

Termometria cutânea: novos conceitos

Skin thermometry: new concepts

Marcos Leal Brioschi¹, José Fernando Macedo², Rodrigo de Almeida Coelho Macedo³

Resumo

O artigo trata da utilização de um novo método diagnóstico na avaliação objetiva do grau de alterações funcionais dos pacientes com doenças vasculares. Conhecido como termometria cutânea infravermelha de alta sensibilidade, o exame não exige contato físico com o paciente, é não invasivo e não requer contraste. Os autores descrevem o método de exame, o aparato necessário e os parâmetros de avaliação qualitativa e quantitativa. Os resultados do exame possibilitam determinar o funcionamento do sistema vascular e, além disso, do sistema nervoso, do sistema músculo-esquelético, de processos inflamatórios e das condições dermatológicas, endócrinas e oncológicas. O exame permite avaliar o prognóstico clínico e, conseqüentemente, resolver mais objetivamente as questões médicas.

Palavras-Chaves: diagnóstico, termografia, doenças vasculares.

Abstract

The article approaches the use of a new diagnostic method for the objective assessment of functional disorders in patients with vascular diseases. This method, also known as high-sensitivity infrared skin thermometry, does not require any physical contact with the patient, is noninvasive and does not include a contrast medium. The authors describe the examination method, the necessary equipment, and the qualitative and quantitative evaluation parameters. The results of the examination allow the identification of vascular disorders, as well as of problems with the neuronal and musculoskeletal systems, inflammatory processes, dermatological, endocrine and oncological conditions. It permits us to assess the clinical prognosis and, consequently, solve medical problems more objectively.

Key words: diagnosis, thermography, vascular diseases.

A manutenção da temperatura corporal pelo corpo humano é um fenômeno complexo. O homem é homeotérmico e produz calor que deve ser perdido para o meio ambiente. A interface entre a produção de calor e o ambiente é a pele. Este órgão dinâmico é constantemente ajustado para equilibrar as condições externas e internas compensando as demandas fisiológicas do corpo. Fibras motoras simpáticas controlam a micro-

circulação cutânea por meio de vasoconstrição ou vasodilatação, causando menor ou maior irrigação na pele. Este fenômeno de controle da transferência de calor através da pele é definido como termorregulação e é dependente do controle do sistema nervoso autônomo.

Os tecidos isquêmicos costumam apresentar diminuição da temperatura e palpando-se com o dorso da mão é possível sentir um esfriamento quando comparado com o lado contralateral¹. Infelizmente, o ser humano só discrimina diferenças de temperatura em média maiores que 2 °C com esta técnica semiológica².

A termometria cutânea por imagem infravermelha é o meio mais eficiente para o estudo da distribuição da temperatura cutânea atualmente. A termometria cutânea é um método diagnóstico que avalia a microcirculação da pele e que, indiretamente, também avalia o sistema nervoso autônomo simpático estreitamente re-

1. Doutorando em Clínica Cirúrgica, Universidade Federal do Paraná. Professor, Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Membro titular, American Association of Thermology.

2. Doutor. Membro titular, Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular. Membro titular, Colégio Brasileiro de Cirurgiões.

3. Acadêmico de medicina, Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Estudo realizado pelo Grupo de Pesquisa em Imagem Infravermelha – PUCPR/CNPq.

lacionado com a pele. Por meio da mensuração das variações de temperatura causadas por maior ou menor irrigação de um território microvascular, é possível distinguir décimos de grau centígrado por milímetros quadrados de área de tecido através da utilização desta técnica².

Criada na década de 60, a teletermografia ou simplesmente termografia, é um novo método diagnóstico não invasivo, sem contraste e totalmente indolor. Nos anos 80, apesar dos laudos altamente sugestivos, ainda obtinham-se imagens de baixa resolução e sensibilidade³⁻¹⁰. Em nosso meio, destacam-se os estudos de Montoro & Barbosa¹¹, Grosshans *et al.*¹², Alves *et al.*¹³ e Elpo *et al.*¹⁴

No final da década de 90, surgiram os atuais sensores infravermelhos de alta sensibilidade. O fator decisivo foi uma sensibilidade de até 0,02 °C e a detecção na faixa de ondas longas do espectro infravermelho (7,5 – 13 µm), obtida por supersensores conhecidos como FPA (*focal plane array*) tipo QWIP (*quantum well infrared photodetector*)^{9,10,15,16}.

A termometria cutânea tornou-se um método diagnóstico que detecta, grava e produz imagens infravermelhas (termogramas), refletindo a dinâmica microcirculatória da superfície cutânea dos pacientes em tempo real. O procedimento utiliza um sistema mecânico que posiciona o sensor próximo ao paciente e computadores que fornecem a representação gráfica qualitativa, de alta resolução e quantitativa, de alta sensibilidade, dos padrões térmicos presentes na pele humana. Esses pa-

drões, invisíveis a olho nu e imperceptíveis ao toque, são avaliados quanto à forma, à distribuição, à simetria com o lado oposto e à resposta dinâmica a estímulos térmicos e mecânicos¹⁷.

Doenças vasculares

A termometria cutânea infravermelha pode ser indicada com segurança em todos os tipos de doenças vasculares. Pesquisadores admitem que pacientes com dores em extremidades e com mudança subjetiva de temperatura deveriam ser termografados¹⁸. As informações fornecidas pela termometria cutânea infravermelha são valiosas no diagnóstico das insuficiências vasculares periféricas causadas por arteriosclerose, doenças colagenosas, síndrome de Raynaud, distrofia simpático-reflexa e outras causas. Em algumas condições, as mudanças são bem específicas, tais como oclusão da artéria femoral, cuja causa é detectável pela análise do perfil térmico que é alterado gerado pela circulação colateral ao redor do joelho¹⁹.

