

# Inflamação e Imagem Infravermelha - Parte 1

Prof. Dr. Marcos Leal Brioschi

A compreensão de todo o processo da inflamação é fundamental para a melhor interpretação da imagem termográfica. A inflamação é a reação do organismo à invasão por um agente infeccioso ou apenas reação a uma lesão física. Esta reação atrai leucócitos e moléculas plasmáticas para o local de infecção ou dano tecidual alterando significativamente a vascularização local e conseqüentemente a radiação infravermelha.

As reações que se desenvolvem nos tecidos em resposta ao dano ou a infecção são denominadas reações inflamatórias. Esta reação inflamatória pode ou não evoluir para uma resposta imunológica específica. Durante a reação inflamatória são identificados dois eventos diferenciados e que se relacionam:

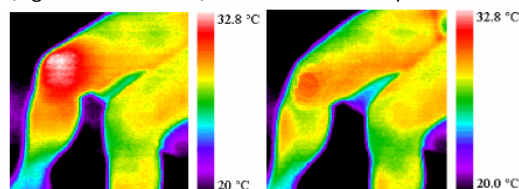
## EVENTOS VASCULARES

Os eventos vasculares ocorrem na microcirculação. Em condições normais a microcirculação é formada por arteríolas (0,3 a 0,4 mm de diâmetro) que apresentam uma fina camada muscular. A arteríola ramifica-se em vasos menores (0,07 mm de diâmetro) os quais fazem a ligação entre os compartimentos arteriolar e venular da microcirculação. São os vasos capilares. Alguns desses capilares são precedidos de esfíncteres pré-capilares que regulam a densidade sanguínea de uma determinada área da microcirculação. Assim, em condições normais, existem capilares em repouso, por onde o sangue não circula.

O rubor e o aumento de temperatura local que caracterizam as regiões de inflamação se devem a maior quantidade de sangue fluindo através dos vasos locais. O aumento do fluxo sanguíneo, por sua vez, se deve a uma fugaz

vasoconstrição arterial, que logo é seguida por dilatação ativa e intensa das arteríolas, capilares e veias do local. Os esfíncteres pré-capilares se relaxam e, como conseqüência numerosos capilares, que estavam fechados, em repouso, se abrem aumentando significativamente o número de capilares funcionantes. O edema associado é resultado da exsudação dos vasos a partir das vênulas.

Termicamente ocorrem dois fenômenos. No primeiro instante uma hiporradiação infravermelha local devida a esta fase de vasoconstrição. Geralmente é fugaz, porém quanto mais intenso o trauma mais prolongado é a resposta, p.ex., estiramento muscular agudo. Em seguida há uma fase de vasodilatação reflexa. Esta vasodilatação aumenta a circulação local mais do que no estado de repouso. Isto se traduz por uma imagem infravermelha de hiperradiação local, bem delimitada, que pode durar até 3 meses, mas geralmente não ultrapassa 7 dias. A termografia infravermelha auxilia caracterizando um trauma de forte intensidade quando há uma hiporradiação local persistente desde a fase inicial ou caracterizando a resposta de recuperação do trauma, monitorando a diminuição da hiperradiação local até sua normalização (figura abaixo). Esta resposta de

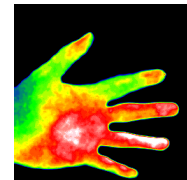


vasoconstrição seguida de vasodilatação reflexa denomina-se reação de Lewis. Esta é uma reação neurológica e não vascular.

Os achados de hiperradiação auxiliam na avaliação clínica direcionando o local exato do trauma. Isto pode ajudar tanto no diagnóstico clínico quanto na solicitação de exames anatômicos mais específicos (radiografia, ultrassom, ressonância magnética) e no uso de terapêutica tópica (pomadas anestésicas, infiltrações locais, ultrassom local etc). A necessidade



## INFLAMAÇÃO E IMAGEM INFRAVERMELHA



de exames complementares anatômicos está geralmente na dependência de casos em que há perda da mobilidade do membro, alterações neurológicas (parestesia) ou vasculares (cianose, palidez) relevantes.

Os capilares sangüíneos são revestidos por células endoteliais que apresentam junções intercelulares muito firmes. O aumento da permeabilidade capilar é causado pela retração das células endoteliais abrindo as junções intercelulares e possivelmente também pelo aumento no transporte vesicular através do endotélio. Isto permite que moléculas de maior peso molecular atravessem o endotélio, facilitando a chegada de anticorpo, complemento e moléculas de outros sistemas enzimáticos do plasma (sistema de coagulação, sistema fibrinolítico e sistema das cininas) no local da inflamação. Este aumento de líquido no local da inflamação leva a um aumento da drenagem linfática, o que pode ser benéfico por permitir que o agressor seja retirado e levado até linfonodos onde entra em contato com células do sistema imune adaptativo. Contudo não é necessário que nenhum destes vasos esteja diretamente afetado pelo próprio agente inflamatório. A causa imediata de tais modificações é a ação local dos chamados mediadores químicos da reação inflamatória aguda. Estes mediadores são sistemas de enzimas plasmáticas, citocinas e produtos de mastócitos, plaquetas e leucócitos.

