacientes apresentavam HAS, 60%DM e 50% eram tabagistas (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização da amostra de pacientes com isquemia crítica, tabagistas e não tabagistas, submetidos à termografia infravermelha para avaliação do nível de amputação.

	Tabagista (n=20)	Não tabagista (n=20)
Idade	68,4 (15,2)	74,1 (12,8)
Peso (kg)	66,3 (12,1)	69,9 (9,7)
Altura (cm)	167,0 (10,6)	167,3 (9,7)
Sexo (masculino), %	70	50
IMC, %		
<18,5	10	5
18,6 – 24,9	15	35
25,0 – 29,9	75	50
30,0 – 34,9	-	5
35,0 – 39,9	-	5
Raça, %		
Branco	45	55
Preto	15	15
Pardo	40	25
Amarelo	-	5
Estado civil, %		
Casado	45	40
Solteiro	10	10
Divorciado	15	5
Víuvo	30	40

	Tabagista (n=20)	Não tabagista (n=20)
União estável	-	5
DRC, %		
Não	85	65
DM		
Sim	40	80
ITB, %		
<0,39	30	15
0,4 – 0,59	45	50
0,6 – 0,79	25	25
0,8 – 0,9	-	10
HAS, %		
SIM	70	80
WIFI, %		
Baixo	25	30
Moderado	30	40
Alto risco	30	25
Irrecuperável	15	5

A Tabela 2 e a Figura 1 apresentam as diferenças entre as médias térmicas para pacientes T e NT. As médias para a temperatura mínima experimental (membro amputado) não evidenciaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de T e NT ($P=0,321$).

A fim de avaliar a concordância entre os níveis de amputação sugeridos e os efetivamente realizados, aplicamos o teste Kappa de Cohen. Nesse contexto, estimamos os coeficientes de determinação (COD) como uma porcentagem dos dados de confiança. Os resultados sugerem moderada concordância para os níveis transfemorais (Kappa=0,609; $P < 0,01$; COD=37%) e de artelhos (Kappa=0,684; $P < 0,01$; COD=47%); fraca concordância para Lisfranc (Kappa=0,474; $P=0,003$; COD=22%); mínima concordância para transtibial (Kappa=0,220; $P=0,157$; COD=4,8%); nenhuma concordância para Choppart (Kappa=0,077; $P=0,583$; COD=0,6%) de acordo com critérios de interpretação para o Kappa de Cohen¹⁴.

A concordância percentual entre o nível de amputação sugerido pelo cirurgião vascular e o nível realizado variou substancialmente. Para amputações transfemorais, a concordância foi de 40,0%, artelhos 10,0%, Lisfranc 7,5%, Transtibial 5,0% enquanto para amputações de Choppart, não houve concordância (0%). A média das temperaturas dos membros inferiores nos

pacientes T foi de 31,7°C enquanto nos pacientes NT foi de 33,07 (P=0,038). A Tabela 3 apresenta a relação entre as frequências das amputações sugeridas pela TI e as realizadas em cada nível (Tabela 3).

Tabela 2 - Médias térmicas (DP) e diferenças térmicas (IC 95%) entre grupos de pacientes tabagistas e não tabagistas.

	Tabagistas	Não tabagistas	Diferenças entre médias (IC 95%)	P-valor
Média controle, °C	34,20 (1,6)	34,32 (1,5)	- 0,12 (-1,11 a 0,87)	0,506
Mín. Controle, °C	32,81 (2,4)	32,55 (2,5)	0,26 (-1,31 a 1,83)	0,748
Máx. Controle, °C	35,50 (1,2)	35,60 (1,1)	- 0,10 (- 0,84 a 0,64)	0,624
Média experimental, °C	31,97 (1,7)	33,07 (2,0)	- 1,10 (- 2,29 a 0,09)	0,038
Mín. Experimental, °C	28,30 (2,0)	30,14 (3,4)	- 1,84 (- 3,63 a 0,05)	0,321
Máx. Experimental, °C	35,11 (1,5)	35,43 (1,2)	- 0,32 (- 1,19 a 0,55)	0,601
Δ Médio (E – C), °C	2,22 (1,1)	1,23 (1,2)	1,00 (0,25 a 1,73)	0,017
Δ Experimental (mín – máx), °C	6,73 (1,9)	5,20 (2,8)	1,53 (0,01 a 3,06)	0,049

Agradiente; Min: mínimo; Máx: máximo; E: experimental (membro amputado); C: controle (membro não amputado). ANCOVA ajustada para as variáveis Idade e Diabetes mellitus.