A termografia também tem tido seu uso significativamente aumentado no acompanhamento pós-operatório de pacientes submetidos a enxertos vasculares. Devido a sua característica totalmente inócua e não invasiva, este exame pode ser facilmente repetido²⁰. Farmacologicamente, a termografia tem sido usada para testar e medir os efeitos vasomotores de drogas²¹.

Muitos estudos também demonstram sua grande aplicabilidade na delimitação do nível de amputação de membros isquêmicos (Figura 1)^{22,23}.

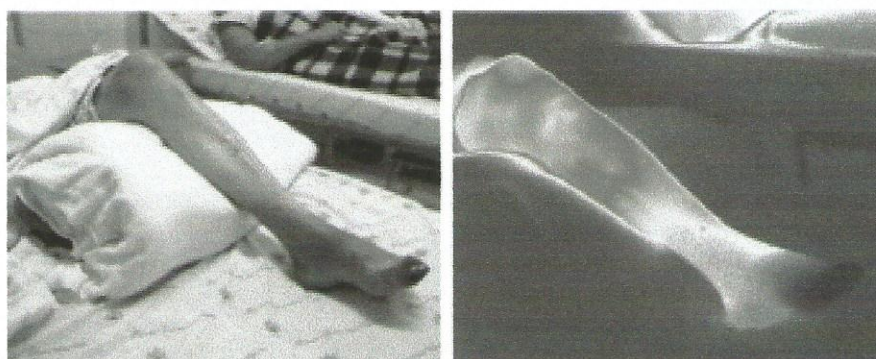


Figura 1 - Avaliação por termometria cutânea do comprometimento microcirculatório e da delimitação do nível de amputação.

Varizes

Schalin²⁴ localizou, pré-operatoriamente, varicosidades que correspondiam a pontos quentes na termometria. Durante a cirurgia, constatou, microscopicamente, que esses pontos eram comunicações arteriovenosas que variavam de 0,1 a 2 mm de diâmetro.

Funke et al.²⁵ e Wojciechowski et al.²⁶ estudaram pacientes com insuficiência venosa profunda através da termometria. A termometria teve alta sensibilidade na detecção de veias perfurantes incompetentes quando comparada com a flebografia.

Kosichkin et al.²⁷ utilizaram a termometria na avaliação objetiva do grau de alterações funcionais dos pacientes com varizes dos membros inferiores. Os resultados do exame possibilitaram determinar exatamente o grau de insuficiência venosa, julgar as condições do aparato valvar das veias, avaliar as possibilidades compensatórias da parede vascular e o prognóstico clínico e resolver mais objetivamente a estimativa da capacidade laborativa dos pacientes.

Reinhartz²⁸, Belcaro et al.²⁹ e Belcaro³⁰ demonstraram a avaliação do tratamento de tromboflebitis e trombozes de veias superficiais por termometria. Após utilizar defibrotida e drogas antitrombóticas/profibrinolíticas ou com baixas doses subcutâneas de heparina por três semanas, houve diminuição térmica das trombozes.

Trombose venosa profunda

Há inúmeras evidências a favor da termografia na detecção precoce da trombose venosa profunda^{19,31-39}. Muitas venografias desnecessárias podem ser evitadas se forem solicitadas somente quando a termografia for positiva⁴⁰⁻⁴². Tampouco o ultra-som e a pletismografia podem detectar trombos abaixo dos joelhos com precisão. Embora a embolia pulmonar seja mais frequentemente relacionada a trombos acima dos joelhos, um significativo número origina-se nas pernas e, subsequentemente, deslocam-se para as coxas. A termografia pode diagnosticar trombos acima e abaixo dos joelhos, desse modo, alertando para um potencial de embolia pulmonar, mesmo quando pouco ameaçadora.

O diagnóstico de trombose venosa profunda e o acompanhamento do tratamento para essa patologia são indicações importantes de termografia. Lapayowker⁴³ demonstrou que a termografia é mais sensível e reveladora que a venografia nestas condi-

ções. O diagnóstico de dor na panturrilha permanece ainda hoje frustrante, especialmente em pacientes pós-operatórios, mas também, em mulheres grávidas e que fazem uso de contraceptivos orais. Nestes casos a investigação termográfica é simples e traz uma informação não invasiva.

Microangiopatia diabética

Zykova & Popov⁴⁴ estudaram pacientes com diferentes graus de severidade e duração de diabetes melito (DM). Os autores encontraram imagem com diminuição térmica característica tipo "amputação" em pés e mãos nos casos de microangiopatia periférica. Nas afecções ateroscleróticas arteriais, havia uma termoassimetria mais típica. Os autores utilizaram nitroglicerina como um teste para diferenciar as lesões vasculares orgânicas das funcionais e para avaliar a compensação ou não da circulação periférica.

Muitos autores recomendam a utilização da termometria infravermelha para avaliar neuropatia autonômica simpática⁴⁵⁻⁴⁹. Após estudar 62 pacientes com diabetes melito, Fushimi et al.⁴⁵ identificaram, por meio da termometria, ausência de atividade vasodilatadora em uma das pernas após imergir a outra perna em água morna. A diminuição térmica foi relacionada com a duração do diabetes melito e com um pobre controle da glicemia. A termografia teve uma grande relação com microangiopatia e com a velocidade de condução nervosa motora e intervalo R-R na eletroneuromiografia. Musaev et al.⁵⁰ documentaram com termometria o sucesso da terapia com naftalan na melhora da microangiopatia diabética, demonstrando a termometria como método de mensurar o prognóstico da doença.