No edema tecidual por hipoperfusão, hipoproteinemia (hipoalbumemia), hemodinâmico (insuficiência cardíaca) ou linfedema (obstrução vasos linfáticos – tumor) ocorre uma hiperradiação difusa, mal delimitada. Porém o edema por aumento da permeabilidade capilar é denominado edema inflamatório, podendo ser alérgico ou não. No edema inflamatório há uma hiperradiação difusa. Para diferenciá-los deve-se correlacionar com a clínica:

### • LOCALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

*Localizado ou generalizado (anasarca)*  
(membros, face, palpebras, reg.pré-sacral...)

• **INTENSIDADE:** *Pressão com o dedo*  
(Godet) + a +++

*Pesando o paciente diariamente*  
*Medindo o perímetro da região*  
*edemaciada*

• **CONSISTÊNCIA:** *Consistência mole ou*  
*Consistência dura*

• **ELASTICIDADE:** *Elástico: retorna*  
*imediatamente (inflamatório)*

*Inelástico: demora a retornar*

• **TEMPERATURA:** *Normal, quente*  
*(inflamatório), fria (hipoperfusão)*

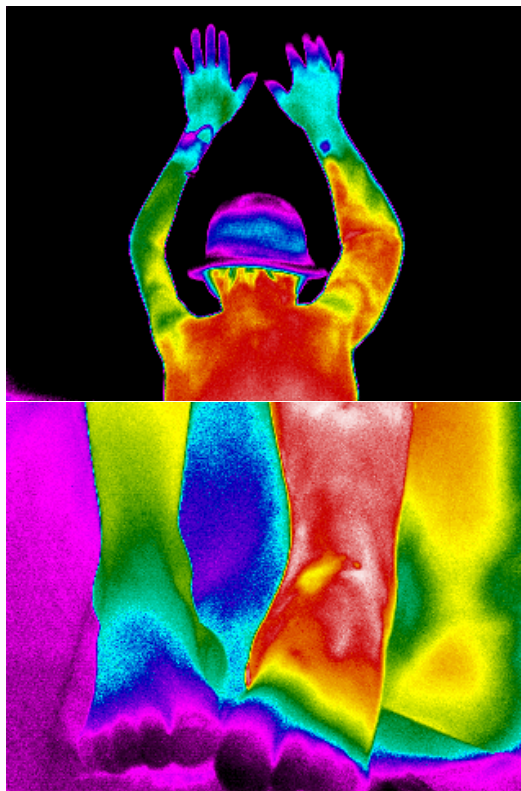
• **SENSIBILIDADE:** *Doloroso - Indolor*

• **OUTRAS ALTERAÇÕES DA PELE**

**CIRCUNJACENTE:** *palidez, cianose,*  
*eritema, pele lisa e brilhante ou enrugada*

*Obs: sinal de Cacifo ou sinal de Godet -*  
*depressão tecidual persistente após*  
*compressão digital do tecido.*

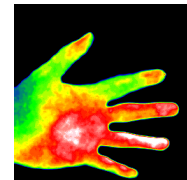
Abaixo temos dois casos de edema inflamatório, observe o aumento de diâmetro:



### Mediadores

**Aminas vasoativas:** A histamina e a serotonina estão envolvidas na vasodilatação e aumento da permeabilidade vascular local da inflamação. A liberação de histamina

## INFLAMAÇÃO E IMAGEM INFRAVERMELHA



pelos mastócitos e basófilos é desencadeada por injúria tecidual, complexo antígeno-anticorpo e pelo sistema complemento. Por termografia é possível avaliar os efeitos da histamina, há vasodilatação local em questão de segundos. (ver filme em anexo onde é aplicada 1 ml de histamina subcutâneo)

**Sistema de Coagulação:** A função final do sistema de coagulação é a produção de fibrina, elemento essencial para a formação do trombo sangüíneo. Este sistema pode ser desencadeado por injúria tecidual ou por fatores liberados pelos tecidos, e tem como função durante a resposta inflamatória delimitar a área inflamada impedindo a rápida disseminação do agressor.

**Sistema Fibrinolítico:** Sua função dentro da coagulação sangüínea é de desfazer os trombos e deste modo manter um fluxo sangüíneo contínuo. Dentro da resposta inflamatória está envolvida na ativação do sistema complemento e participar do aumento da permeabilidade vascular.

**Sistema Cininas:** Este sistema de enzimas tem como função ativação das plaquetas e produção de bradicinina e calicreína. A bradicinina é um potente agente vasoativo, produz vasodilatação, contração da musculatura lisa e produz dor. A calicreína é um agente quimiotático do neutrófilo.

**Sistema Complemento:** Este sistema participa da resposta imune adaptativa, porém pode ser ativado por uma via alternativa, a partir de endotoxinas, lipopolissacarídeos de parede bacteriana e por outros sistemas de enzimas plasmáticas. Têm função na opsonização de microorganismos, promove a degranulação de mastócitos e age como fator quimiotático de fagócitos.

**Citocinas:** as citocinas são um tipo especial de mediadores que podem ser produzidos pelas células do tecido afetado, e atraem linfócitos e fagócitos.

