

## **CAPÍTULO 15**

### **TERMOGRAFIA NO DIAGNÓSTICO NAS DORES MÚSCULO-ESQUELÉTICAS.**

**Antônio Carlos de Camargo Andrade Filho**

Chefe do Centro de Terapia da Dor e Medicina Paliativa e do Serviço de Teletermografia do Hospital Amaral Carvalho, de Jaú, S.P..

**Contato** - e-mail: [accafjau@uol.com.br](mailto:accafjau@uol.com.br)

14- 36216506 cml – 97733744 - 36201368 Hosp

## **TERMOGRAFIA NO DIAGNÓSTICO NAS DORES MÚSCULO-ESQUELÉTICAS.**

Antônio Carlos de Camargo Andrade Filho

### **INTRODUÇÃO**

O aparelho locomotor é o mais volumoso entre os demais aparelhos e tecidos corporais. Está sujeito a gama variada de afecções degenerativas e grande número de lesões traumáticas. As lesões, tanto agudas como crônicas, podem evoluir como condições dolorosas que variam quanto à intensidade, persistência, cronicidade e incapacitação funcional. Embora a semiologia do aparelho locomotor seja padronizada e satisfaz a necessidade da prática médica diária, identificando as anormalidades relacionadas. Entretanto, freqüentemente depara-se com síndromes dolorosas indeterminadas que desafiam os métodos de investigação clínica e armada, mesmo as mais avançadas. Nestas situações de dificuldade semiológica, a teletermografia pode oferecer informações valiosas que podem levar à conclusão diagnóstica. A teletermografia, diferentemente da termografia de contato, prevê elementos sobre atividade funcional e metabólica dos tecidos incluindo a de tecido muscular, articular, do sistema nervoso neurovegetativo, fibras C do sistema nervoso periférico, sistema micro e macrovascular etc). Possibilita o exame em tempo real, observação dinâmica e das reações do aparelho locomotor a testes provocativos das síndromes dolorosas e provas de estresses e esforços.

### **HISTÓRICO**

Associação entre temperatura e doenças já é reconhecida desde os primórdios da humanidade. O livro Deuteronomia de 1500 a.C faz referências sobre febre e inflamação (The Bible 1), (Ring). Ao redor de 460 a.C Hipócrates (O Livro dos Prognósticos) mencionou a importância da avaliação da temperatura das mãos, pés, face, lábios e ouvidos e descreveu as febres malignas, benignas agudas, terçã etc. As observações iniciais sobre as variações térmicas eram primariamente realizadas pelo toque manual. Galeno (130-200 a.C) sugeriu que o calor do corpo seria produzido pela biocombustão dos alimentos. As primeiras tentativas de mensuração da temperatura corpórea foram realizadas por Galileo, em 1592; utilizou tubo de vidro onde observava a dilatação dos líquidos nele contidos de acordo com as variações térmicas. Em 1665, Huygens, cientista alemão, propôs a primeira escala padrão de temperatura para o ponto de fusão e ebulição

da água. O dinamarquês Roemer, em 1702, passou a utilizar a escala proposta por Huygens utilizando um tubo de vidro fechado e, seis anos mais tarde, Gabriel Fahrenheit, estabeleceu o ponto de fusão do gelo em 32 graus e o ponto de ebulição da água em 212 graus. Anders Celsius, em 1742, propôs sua escala estabelecendo que 100 graus corresponderia ao ponto de fusão do gelo e 0 grau no ponto de ebulição da água. Em 1750, Linnaeus inverteu os valores desta escala, como permanece até hoje. Na mesma época, George Martine publicou importante trabalho sobre a temperatura normal do corpo humano. Em 1870, Carl Wunderlich, médico alemão, publicou achados sobre a temperatura normal e anormal relacionadas a doenças. Por volta de 1620, Francis Bacon concluiu que havia calor radiativo distinto da luz que poderia ser filtrado pelo vidro. Em 1800, Sir Williams Herschell, músico e astrônomo, descobriu em Bath, Inglaterra, a radiação térmica do infravermelho, a partir de estudos das temperaturas nas faixas espectrais da luz visível. Notou que abaixo do vermelho visível encontrava-se uma radiação invisível muito poderosa em termos calóricos a qual denominou “calor escuro”. O filho de Williams Herschell, John F. W. Herschell foi quem, pela primeira vez, obteve imagem termográfica e a reportou em 1840. Durante a II Guerra Mundial ocorreu grande desenvolvimento na tecnologia de detecção do infravermelho para uso militar. Ao final dos anos cinquenta a tecnologia passou a ser pesquisada para uso civil, sob vigilância e intensas restrições das autoridades militares. O fisiologista e físico Harvey fez referências ao corpo humano como “corpo negro” que produzia irradiação infravermelha. Em 1960, Lloyd Williams, chamou a atenção sobre as possibilidades da utilização da detecção e mensuração da radiação do infravermelho com finalidades diagnósticas em Medicina. De 1960 até o início dos anos 1980 a termografia foi amplamente aplicada na área médica; havia inicialmente importante dificuldade no auxílio diagnóstico médico, pois as câmaras disponíveis na época apresentavam detectores muito lentos e sistemas de computador incapazes de trabalhar com os dados das imagens processadas. Com o advento dos detectores do infravermelho de alta velocidade e resolução, acoplados aos computadores atuais com grande capacidade de trabalho com dados e imagens, então, ocorre reativação de interesse na utilização da teletermografia, como auxiliar diagnóstico em várias áreas incluindo, a pesquisa médica básica e clínica.