Stess et al.⁵¹, Chan et al.⁵², e Armstrong et al.⁵³ utilizaram a termometria para prever ulceração plantar em neuropatia periférica diabética. Os pacientes com alta temperatura plantar, especialmente em região metatarsal e calcanhar, tiveram maior risco de ulceração de pé. Valores baixos de temperatura plantar em pés neuropáticos foram marcadores de doença vascular periférica isquêmica.

Vascularização da cabeça e do pescoço

Vários artigos são favoráveis à termografia no diagnóstico das estenoses de carótida extracraniana⁵⁴, das enxaquecas e das dores de cabeça em salvas^{55,56}.

Examinar pacientes que são propensos à arteriosclerose ou à hipertensão é outra grande indicação da termometria cutânea infravermelha. O esfriamento unilateral periocular e supra-orbital, particularmente após a compressão da artéria temporal superficial, é sinal de insuficiência da carótida interna, devendo ser confirmada por angiografia. Esta indicação é particularmente importante na prevenção de possível isquemia intra-operatória durante endarterectomias. Neurocirurgias também admitem que a termografia proporciona uma técnica ideal para acompanhamento de pacientes no pós-operatório, uma vez que é uma forma não invasiva. Esta pode ser repetida tão freqüente quanto for necessário, sem nenhum risco ou desconforto para o paciente⁵⁴.

Cirurgia cardiovascular

A termometria cutânea infravermelha pode ser utilizada no intra-operatório de cirurgias cardíacas^{17,57,58}. Após terminar a anastomose distal do *bypass* aortocoronário, a perfusão do enxerto venoso revela a área cardíaca que está realmente sendo suprida, como se comporta o fluxo sanguíneo e se há estenose ou não (Figura 2). A termometria cutânea infravermelha intra-operatória do miocárdio oferece as informações que são essenciais para o sucesso da operação, além disso, essa técnica é não invasiva e relativamente fácil de aplicar. O mesmo princípio pode ser adotado nas cirurgias vasculares de membros para avaliação da perfusão muscular e cutânea²⁰.

Alterações neurológicas

Fibras motoras simpáticas controlam a microcirculação cutânea por meio de vasoconstrição ou vasodilação. Um território de inervação sensitiva da pele corresponde a um território microvascular, uma vez que as fibras simpáticas seguem juntamente com as sensitivas em um mesmo nervo^{8,10,59-62}. Isso permite, por exemplo, que a mão seja dividida em territórios de inervação sensitiva, que são correspondentes a territórios microvasculares.

Como pode ser verificado na Figura 3, a extensão abrangida por cada um desses nervos define um território de inervação microvascular. Portanto, qualquer disfunção nervosa altera o tônus microvascular do território correspondente à área de inervação sensitiva^{2,4,8,10,63-65}.

Segundo estudos da literatura^{2,8,10,63-65}, o corpo humano exibe uma simetria térmica evidente após a preparação adequada do paciente com as regiões de interesse expostas a uma temperatura ambiente constante^{5,66} (Figura 4).

Quando há qualquer assimetria em relação ao território contralateral correspondente, isso permite o diagnóstico de alterações neurovasculares. Por esse motivo, a avaliação termométrica cutânea padronizada internacionalmente é realizada comparando-se sempre as metades correspondentes (dimídios) do corpo humano^{2,8,10,63-65}, assim como, na semiologia tradicional, a avaliação é realizada comparando-se os dimídios com o dorso das mãos.

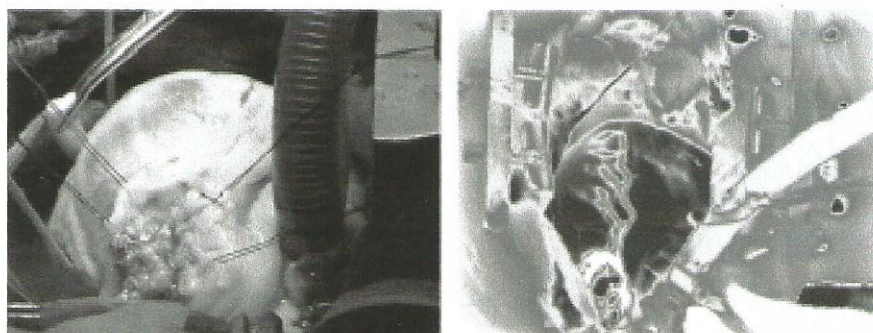


Figura 2 - Termocoronarioangiografia demonstrando perfusão da artéria coronária descendente anterior e músculo cardíaco.