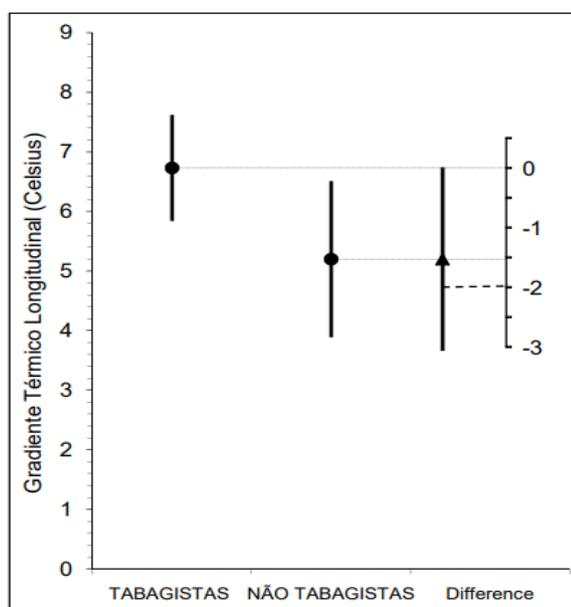


Figura 1. Intervalo de Confiança representando a diferença para os gradientes térmicos longitudinais (°C) do membro Experimental (amputado) entre tabagistas e não tabagistas (IC95% 0,01 a 3,06). Variações térmicas da pele maiores que 2°C são apontadas como de maior importância patológica.

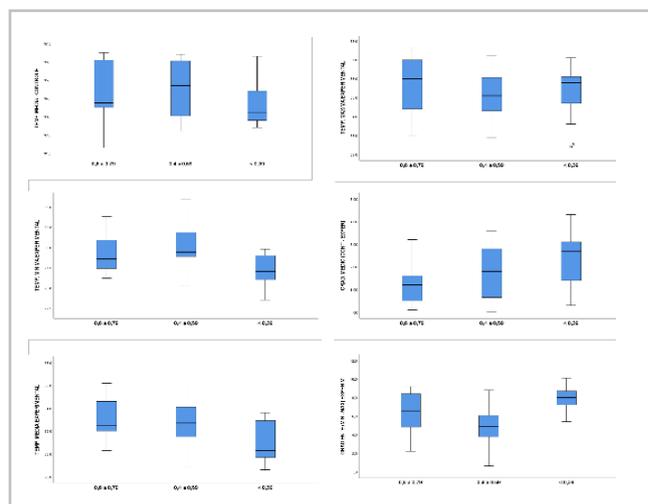


Figura 2. Temperaturas médias, máximas e mínimas (OC) medidas em diferentes locais nos membros controle (não amputado) e experimental (amputado) estratificados pelo índice tornozelo-braquial. Boxplots exibem as médias (retângulos coloridos), as medianas (linha horizontal), amplitude interquartilica (tamanho dos retângulos), valores máximos e mínimos (whiskers) e um outlier moderado (círculo). * P = 0,032; ** P = 0,002. ANCOVA ajustada para as variáveis idade, Diabetes mellitus e tabagismo. Grad: gradiente; Min: mínimo; Max: máximo.

Tabela 3 - Colunas representado o percentual de concordância/discordância entre avaliadores para diferentes membros amputados.

Amputação Sugerida	Amputação Artelhos	Amputação Lisfranc	Amputação Chopart	Amputação Transtibial	Amputação Transfemorais	Total
Amputação Artelhos	4	2	0	0	0	6
% do Total	10,0%	5,0%	0,0%	0,0%	0,0%	15,0%
Amputação Lisfranc	0	3	2	0	0	5
% do Total	0,0%	7,5%	5,0%	0,0%	0,0%	12,5%
Amputação Chopart	0	0	0	5	2	7
% do Total	0,0%	0,0%	0,0%	5,0%	7,5%	12,5%
Amputação Transtibial	0	0	0	1	6	17
% do Total	0,0%	0,0%	0,0%	5,0%	40,0%	42,5%
Total	4	6	2	5	16	33
% do Total	10,0%	15,0%	5,0%	12,5%	57,5%	100%

DISCUSSÃO

Neste estudo os fatores de risco encontrados para a DAOP foram semelhantes aos já descritos na literatura, como relatado por Czerniecki, et al, em 2022, ao descreverem as principais condições relacionadas ao aumento da chance de amputação de membro inferior contralateral em pacientes já amputados¹⁵.