### **BASES FÍSICAS DO EXAME TELETERMOGRÁFICO**

O exame teletermográfico consiste da captura de imagens produzidas por câmara semelhante a de televisão com capacidade de varrer toda superfície corporal ou seus

segmentos e captar a irradiação do infravermelho, com detectores especiais, na faixa de 3-5, ou 8-13 micrômetros (na pele a faixa é de 30 a 34 graus Celsius). A sensibilidade térmica do sistema é de 0,05 à 0,1 grau Celsius da temperatura corporal, variando de aparelho a aparelho. O grande valor do exame reside no fato de as imagens serem funcionais e dinâmicas, pois possibilita o estudo da fisiologia ou fisiopatologia do doente no momento que está sendo “filmado” e com algumas câmaras em tempo real. Os detectores de infravermelho utilizados nas câmaras, são de antimônio de *Índium*, arseneto de *Gallium*, telureto de Mercúrio ou “chips” carregados” (*CCD coupled charged device*), extremamente rápidos, que possibilitam varredura em tempo real e conseqüentemente necessitam de computadores poderosos ou de sistemas acoplados com fita de vídeo que possibilitem também a análise das imagens em tempo real (Anbar).

### **ANÁLISE COMPUTACIONAL DAS IMAGENS OBTIDAS**

O programa, arquiva as imagens por pontos ou por área das regiões corporais de interesse em seqüências dinâmicas (tipo filmes), em bancos de dados, para análise dinâmica ulterior ou estática (qualitativa e quantitativa). Os programas mais novos possibilitam análises estatísticas estáticas, dinâmicas, com histogramas comparativos de áreas, pontos e “cortes” de superfícies que estão sendo examinadas, o que eleva a sensibilidade e confiabilidade no auxílio diagnóstico e comparações seqüenciais que se fazem nos seguimentos de prevenção, ou de tratamentos.

### **BASES FISIOLÓGICAS E FISIOPATOLÓGICAS DA IMAGEM TELETERMOGRÁFICA**

A dissipação do calor (energia térmica) corporal, em grande parte, ocorre por radiação infravermelha dependente do fluxo e volume sanguíneo circulatório subcutâneo. O calor origina-se, principalmente, da atividade metabólica muscular; depende da fase alimentar em que encontra-se o indivíduo e pode variar com a atividade metabólica visceral e em relação ao ritmo circadiano. Mais de 90% do suprimento sanguíneo do tegumento ocorre via arteríolas com diâmetro inferior a 0,3 mm, que são ligadas ao plexo venoso (*shunts*) e regulam a temperatura corporal; apenas 1% destina-se ao sistema capilar que nutre a pele. Essas pontes venosas (*shunts*) subcutâneas estão ligadas ao tecido muscular. Apresenta maior ou menor comprimento na dependência da espessura do tecido adiposo e realizam fluxo de contracorrente com o sistema arteriolar, que por sua vez possibilita melhor equilíbrio térmico do sangue, devido a troca calórica existente entre

vênulas e arteríolas. Cerca de 3% a 4% do débito cardíaco destina-se ao fluxo cutâneo; este, em condições de estresse pelo calor, pode ser aumentado de até dez vezes ao passo que o fluxo sanguíneo na rede capilar de nutrição cutânea eleva-se apenas 1%. O fluxo sanguíneo da rede arteriolar e venular subcutânea é controlado pelo sistema nervoso simpático (noradrenalina) que acionado, o reduz e conseqüentemente decresce a emissividade do infravermelho. Portanto, qualquer patologia que afete direta ou indiretamente o sistema nervoso simpático induz redução da emissividade do infravermelho (hipotermia) (Woodrough). Em caso de falência deste ocorre aumento do fluxo sanguíneo e conseqüente aumento da emissividade. Afecções dolorosas de origem inflamatória, neurogênica, ou infecciosas geram inflamação neurogênica, de modo que ao nível das terminações nervosas do tipo C, ocorre liberação de substância P e outros neuropeptídeos (SP) e no endotélio capilar, ou nos macrófagos, há produção e liberação do óxido nítrico que induz intensa vasodilatação e conseqüentemente aumento significativo da emissividade do infravermelho, (hipertermia). Nas afecções inflamatórias devidas a traumatismos, reumatismos ou infecciosos há produção e liberação das prostaciclina e bradicinina, potentes vasodilatadores que, pôr sua vez, liberam SP e óxido nítrico (Anbar).