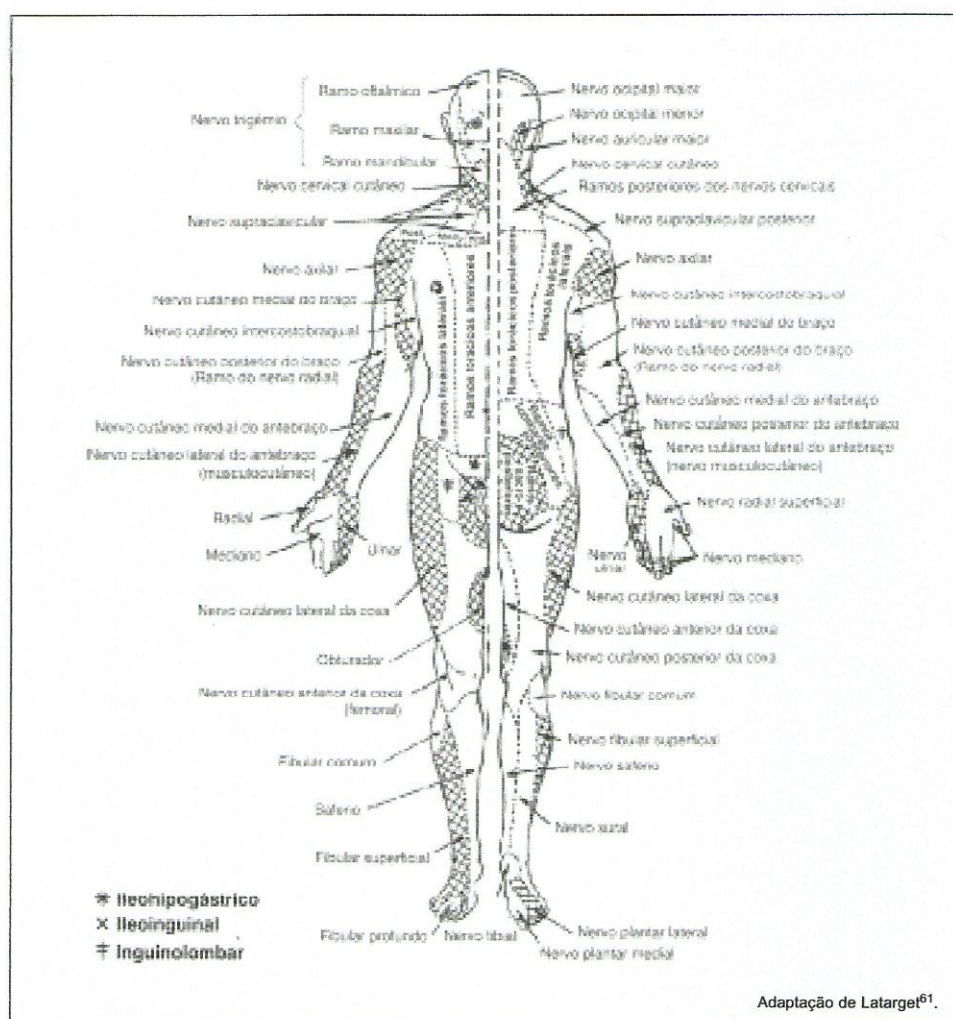


Figura 3 - Territórios neurovasculares do hemitórax anterior (esquerda) e posterior (direita).

É importante notar, também, que a imagem assimétrica de um território não significa, necessariamente, uma lesão local do nervo cutâneo. Caso haja mais áreas assimétricas, estas podem estar relacionadas a um comprometimento maior, correspondente ao dermatomo de um nervo espinhal⁶⁴. O comprometimento de vários territórios, por exemplo, de inervação que possuam fibras de L5 (fibular superficial, fibular comum, cutâneo anterior da coxa), sugere uma lesão do nervo espinhal L5. Assim, o diagnóstico a partir de um só território assimétrico não é válido se não for avaliada toda a extensão do dermatomo correspondente àquele território, isto é, do início do dermatomo na coluna

vertebral até sua parte mais distal, comparado-o, então, com o respectivo dimídio^{3,6,64,67-69}.

Um exame de membro inferior, por exemplo, avalia 36 territórios vasculonervosos (Tabela 1). Isto porque inclui todo o membro, da região lombossacral até a parte mais distal da extremidade, que é origem de muitas alterações neuromusculares. O mesmo exame deve incluir o membro contralateral, devido ao princípio da simetria neurovascular entre os dimídios, como exposto acima. Somente assim é possível efetuar o diagnóstico, a avaliação da gravidade e o prognóstico da lesão corretamente^{2,8,10,63-66}.

As alterações presentes em um ou mais territórios também podem refletir processo inflamatório^{16,70}, fraturas de estresse^{71,72}, artalgias patelofemorais⁷³, doenças reumáticas^{72,74}, doenças periodontais⁷⁵, inflamações do trato lacrimal⁷⁶, anormalidades da tireóide^{70,77,78} e, até mesmo, neoplasias: tumores de tireóide¹³, paratireóide, melanomas^{79,80} e tumores de mama⁸¹.

Pesquisadores canadenses recentemente confirmaram que a imagem infravermelha do câncer de mama pode detectar pequenas variações de temperatura relacionada ao fluxo sanguíneo e demonstraram padrões anormais com a progressão desses tumores. Isso ocorre devido ao óxido nítrico, um potente vasodilatador. Os termogramas de mama foram positivos em 83% dos cânceres comparados com 61% do exame clínico isolado e 84% para mamografia. Estes 84% de sensibilidade da mamografia, isoladamente, aumentaram para 95% quando associada à imagem infravermelha. Estima-se que a imagem térmica é mais precoce no diagnóstico de câncer de mama do que a mamografia graças à vasodilatação produzida pelo óxido nítrico que pode ocorrer

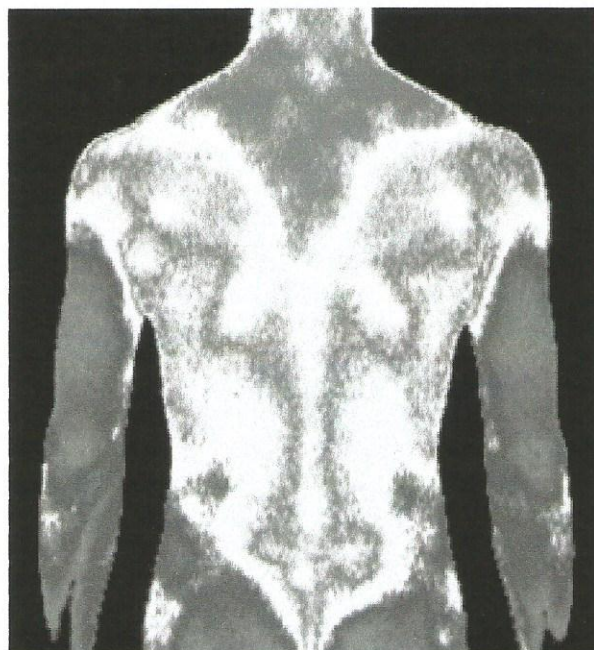


Figura 4 - Termometria cutânea infravermelha de alta sensibilidade. Dorso normal. Observar a simetria entre os dimídios.