Os resultados da presente pesquisa sugerem que pacientes tabagistas (T) apresentam maiores amplitudes térmicas mensuradas pela termografia infravermelha (TI) em comparação com pacientes não tabagistas (NT), especialmente quando estimadas por gradientes térmicos longitudinais, chegando a valores superiores a 6°C. Esse resultado é clinicamente relevante, uma vez que foi observada uma maior frequência de amputações transfemorais em pacientes com gradientes térmicos longitudinais elevados. Portanto, tem potencial para auxiliar na identificação de cenários mais graves nessa população específica.

É importante destacar que as diferenças térmicas observadas entre os grupos (T) e (NT) possivelmente ocorreram devido ao fato de que os pacientes do grupo (T) desenvolvem mais frequentemente as formas graves da doença arterial obstrutiva periférica (DAOP). Essas formas são caracterizadas pelo acometimento simultâneo de múltiplos sítios arteriais, incluindo as artérias femorais, da perna e do pé.

Também utilizando a TI, um estudo realizado por Ilo A et al. (2020), com pacientes diabéticos, envolvendo múltiplas comparações térmicas entre os pés destes, evidenciou diferença média de cerca de $1,46 \pm 1,4^\circ\text{C}$ nos pés com maior risco de amputação. Nesta perspectiva, é provável que mesmo gradientes térmicos inferiores ao limiar de 2°C, como observado no atual estudo, também sejam de importância clínica para o rastreamento de doentes com maior risco de amputação, particularmente quando existem outros fatores prognósticos associados, como o tabagismo¹⁶.

Em relação aos resultados referentes à concordância entre os níveis de amputação sugeridos pela termografia infravermelha (TI) e os realizados pelos cirurgiões vasculares em nosso estudo, observamos desde moderada até nenhuma concordância. Embora alguns resultados do teste Kappa tenham indicado diferenças estatisticamente significativas, a força das evidências ainda é insuficiente para recomendar amputações baseadas exclusivamente na

TI. Essa é uma das razões pelas quais muitos especialistas recomendam uma concordância mínima aceitável de pelo menos 80%¹², especialmente quando a intervenção envolve mudanças de importância na conduta médica. Isto pode ter ocorrido porque os níveis sugeridos pela TI levam em consideração apenas o gradiente térmico entre os diferentes níveis de amputação (Transfemoral, transtibial, Chopart, Lisfranc e amputação de artelhos), não sendo então considerados outros fatores. Nesse caso foi utilizado o gradiente térmico longitudinal mínimo de 2°C para sugerir o nível de amputação.

Os resultados apresentados sugerem que há uma tendência por parte dos cirurgiões vasculares em realizar amputações transfemorais, mesmo quando o gradiente térmico sugere que amputações em outros níveis poderiam ser mais adequadas. No entanto, os motivos que levam estes profissionais a optar por esse tipo de amputação são os mais variados, especialmente o julgamento clínico baseado na experiência prévia do médico (probabilidade subjetiva). Além disso, outros fatores, como imobilidade crônica e irreversível, a presença de anquilose da articulação do joelho, o risco cardiovascular elevado e a baixa probabilidade do uso de próteses ortopédicas, também podem ter influência na decisão para o nível de amputação.

É oportuno destacar que o ultrassom Doppler vascular é um método auxiliar na determinação do nível de amputação. No entanto, esse exame de imagem é observador dependente e está sujeito aos vieses típicos relacionados à experiência dos examinadores. Isso pode tornar a interpretação desafiadora, especialmente na avaliação de estenoses sequenciais e de alto grau¹⁶⁻¹⁹.

O teste ideal para determinação do nível de amputação deve ser prático, de baixo custo e com boa sensibilidade e especificidade. A literatura ainda é carente em estudos clínicos controlados que possam prever o nível de amputação com segurança. Exames mais precisos exigem custos mais elevados, o que nem sempre é reproduzível na prática clínica. A comparação com outros exames mais precisos com a arteriografia dos membros inferiores poderia trazer mais informações comparativas relacionadas ao melhor nível de amputação, no entanto os pacientes submetidos a amputação primária não foram submetidos a exames mais invasivos e com uso de contraste iodado uma vez que possuíam baixa probabilidade de suportar uma revascularização arterial satisfatória. A não comparação

dos resultados entre a TI e outros métodos de diagnóstico vascular foi uma limitação da presente pesquisa. Estudos futuros podem trazer resultados animadores comparando a TI com método padrão ouro no diagnóstico de DAOP.

Nesta perspectiva uma opção seria empregar um teste que mesmo não sendo tão preciso, fosse mais barato e com melhor aplicação clínica. Desta forma, a TI realizada à beira leito mostra-se um método prático, indolor, de baixo custo financeiro e que pode fornecer informações importantes para o cirurgião em determinar o melhor nível de amputação. Nesta pesquisa não foi realizada nenhuma comparação de custo financeiro da TI com outro método complementar, então as considerações feitas sobre esse aspecto são baseadas em dados da literatura.