### **DINÂMICA NORMAL E PATOLÓGICA DA EMISSIVIDADE DO INFRAVERMELHO**

A emissividade do infravermelho, a partir das superfícies cutâneas, não ocorre de maneira constante e uniforme, tendo uma pulsação com freqüências e amplitudes conhecidas. A pulsação da emissão do infravermelho é dependente das freqüências termorregulatórias(FTR) do sistema nervoso periférico e do sistema microvascular subcutâneo e essas freqüências oscilam de 60 a 1600 Hz e as variações para acima ou abaixo destes limites estão relacionadas a patologias que interferem com as funções daqueles sistemas (Anbar).

### **CARACTERÍSTICAS E CONDIÇÕES TÉCNICAS PARA O EXAME**

A teletermografia é exame dependente do examinador, ou seja do médico especialista em termografia. O exame apresenta grande sensibilidade e sua acurácia elevou-se muito ultimamente em decorrência do melhor conhecimento da dinâmica da emissão do infravermelho do corpo humano, de avanços e melhoria dos programas dos computadores e das câmaras. O exame deve ser realizado em salas climatizadas com

temperaturas estabilizadas na faixa de 18,5 graus Celsius para exames vasculares e na faixa de 22 a 25 graus para os exames do aparelho locomotor, sistema nervoso periférico e simpático (Abernathy).

### **LESÕES POR ESFORÇOS REPETITIVOS OU DISTÚRBIOS OSTEOMUSCULARES RELACIONADAS AO TRABALHO**

A termografia deve ser o exame de primeira escolha em casos de dor muscular, tendíneas e articulares e história de movimentos repetitivos. O exame possibilita a detecção precoce de lesões inflamatórias, tendíneas, articulares e fasciais; é útil também em casos crônicos quando há hiperatividade simpática. Nas fases iniciais e agudas dos DORT (Distúrbios osteoarticulares relacionados ao trabalho) podem evidenciar imagens hipertérmicas e nos casos crônicos, com ou sem manifestações distróficas podem evidenciar imagens hipotérmicas. Quando o exame inicial é aparentemente normal, deve-se repeti-lo em situações provocativas do sistema muscular, tendíneo e articular, solicitando ao doente a execução de movimentos repetitivos semelhantes aos do seu trabalho para detecção de provável hipertermia, inflamação e ou vasodilatação de fundo neurogênico. Em casos crônicos com exames iniciais normais, o teste deve ser repetido com prévias de estresse ao frio (*cold stress test*). Muitos simuladores de incapacidade profissional podem ser descobertos com esta técnica de exame. É importante mencionar que embora a termografia seja mais sensível que o ultra-som e a ressonância magnética para detectar as alterações das afecções inicialmente relacionadas não é capaz de identificar surpreender todos os simuladores.

**Entram figuras 1 e 2**

### **DORES ARTICULARES E MUSCULARES RELACIONADAS AOS GRANDES ESFORÇOS**

Freqüentemente deparamos com doentes que relatam dores articulares ou musculares que se manifestam somente após a execuções de grandes esforços ou durante a prática esportiva, mas que exibem exame clínico e de imagem normais. O exame termográfico destes doentes pode estática ou dinamicamente revelar alterações do padrão térmico, nas articulações (hipertermia ou hipotermia) ou massas musculares referidas como dolorosas, fornecendo pistas importantes para a conclusão dos diagnósticos ou para a indicação de outros procedimentos auxiliares, artroscopia ou

biópsia. Há grande valor da termografia no exame de atleta que se queixa de algum processo doloroso inicial, pois podemos surpreender afecções ou lesões que estão se instalando e que tratadas precocemente podem evitar incapacitação do esportista.

### **QUANTIFICAÇÃO DA RESPOSTA À TERAPÊUTICA INSTITUÍDA**

Francis Ring, de Bath, Inglaterra, demonstrou, que a termografia pode ser utilizada rotineiramente, ou em pesquisas clínicas para quantificar, de maneira não invasiva) o resultado das terapêuticas da dor e inflamação, com drogas, que além de possibilitar o diagnóstico de tumores dos tecidos moles e das articulações e a resposta do tratamento instituído (químico ou radioterapia).