Tabela 1 - Territórios neurovasculares do corpo humano

Facial (cabeça/pescoço)	Cervical (membros superiores)	Tórax (abdômen)	Lombossacral (membros inferiores)
Nervo oftálmico	Ramos dorsais dos nervos cervicais	Ramos cutâneos laterais de T1 a T12	Ramos dorsais dos nervos lombares
Nervo maxilar	Nervo transverso do pescoço	Ramos cutâneos mediais de T1 a T12	Ramos dorsais dos nervos sacrais
Nervo mandibular	Nervos supraclaviculares laterais	Ramos dorsais de T1 a T12	Nervos coccígeos
Nervo grande auricular	Nervos supraclaviculares intermédios		Nervo ílio-hipogástrico
Nervo occipital maior	Nervos supraclaviculares mediais		Nervo ílio-inguinal
Nervo occipital menor	Ramos dorsais dos nervos torácicos		Nervo genitofemoral
Nervo cutâneo cervical	Nervo axilar		Nervo cutâneo posterior da coxa
Nervo transverso do pescoço	Nervo intercostobraquial		Nervo cutâneo anterior da coxa
Nervos supraclaviculares laterais	Nervo cutâneo medial do braço		Nervo cutâneo lateral da coxa
Nervos supraclaviculares intermédios	Nervo cutâneo posterior do braço		Nervo obturatório
Nervos supraclaviculares mediais	Nervo cutâneo medial do antebraço		Nervo fibular comum
Ramos dorsais dos nervos cervicais	Nervo cutâneo posterior do antebraço		Nervo fibular superficial
Nervo transverso do pescoço	Nervo cutâneo lateral do antebraço		Nervo fibular profundo
Nervo supraclavicular lateral	Ramo superficial do nervo radial		Nervo sural
	Nervo mediano		Nervo safeno
	Nervo ulnar		Nervo plantar medial
	Nervo radial		Nervo plantar lateral

8 a 10 anos antes que haja calcificação demonstrável na mamografia⁸¹.

Por causa dessa multiplicidade de aplicações, a termometria cutânea infravermelha apresenta uma característica única de diagnóstico de vários sistemas (neurológico, vascular, muscular) em um único exame^{8,10}. É um método que não necessita de nenhum tipo de contraste pois é o próprio sangue aquecido, que circula pela microcirculação cutânea, que gera contraste para imagens de alta resolução.

Especificações mínimas

Como todo método diagnóstico, é necessária uma padronização mínima que deve ser seguida para sua realização.

Sala de exame

Condições padronizadas do ambiente são essenciais para reprodução termográfica^{5,66}. Deve-se manter uma temperatura de 22 °C na sala de exame e impedir perdas térmicas por convecção forçada de ar diretamente sobre os pacientes. A velocidade do ar incidente, se houver, não deverá ultrapassar 0,2 m/s⁸². Deve-se lembrar de deixar o paciente afastado de equipamentos elétricos que possam gerar calor. A variação de temperatura do ambiente não pode ser maior do que 1 °C dentro de um período de 20 minutos.

O ar condicionado deve ter capacidade térmica suficiente de reserva para o tamanho da sala. De preferência, não deve haver janelas no laboratório; se houver, as mesmas devem ter duas camadas de vidro e ser equipadas com telas ou blindagens externas para evitar a luz solar. As lâmpadas fluorescentes, que são lâmpadas de luz fria, devem ser usadas, ao invés de lâmpadas de tungstênio. Um termômetro digital, com um visor suficientemente grande para ser observado a, pelo menos, três metros de distância, deve estar disponível para monitorar o local onde está o paciente. Deverá, da mesma forma, ser posicionado de modo que não seja afetado, diretamente, pelas fontes de calor presentes na sala.

Preparo do paciente

A preparação dos pacientes é o parâmetro mais importante e requer atenção especial^{5,66}. É condição necessária para a pesquisa termográfica que o indivíduo evite banhos ou duchas quentes, agentes tópicos, cre-

mes, talcos, exercícios vigorosos ou fisioterapia até duas horas antes do exame. De preferência, o paciente deve estar em jejum até três horas antes e não ter ingerido estimulantes, substâncias com cafeína ou descongestionantes nasais.

Uma vez atendidas as exigências anteriores, é solicitado que o paciente retire toda a roupa que cobre a área de interesse a ser pesquisada. É necessário um período de 15 minutos de exposição para que a pele entre em equilíbrio térmico com a temperatura da sala. O paciente pode permanecer em posição ortostática ou sentado, dependendo da área a ser avaliada.

Especificação do sensor infravermelho

Com o objetivo de fornecer imagens de alta qualidade necessárias para a interpretação clínica, deve-se dispor de um equipamento com condições mínimas para a termometria cutânea infravermelha.