**Produtos do metabolismo do ácido araquidônico:** O ácido araquidônico é encontrado em fosfolípidos de membranas celulares em mastócitos, basófilos, macrófagos e células endoteliais. Os produtos gerados do metabolismo do ácido araquidônico são o leucotrieno e a prostaglandina. As prostaglandinas agem na vasodilatação e vasoconstrição, inibição da

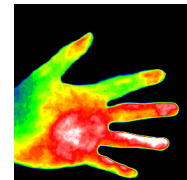
agregação de plaquetas, potencializa a dor e modula a função de macrófagos. Os leucotrienos promovem quimiotaxia, aumento da permeabilidade vascular, agregação e pavimentação de leucócitos nas células endoteliais e vasoconstrição.

### EVENTOS CELULARES

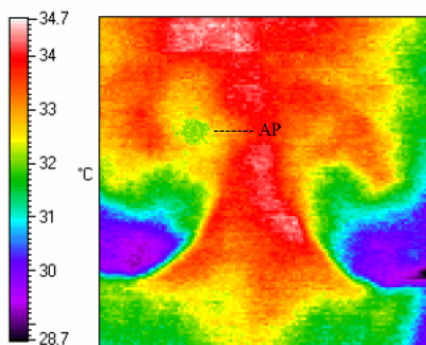
Em condições normais, os leucócitos circulam através de todos os tecidos do organismo. Cada grupo celular possui um padrão característico de migração. Quando ocorre inflamação em um determinado local ocorre uma reação de atração de leucócitos de diferentes populações para o tecido inflamado. O aumento da permeabilidade vascular associado à dilatação do leito capilar e venoso, além de outros fatores como o aumento da adesividade das plaquetas e a hemoconcentração colaboram para um progressivo retardo da circulação na área inflamada. Uma das conseqüências é a mudança no padrão de circulação. Em condições normais, os elementos figurados do sangue circulam no centro da corrente e o fluido circula em contato com o endotélio. Na inflamação esta condição se modifica, as células passam a circular por toda a coluna sanguínea, facilitando o contato dos leucócitos com as células endoteliais. O processo de aproximação dos leucócitos à parede do vaso próximo ao local de inflamação é denominado marginação dos leucócitos, enquanto que sua adesão denomina-se pavimentação e sua passagem para o tecido chama-se diapedese. A migração para a área inflamada ocorre direcionada através de agentes quimiotáticos que são produtos de origem variada cuja ação resulta em marginação, pavimentação e diapedese de leucócitos para o tecido inflamado. São agentes quimiotáticos os fragmentos do sistema complemento ativado; fatores derivados do sistema fibrinolítico, sistema cininas; produtos de leucócitos e plaquetas; produtos de determinadas bactérias.

Na primeira fase de reação inflamatória, os neutrófilos são os mais numerosos leucócitos a entrarem no local afetado, encarregando-se da fagocitose, por exemplo de bactérias. Os neutrófilos morrem durante o processo de destruição do invasor, constituindo a

## INFLAMAÇÃO E IMAGEM INFRAVERMELHA



substância amarelada e espessa chamada pus. Termicamente vamos observar uma imagem central hiporradiante devida presença de pus (leucócitos) cercada por uma imagem em halo hiperradiante (processo inflamatório), p.ex. abscesso mamário. Veja o exemplo abaixo:



As células fagocíticas fazem parte da resposta imune inata compreendendo a primeira linha de defesa do organismo e estão relacionadas com o processo de inflamação. Os fagócitos estão divididos em duas categorias: os monócitos/macrófagos e os granulócitos. Além destas células a resposta imune é assessorada por inúmeras células com características bastante distintas. As células acessórias incluem: células apresentadoras de antígenos; plaquetas; mastócitos; células endoteliais.

### Tarefa:

- 1 – Envie as seguintes imagens:
  - a) Processo inflamatório simples
  - b) Edema inflamatório
  - c) Edema frio

Outro efeito combinado de produtos de neutrófilos e endotoxinas bacterianas (pirogênicos) é a elevação da temperatura corporal, gerando o surgimento da febre. Termicamente observamos uma hiperradiação de todo o corpo tornando a imagem termicamente mais homogênea, isto é, diminui o contraste térmico entre a porção central, tórax e face, em relação às extremidades, braços e pernas. Exceto se o indivíduo estiver transpirando há uma hiporradiação difusa devida rápida perda de calor.

Outros leucócitos fagócitos, principalmente monócitos, entram secundariamente no local de inflamação. Os monócitos diferenciam-se em macrófagos, fagocitam bactérias e restos teciduais. Com o tempo as características da população celular no local da inflamação muda. Os macrófagos permanecem mais tempo no local que os neutrófilos e têm papel importante na resposta imune, pois vão apresentar antígenos aos linfócitos. Os eosinófilos, os basófilos e linfócitos passam a atuar principalmente em estágios mais avançados da inflamação desencadeando a resposta imune. A migração de grande quantidade de linfócitos para o local vai permitir que o pequeno número de linfócitos específicos para cada antígeno, tenha a chance de se encontrar com o antígeno.