### **INDICAÇÕES PARA USO DE TELETERMOGRAFIA NO AUXÍLIO DIAGNÓSTICO DE AFECÇÕES DO APARELHO LOCOMOTOR**

- Dores crônicas de origens desconhecidas quando os exames convencionais não elucidaram o diagnóstico;
- Auxílio diagnóstico em casos de artralguas, artrites e seguimento;
- DORT;
- Quantificação da atividade simpática em casos de síndrome complexa de dor regional e avaliação após o tratamento farmacológico com bloqueios anestésicos e ou programas de reabilitação;
- Dores de manutenção simpática subjacentes a dor no membro fantasma, dor pós-traumática e dor neuropática;
- Em casos de lombociatalguas podemos detectar precocemente o sofrimento radicular. Em casos de várias hérnias discais encontradas no exame de Ressonância Magnética pode sugerir o disco que causa dor dos sintomas;
- Diagnóstico diferencial nos casos de dor psicogênica e da dor simulada;
- Aferir o nível da condição circulatória cutânea, em doentes que candidatos à amputação e prevenir complicações secundárias a isquemia no coto;
- Auxílio diagnóstico em casos de neuropatias sensitivas (fibras C) e anormalidades do sistema nervoso neurovegetativo simpático em diabéticos;
- Auxiliar diagnóstico e prognóstico em casos de angiopatias e microangiopatias de diabéticos;
- Prevenção e seguimento das úlceras plantares de diabéticos e hanzenianos (leprosos) em casos de lesões esportivas agudas e crônicas (Harding);

- Auxiliar no laboratório de análise da marcha como instrumento de estudo do consumo energético de grupamentos musculares isolados;
- Complementando a baropodometria na análise dos apoios viciosos dos plantas dos pés de deficientes, ou atletas que devem receber órteses, ou palmilhas.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ABERNATHY, M., UEMATSU, S. *Medical Thermology*, American Academy of Thermology, Washington: Georgetown University, 1986.

2. AMMER, K. RING, E. F. J. *The Thermal Image in Medicine and Biology*, Wien: Uhlen Verlag, 1995.

3. ANBAR, M. *Quantitative Dynamic Telehermometry in Medical Diagnosis and Management*, Boca Raton: CRC Press, 1994.

4. HARDING, J.R., WERTHEIM, D.F., WILLIAMS, R. J et al. Infrared imaging in diabetic Foot Ulceration. *Eur J Thermol*, 8: 145-1998.

RING, E.F.J. INFRARED IMAGING, The history of Thermal Imaging. *Thermologie Österreich Hef,t*4: 159-160, 1994.

WOODROUGH, R. E. *Medical infrared thermography, principles and practice*, Cambridge University Press, 1982.

Figura 1. Paciente com dor intensa, no membro inferior direito, de origem desconhecida, sendo confirmada como Síndrome dolorosa complexa regional do tipo I (hipotermia difusa no membro inferior direito) com a imagem termográfica.



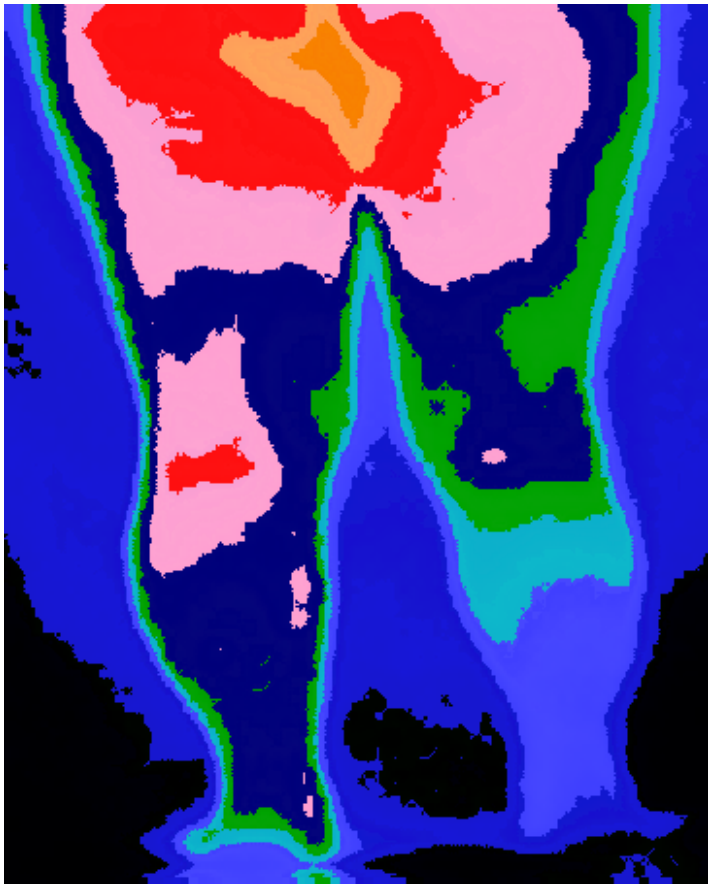


Figura 2. Paciente com dor facial do lado esquerdo, na região malar, confirmada com a imagem termográfica.