Os requisitos mínimos do sistema infravermelho adequado para o diagnóstico por termometria cutânea infravermelha de alta sensibilidade são os seguintes:

- detector tipo FPA Matriz Plano Focal (*Focal Plane Array*);
- banda espectral de frequência dos detectores FPA entre 7,5 a 13 μm ;
- detector com número de *pixels* de 320x240;
- resolução espacial instantânea de 0,6 mm a 50 cm;
- qualidade de imagem suficiente para discriminar detalhes anatômicos (p.ex.: fio de cabelo);
- faixa térmica mínima de operação de 2 °C (*span*);
- ajuste de temperatura média da faixa de operação entre 5 e 45 °C (*level*);
- sensibilidade térmica do sensor de 0,02 °C;
- habilidade de capturar imagens em escala de cinza com alta resolução;
- ótica capaz de captura imagens que contenham ambos os dimídios do corpo;
- saída de vídeo radiométrica com 14 *bits*;
- gravação digital da imagem (14 *bits*) *online* a, pelo menos, 7 Hz;
- capacidade de arquivamento de imagem para referências futuras e comparações;
- software de pós-processamento capaz de operar dentro de parâmetros ajustáveis, compatíveis com capacidade de efetuar subtração de imagens térmi-

cas e que garanta que a qualidade diagnóstica das imagens não seja comprometida;

- certificado de calibração pelo *National Institute of Standards and Technology* (NIST, EUA) ou equivalentes;
- certificado de especificações do fabricante nos casos de fornecimento OEM (*Original Equipment Manufacturer*);
- frequência da atualização da imagem do sensor infravermelho de 60 Hz (não interlaçadas).

Durante o exame, o equipamento deve estar estabilizado por 10 minutos antes da realização dos termogramas.

É condição necessária para um diagnóstico seguro, que a termometria cutânea infravermelha seja realizada por profissional devidamente treinado e qualificado, e que sejam seguidas as exigências mínimas para realização do exame como, por exemplo, laboratório adequado, preparo do paciente e equipamento de alta sensibilidade. Somente informações obtidas com qualidade podem ser utilizadas como informações complementares para o diagnóstico preciso e o acompanhamento das doenças.

Deve-se ressaltar que os resultados obtidos pela termometria infravermelha devem ser apropriadamente correlacionados com uma história clínica completa, um exame físico bem realizado e outros estudos diagnósticos, quando indicados. Dessa maneira, a imagem térmica poderá ser ferramenta decisiva no estabelecimento de diagnóstico correto e na determinação mais precisa do prognóstico do paciente com distúrbio vascular.

Referências

1. Burihan E. O exame vascular. *Suplência Vascular* (São Paulo) 2001;2(7):5-7.
2. Abernathy M, Brandt MM, Robinson C. Noninvasive testing of the carotid system. *Am Fam Phys* 1984;29:157-71.
3. Albert SM. Thermography in orthopedics. *Ann NY Acad Sci* 1964;121:157-70.
4. Uematsu S. Telethermography in the differential diagnosis of reflex sympathetic dystrophy and chronic pain syndrome. In: Rizzi R, Vinsentin M. *Pain Therapy*. New York: Elsevier Biomedical Press; 1983.
5. Ring EFJ. Standardisation of thermal imaging in medicine: physical and environmental factors. In: Gautherie M, Albert E, Keith L. *Thermal assessment of breast health*. Lancaster/Boston/The Hague: MTP Press Ltda; 1983 p. 29-36.
6. Chang L, Abernathy M, O'Rourke D, et al. The evaluation of posterior thoracic temperatures by telethermography, thermocouple, thermistor and liquid crystal thermography. *Thermology* 1985;1:95-101.
7. Anbar M. Computerized thermography. The emergence of a new diagnostic imaging modality. *Int J Technol Assess Health Care* 1987;3:613-21.
8. AMA (American Medical Association) Council Report. Thermography in neurological and musculoskeletal conditions. *Thermology* 1987;2:600-7.
9. Jones BF. A reappraisal of the use of infrared thermal image analysis in medicine. *IEEE Trans Med Imaging* 1998;17:1019-27.
10. Ring EFJ. Thermal symmetry of human skin temperature distribution. *Thermology International* 1999;9(2):53-5.
11. Montoro AF, Barbosa EM. Teletermografia e câncer de mama. *AMB Rev Assoc Méd Bras* 1981;27(2):66-8.
12. Grosshans E, Toledo D, Gautherie M. Contribuição da termografia infravermelha ao diagnóstico, ao prognóstico e ao controle dos melanomas malignos da pele. *An Hosp Sider Nac* 1981;5(3):9-12.
13. Alves MLD, Andrade J, Cherri J, et al. Papel da termografia na seleção de nódulos tireoideanos de indicação cirúrgica. *Arq Bras Endocrinol Metab* 1988;32(4):97-9.
14. Elpo V, Theuvenete WJ, Neves RD, Pereira JFV, Vasconez LO, Mathes SJ. Termografia para o mapeamento e mensuramento das artérias perfurantes. *Arq Catarin Med* 1988;17(4):197-200.
15. Chan FH, So AT, Lam FK. Generation of three-dimensional medical thermograms. *Biomed Mater Eng* 1996;6:415-28.
16. Brioschi ML, Coelho MS, Guimarães PSF, Cimbalista M Jr, Gonçalves JL, Zanin SA. Diagnóstico da costochondrite por termografia infravermelha computadorizada (TIC). *Arq Med (Curitiba)* 2001;2(1):35-8.
17. Brioschi ML, Cimbalista M Jr, Nakagawa CR, et al. Avaliação intraoperatória da revascularização cardíaca por angiografia térmica coronária: estudo experimental preliminar. *Arq Med (Curitiba)* 2000;1(2):95-8.
18. Potier A, Mehani K, Luizy F. Plate thermography in post-operative monitoring. *Nouv Presse Med* 1980;18:2819-21.
19. Soulen RL. Angiography, ultrasound, and thermography in the study of peripheral vascular disease. *Radiology* 1972;105:115-19.
20. Pastoris O, Panella L, Foppa P, et al. Instrumental and metabolic evaluation of patients affected by peripheral arterial occlusive disease (PAOD) following surgical revascularization surgery. *G Ital Med Lav* 1996;18(1-3):41-9.
21. Nyirjesy I. Indications for thermography in the United States. *Acta Thermographica* 1996;3:91-4.
22. McCollum PT, Spence VA, Walker WF. Amputation for peripheral vascular disease: the case for level selection. *Br J Surg* 1988;75:1193-5.
23. Ohsawa S, Inamori Y, Fukuda K, Hirotsuji M. Lower limb amputation for diabetic foot. *Arch Orthop Trauma Surg* 2001;121:186-90.