O uso da TI não é novo e apesar dos resultados promissores do método, outros estudos são necessários para a validação como uma ferramenta útil na avaliação do paciente com DAOP, bem como uma quantidade maior de pacientes, inclusive estratificando em outros grupos de risco como o diabetes melitus e hipertensão arterial. Apesar das limitações, é possível especular que o uso da TI poderia auxiliar o cirurgião em sua tomada de decisão para a definição do nível de amputação em estágios avançados da DAOP

Uma limitação da presente pesquisa foi não usar a TI dinâmica. Este é um método promissor para análise do fluxo sanguíneo da extremidade do membro comprometido, podendo ser uma ferramenta interessante no diagnóstico e tratamento dos pacientes portadores de DAOP. Também neste estudo não foi realizada a comparação entre a TI e o ultrassom Doppler já que este exame nem sempre estava

disponível para ser realizado pelo cirurgião vascular que realizou a amputação. Outra limitação da pesquisa foi a comparação com os resultados de pós-operatório tardio, especialmente as taxas de re-amputação. As medidas das temperaturas dos cotos residuais podem apresentar importância clínica para esses pacientes, principalmente os candidatos a reabilitação protética.

CONCLUSÃO

Este estudo evidenciou que os pacientes portadores de doença arterial obstrutiva periférica e tabagistas, apresentaram gradientes térmicos longitudinais maiores em comparação aos não tabagistas. Esses resultados apresentam importância clínica uma vez que esses pacientes foram submetidos a amputações transfemorais com maior frequência. Embora as médias para a temperatura mínima experimental (membro amputado) não tenham evidenciado diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de tabagistas e não tabagistas, resultados do intervalo de confiança 95% sugerem que estas diferenças podem ser superiores a 3°C.

Foi observada uma maior concordância entre o nível de amputação sugerido pela termografia e o indicado pelo cirurgião para as amputações transfemorais (40%), artelhos (10%) e Lisfranc (7,5%) . A TI pode ser um método complementar na avaliação do nível de amputação nos pacientes com isquemia crítica dos membros inferiores.

ABSTRACT

Introduction: *Peripheral Arterial Disease (PAD) is highly prevalent and the final stage of the disease is the Critical Ischemia (CI) of the Lower Limbs (LL), culminating, in most cases, with amputation of the limbs as part of the proposed treatment. Infrared Thermography (IT) is an inexpensive method, painless, without emission of radiation and easy to manage, which aims to determine the temperature of the skin of the limb to be amputated, and could help the surgeon to evaluate the level of the lower limb amputation. Objective: To Evaluate Whether IT is a useful method to determine the level of lower limb amputation in patients with PAD and CI. Method: Prospective cohort study performed from April 2023 to November 2023, at the Unit of vascular surgery - Hospital de Base do Distrito Federal (Brasília-DF). It evaluated patients with PAD and CI that were in the preoperative period for lower limb amputation. All Patients Underwent IT evaluation standards protocols. Results: The results showed a wider longitudinal thermal gradient in PAD smoking (S) patients compared to non-smokers. It was also observed that (S) patients with wide thermal gradients were more likely to undergo an above the knee amputation. Conclusion: Infrared thermography was a useful method in discriminating thermal differences in patients with PAD and CI could be employed in preoperative evaluation to choose the level of lower limb amputation. Smoking patients with greater longitudinal thermal gradients are more likely to undergo an above the knee amputations.*