24. Schalin L. Arteriovenous communications in varicose veins localized by thermography and identified by operative microscopy. *Acta Chir Scand* 1981;147(6):409-20.
25. Funke C, Teichmann W, Becker HW. Diagnosis of insufficient perforating veins using thermographic plates. [Article in German] *Z Gesamte Inn Med* 1981;36(21):818-21.
26. Wojciechowski J, Holm J, Zachrisson BF. Thermography and phlebography in the detection of incompetent perforating veins. *Acta Radiol Diagn (Stockh)* 1982;23(3A):199-201.
27. Kosichkin MM, Andreeva OS, Puzin SN, Lavrova DI, Diatlova NA. Value of rheovasography and thermography in the diagnosis of varicose veins of the legs in the practice of expert evaluation of work capacity [Article in Russian]. *Khirurgiia (Mosk)* 1989;(6):27-31.
28. Reinharez D. Experience with sclerosis of the perforating veins [Article in French] *Phlebologie* 1978;31(2):69-74.
29. Belcaro G, Errichi BM, Laurora G, Cesarone MR, Candiani C. Treatment of acute superficial thrombosis and follow-up by computerized thermography. *Vasa* 1989;18(3):227-34.
30. Belcaro G. Evolution of superficial vein thrombosis treated with defibrotide: comparison with low dose subcutaneous heparin. *Int J Tissue React* 1990;12(5):319-24.
31. Cooke ED, Pilcher MF. Deep vein thrombosis: preclinical diagnosis by thermography. *Br J Surg* 1974;61:971-8.
32. Leiviska T, Pertalla V. Thermography in diagnosing deep venous thrombosis of the lower limb. *Radiol Clin* 1975;44:417-23.
33. Bergqvist D. Thermography: a noninvasive method for diagnosis of deep venous thrombosis. *Arch Surg* 1977;112:600-4.
34. Bystrom LG. The value of thermography and the determination of fibrin-fibrinogen degradation products in the diagnosis of deep venous thrombosis. *Acta Med Scand* 1977;202:319-32.
35. Ritchie WGM. Thermographic diagnosis of deep venous thrombosis. *Radiology* 1979;131:341-4.
36. Aronen HJ. Thermography in deep venous thrombosis of the leg. *AJR* 1981;137:1179-82.
37. Wojciechowski J, Zachrisson BF. Thermography as a screening method in the diagnosis of deep vein thrombosis. *Acta Radiol* 1981;22:581-4.
38. Jensen C. The role of contact thermography in the diagnosis of deep vein thrombosis. *Eur J Radiol* 1983;3:99-102.
39. Sandier DA, Martin JF. Liquid crystal thermography in the diagnosis of deep vein thrombosis. *Lancet* 1985;1:665-7.
40. Wallin L. Thermography in the diagnosis of deep vein thrombosis. *Acta Med Scand* 1983;214:15-20.
41. Jonker JJ, Sing AK, de Boer AC, den Ottolander GJ. The value of adding thermography leg scanning to impedance plethysmography in the detection of deep vein thrombosis. *Thromb Res* 1986;42:681-8.
42. Goodman PH. Cost-effectiveness analysis of thermography and venography in the diagnosis of deep vein thrombosis. *Thermology* 1988;3:32-40.
43. Lapayowker S. Current status of thermography in the United States. *Acta Thermographica* 1972;2:38-40.
44. Zykova TA, Popov VA. Possibilities of infrared thermography in the differential diagnosis of functional and organic stages of microangiopathy in diabetes mellitus [Article in Russian]. *Probl Endokrinol (Mosk)* 1981;27(5):29-31.
45. Fushimi H, Inoue T, Nishikawa M, Matsuyama Y, Kitagawa J. A new index of autonomic neuropathy in diabetes mellitus: heat stimulated thermographic patterns. *Diabetes Res Clin Pract* 1985;1(2):103-7.
46. Hitoi A, Matsuoka A. Patho-physiological analysis on peripheral circulation using thermography as an example of functional body imaging [Article in Japanese]. *Rinsho Byori* 1990;38(10):1119-25.
47. Hauer JL, Boland OM, Ewing DJ, Clarke BF. Hand skin blood flow in diabetic patients with autonomic neuropathy and microangiopathy. *Diabetes Care* 1991;14(10):897-902.
48. Schindl A, Schindl M, Schon H, Knobler R, Havelec L, Schindl L. Low-intensity laser irradiation improves skin circulation in patients with diabetic microangiopathy. *Diabetes Care* 1998;21(4):580-4.
49. Fujiwara Y, Inukai T, Aso Y, Takemura Y. Thermographic measurement of skin temperature recovery time of extremities in patients with type 2 diabetes mellitus. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 2000;108(7):463-9.
50. Musaev AV, Nasrullaeva SN, Namazov DZ. A clinico-thermographic assessment of the efficacy of naphthalan therapy in patients with diabetic microangiopathies of the lower extremities. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult* 1998;(4):26-9.
51. Stess RM, Sisney PC, Moss KM, et al. Use of liquid crystal thermography in the evaluation of the diabetic foot. *Diabetes Care* 1986;9(3):267-72.
52. Chan AW, MacFarlane IA, Bowsher DR. Contact thermography of painful diabetic neuropathic foot. *Diabetes Care* 1991;14(10):918-22.
53. Armstrong DG, Lavery LA. Predicting neuropathic ulceration with infrared dermal thermometry. *J Am Podiatr Med Assoc* 1997;87(7):336-7.
54. Abernathy M. Thermography: a window on the sympathetic nervous system. *Thermology* 1988;3:5-6.
55. Lance JW. Thermographic changes in cluster headache. *Neurology* 1984;34:1292-7.
56. Rapoport AM, Sheftell FD, Alternus M. Correlation of facial thermal patterns and headache diagnosis. In: Abernathy M, Uematsu S. *Medical Thermology*. Washington (DC): American Academy of Thermology; 1986. p. 56-61.
57. Mohr FW, Matloff J, Grundfest W, et al. Thermal coronary angiography: a method for assessing graft patency and coronary anatomy in coronary bypass surgery. *Ann Thorac Surg* 1989;47:441-9.
58. van Son JA, Falk V, Walther T, Diegeler A, Mohr FW. Thermal coronary angiography for intraoperative testing of coronary patency in congenital heart defects. *Ann Thorac Surg* 1997;64:1499-1500.
59. Gardner E, Gray DJ, O'Rahilly R. *Anatomia regional do corpo humano*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1988.
60. Machado ABM. *Neuroanatomia Funcional*. São Paulo: Livraria Atheneu; 1988.
61. Latarget M. *Anatomia Humana*. 2ª ed. São Paulo: Panamericana; 1993.
62. Netter F. *Interactive Atlas of Clinical Anatomy*. Novartis; 1997.