Keywords: *Amputation. Peripheral Arterial Disease. Thermography.*

REFERÊNCIAS

1. Criqui MH, Aboyans V. Epidemiology of peripheral artery disease. *Circ Res.* 2015;116(9):1509–26. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.116.303849.
2. Kuramoto DAB, Zanim LFS, Flumignam RLG, Flumignam CDQ, Reicher ME, Correia RM, et al. Smoking cessation for peripheral arterial disease: systematic review protocol. *Rev Col Bras Cir.* 2023;50(1):e3482. doi: 10.1590/0100-6991e-20233482-en.
3. Borges WR. Risk factors for amputation in patients with critical lower limb ischemia. *J Vasc Bras.* 2017;16(2):180-1. doi: 10.1590/1677-5449.003317.
4. Torbjörnsson E, Fagerdahl AM, Blomgren L, Boström L, Ottosson C, Malmstedt J. Risk factors for reamputations in patients amputated after revascularization for critical limb-threatening ischemia. *J Vasc Surg.* 2021;73(1): 258-66. doi: 10.1016/j.jvs.2020.03.055.
5. Souza YP, Santos ACO, Albuquerque LC. Characterization of amputees at a large hospital in Recife, PE, Brazil. *J Vasc Bras.* 2019;18:e20190064. doi: 10.1590/1677-5449.190064.
6. Ghassemi P, Pfefer TJ, Casamento JP, Simpson R, Wang Q, Quanzeng W. Best practices for standardized performance testing of infrared thermograph intended for fever screening. *PLoS One.* 2018;13(9):e0203302. doi: 10.1371/journal.pone.0203302.
7. Lin PH, Echeverria A, Poi MJ. Infrared thermography in the diagnosis and management of vasculitis. *J Vasc Surg Cases Innov Tech.* 2017;3(3):112-4. doi: 10.1016/j.jvscit.2016.12.002.
8. Staffa E, Bernard V, Kubicek L, Vlachovsky R, Vlk D, Mornstein V, et al. Infrared thermography as an option for evaluating the treatment effect of percutaneous transluminal angioplasty by patients with peripheral arterial disease. *Vascular.* 2017;25(1):42-9. doi: 10.1177/1708538116640444.
9. Lin PH, Saines M. Assessment of lower extremity ischemia using smartphone thermographic imaging. *J Vasc Surg Cases Innov Tech.* 2017;3(4):205-8. doi: 10.1016/j.jvscit.2016.10.012.
10. Luz SCT, Silva AR, Honório GJS, Santos KPB, Branco RL, Ruy TS. Avaliação termográfica e adaptação à prótese de amputados de membros inferiores: um olhar qualitativo. *Acta Fisiatr.* 2018;25(3):107-12. doi:10.11606/issn.23170190.v25i3a162668.
11. Abreu JAC, Oliveira RA, Martin AA. Correlation between ankle-brachial index and thermography measurements in patients with peripheral arterial disease. *Vascular.* 2022;30(1): 88-96. doi: 10.1177/1708538121996573.
12. Kesztyüs D, Brucher S, Wilson C, Kesztyüs T. Use of Infrared Thermography in Medical Diagnosis, Screening, and Disease Monitoring: A Scoping Review. *Medicina (Kaunas).* 2023;59(12):2139. doi: 10.3390/medicina59122139.
13. Zhang HY, Son S, Yoo BR, Youk TM. Reference Standard for Digital Infrared Thermography of the Surface Temperature of the Lower Limbs. *Bioengineering (Basel).* 2023;10(3):283. doi: 10.3390/bioengineering10030283.
14. McHugh ML. Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochem Med (Zagreb).* 2012;22(3):276-82.
15. Czerniecki JM, Littman AJ, Landry G, Norvell DC. Risks and Risk Factors for Contralateral Amputation in Patients who have Undergone Amputation for Chronic Limb Threatening Ischaemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2022;64(1):111-8. doi: 10.1016/j.ejvs.2022.03.038.
16. Ilo A, Ronsi P, Mäkelä. Infrared Thermography and Vascular Disorders in Diabetic Feet. *J Diabetes Sci Technol.* 2020;14(1):28-36. doi: 10.1177/1932296819871270.
17. Santos SN, Alcantara ML, Freire CMV, Cantisano AL, Teodoro JAR, Carmen CLL, et al. Posicionamento de Ultrassonografia Vascular do Departamento de Imagem Cardiovascular da Sociedade Brasileira de Cardiologia – 2019. *Arq Bras Cardiol.* 2019;112(6): 809-49. doi: 10.5935/abc.20190106.
18. Buriel GO, Lins EM, Barros, ETAGBB, Rocha FA, Charamba JCS, Caldas RPA, et al. Correlation between the vascular resistance index and arteriography for assessment of the distal arterial bed in chronic limb threatening ischemia. *J Vasc Bras.* 2024;23:e20230071. doi: 10.1590/1677-5449.202300712.

19. Caldas RPA, Lins EM, Buril GO, Rocha FA, Silva ETAGBB, Andrade LB, et al. Vascular resistance index and the immediate hemodynamic success of lower limb distal artery revascularization. *J Vasc Bras.* 2024;23:e20230119. doi: 10.1590/1677-5449.202301192.

Recebido em: 29/01/2024

Aceito para publicação em: 29/07/2024

Conflito de interesses: não.

Fonte de financiamento: nenhuma.

Endereço para correspondência:

Leonardo Martins Mota de Moraes

E-mail: leonardommmorais@gmail.com