63. Uematsu S. Thermographic imaging of cutaneous sensory segment in patients with peripheral nerve injury. *J Neurosurgery* 1985;62:716-20.
64. Bliss P, Bulstrode S, Evison G, Maddison P. Investigation of nerve root irritation by infrared thermography. In: Hukins DWL, Mulholland RC. *Back Pain – Methods for clinical investigation and assessment*. Manchester: University Press; 1986. p. 63-68.
65. Goodman P, Murphy MG, Siltanen MS. Normal temperature asymmetry of the back and extremities by computer assisted infrared imaging. *Thermology* 1986;1:195-202.
66. Ring EFJ, Engel JM, Page-Thomas DP. Thermologic methods in clinical pharmacology – skin temperature measurement in drug trials. *Int J Clin Pharmacol Therapy Tox* 1984;22:20-7.
67. Raskin MM, Martinez-Lopez M, Sheldon JJ. Lumbar thermography in discogenic disease. *Radiology* 1976;119:142-52.
68. Ching C, Wexler CE. Peripheral thermographic manifestations of lumbar disk disease. *Appl Radio* 1978;100:53-8.
69. Edeiken J. Thermography and herniated lumbar disk. *AJR Am J Roentgenol* 1986;102:790-6.
70. Brioschi ML, Cimbalista M Jr, Saito RT. Avanços no diagnóstico complementar da LER/DORT por termografia infravermelha. *Arq Med (Curitiba)* 2001;2(3):107-12.
71. Devereaux MD, Parr GR, Lachmann SM, Page-Thomas P, Hazleman BL. The diagnosis of stress fractures in athletes. *JAMA* 1984;252:531-3.
72. Goodman PH, Heaslet MW, Pagliano JW, Rubin BD. Stress fracture diagnosis by computer assisted thermography. *Phys Sports Med* 1985;13:114-32.
73. Devereaux MD, Parr GR, Lachmann SM, Thomas DP, Hazleman BL. Thermographic diagnosis in athletes with patellofemoral arthralgia. *J Bone Joint Surg* 1986;68:42-4.
74. Oblinger W, Engel JM, Franke M. Thermographic diagnosis of arthritis in peripheral joints. *J Rheumatol* 1985;44:77-81.
75. Mormann WH, Bosiger P, Grau P, Scaroni F. The thermodynamic behavior of labial gingiva in patients with destructive periodontal disease. *J Clin Periodontol* 1985;12:477-93.
76. Hinton P, Hutwitz JJ, Chart PL. Liquid crystal contact thermography and lacrimal tract inflammation. *Can J Ophthalmol* 1984;19:176-7.
77. Zenovko GI. Role of thermography in diagnosing thyroid diseases. *J Endocrinol* 1984;3:21-5.
78. Filatov AA, Ginsburg LI, Tsievsky VA. Comprehensive radiodiagnosis of toxic adenomas of the thyroid. *Med Radiol* 1984;29:32-6.
79. Gautherie M, Grosshans E, Fattal M. Thermal assessment of malignant melanomas and other skin tumors. *Thermology* 1985;1:20-5.
80. Michel V, Hornstein OP, Schroenberger A. Infrared thermography in malignant melanoma. *Hautarzt* 1985;36:83-9.
81. Keyserlingk E. Infrared image as useful adjunct to mammography. *J Oncol* 1997;6(9):1-7.
82. Fanger PO. *Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering*. Robert E. Malabar, Florida: Krieger Publishing Company; 1982.

Correspondência:

Dr. Marcos Leal Brioschi

Rua da Paz, 195/115

CEP 80060-160 - Curitiba - PR

E-mail: mbrioschi@hotmail.com