

Radiofrequência: Conceitos Técnicos e Aplicações

Radiofrequency: Technical Concepts and Application

Resumo

O tratamento de pacientes com dores crônicas engloba diversas modalidades de tratamento, incluindo uso de medicamentos específicos, métodos de reabilitação, suporte psicológico, outros métodos não farmacológicos e, por vezes, procedimentos invasivos. A radiofrequência (RF) convencional é uma técnica conhecida, na qual uma onda de energia, quando aplicada em determinados alvos, gera calor controlado, produzindo ablação de estruturas neurais envolvidas na transmissão da dor. Por outro lado, com o advento da radiofrequência pulsada, na qual não existe destruição tecidual perceptível, estes conceitos precisaram ser refeitos, sendo possível que ele promova uma ação neuromodulatória em estruturas neurológicas centrais. Os mecanismos de ação da RF são discutidos neste artigo, que revisa os seus mecanismos de ação e possíveis aplicações na prática clínica.

Unitermos: Radiofrequência, dor crônica, radiofrequência pulsada, neuromodulação.

Abstract

Chronic pain is a common medical problem, in which different treatment strategies may be necessary. They include analgesic drugs, physical medicine, psychological techniques, other non-pharmacological methods and often, invasive procedures. Conventional radiofrequency has been largely used for pain treatment. It consists of an energy wave that generates controlled heat to neural structures, usually causing the ablation of the pain transmission. Conversely, pulsed radiofrequency is a new technology that does not generate tissue destruction. Some initial publications have shown some neuromodulatory effects. In this paper, the radiofrequency mechanisms and their clinical applications are reviewed.

Keywords: Radiofrequency; chronic pain, pulsed radiofrequency; neuromodulation.

Introdução

O tratamento de pacientes com dores crônicas constitui-se num desafio médico nos tempos atuais. Calcula-se que cerca de 7%-19% da população atual apresente quadro doloroso contínuo. Esta estimativa tende a aumentar com o envelhecimento da população, ocasionando perda na qualidade de vida das pessoas e prejuízos econômicos inestimáveis 1,2,3.

O tratamento destes pacientes deve ser individualizado, baseado num correto diagnóstico, obtido por meio de anamnese detalhada, exame físico e neurológico adequado e com exames complementares quando necessários. Uma avaliação dos fatores emocionais e ocupacionais também é fundamental no planejamento da estratégia de tratamento.

Além do tratamento da causa da dor sempre que for possível, alguns recursos complementares podem ser úteis. As diretrizes atuais recomendam que o tratamento inicial seja conservador na maioria dos casos, com a utilização de medicamentos, que incluem anti-inflamatórios e analgésicos, opióides leves e fortes, associado geralmente a um programa multidisciplinar de reabilitação, incluindo medicina física e ajuda psicológica.

No entanto, mesmo com estes recursos, muitos destes pacientes apresentam pouca ou insignificante melhora. Nestes casos, a realização de procedimentos invasivos pode ser justificada, caso existam evidências de benefícios a curto e longo prazo.

A radiofrequência (RF) para o tratamento da dor iniciou-se por volta do início dos anos 60, quando Rosomoff⁴ passou a utilizá-la nas cordotomias, visando à necessidade de uma lesão precisa no trato espinotalâmico lateral, de tal forma a não prejudicar as estruturas medulares vizinhas. Difundiu-se especialmente após o seu uso no gânglio de Gasser para tratamento da neuralgia do trigêmeo.

Mais recentemente, o empenho de médicos e engenheiros trouxe o desenvolvimento de agulhas e eletrodos de menor calibre e equipamentos mais precisos⁵. Com o advento da radiofrequência pulsada e sua aplicação clínica, a

partir de 1996, houve crescente interesse dos profissionais da área de tratamento da dor.

A radiofrequência nada mais é do que uma onda eletromagnética com frequência entre 30 mil e 3 milhões de ciclos/seg (30 KHz a 3000 KHz), ou seja, no espectro de frequência das ondas de rádio.

Na medicina, a radiofrequência é produzida por geradores específicos, que conduzem o estímulo até um eletrodo. Estes eletrodos são acoplados a agulhas especiais, que são recobertas por material não condutor em quase toda sua totalidade, com exceção de sua ponta, local onde irá ocorrer a ação desejada.

Nesta extremidade ativa, a radiofrequência pode exercer seu efeito diretamente no ponto apropriado. O tecido circunjacente à ponta desta agulha, ao ser exposto a estas ondas eletromagnéticas, funciona como um resistor elétrico, no qual ocorre atrito molecular, com conseqüente aumento de temperatura. O calor tecidual é que esquentava o eletrodo (e não o eletrodo esquentava o tecido). Esta elevação térmica pode ser controlada com o auxílio de sensores, de tal forma que uma determinada temperatura seja mantida por um tempo desejado.

Em outras áreas da medicina, a RF tem sido usada na ablação de feixes anômalos em casos de arritmias cardíacas e no tratamento de neoplasias parenquimatosas, em especial no fígado⁶.

Na história do tratamento da dor, a radiofrequência convencional tem sido usada principalmente para a termocoagulação de estruturas nervosas, tais como do nervo trigêmeo (na neuralgia); do trato espinotalâmico lateral (na cordotomia); do corno posterior da medula espinhal e do trato de Lissauer (na cirurgia de DREZ); em estruturas encefálicas (tálamo, giro do cíngulo, núcleos do tronco, etc.); em nervos periféricos e na proximidade da coluna vertebral (desnervação de facetas articulares, sacroilíaca).

Uma grande vantagem da radiofrequência sobre as demais técnicas que produzem calor seria a previsibilidade da temperatura aplicada, o que permitiria a aplicação em estruturas neurais, a ponto de gerar lesão controlada, evitando

a expansão desta coagulação para áreas não desejadas ou uma lesão extensa que poderia provocar desafferentação excessiva.

As fibras nervosas, por apresentarem axônios com diferentes graus de mielinização, também têm susceptibilidade a esta temperatura em graus variáveis. Sendo assim, as fibras com pouca ou nenhuma mielinização (nos quais fazem parte as fibras da dor), são mais facilmente lesadas em relação àquelas com grande mielinização (como as do tato e motoras).

Em condições normais, uma aplicação típica de radiofrequência convencional mantém a temperatura na ponta da agulha entre 65 e 90 graus Celsius, de acordo com a técnica e o local da exposição.

Um fato interessante com o uso de radiofrequência convencional é que o maior ponto de calor se faz na lateral da agulha e não em sua ponta, em virtude de que aí se concentra a maior densidade de corrente elétrica⁷. Por isso mesmo, o tecido a ser exposto na RF convencional deve ficar nesta região.

Após a exposição a esta onda de radiofrequência, quando se produz calor, segue-se uma perda rapidamente gradual da temperatura, num fenômeno conhecido como wash-out. Esta perda de calor se faz pela dissipação para os tecidos vizinhos, aos vasos sanguíneos e líquido. Por isso mesmo, é variável de acordo com a área de exposição, sendo mais rápida quanto maior a vascularização e contato com líquido cefalorraquiano.

A ideia do desenvolvimento da RF pulsada iniciou-se após a publicação da série de Slappendel et al.⁸, em 1997, quando estes autores dividiram um grupo de 61 pacientes portadores de cervicobraquialgia em dois grupos. Num primeiro grupo, eram submetidos a RF na raiz cervical atingindo 67°C. O segundo grupo recebia RF numa temperatura máxima de 40°C. O resultado foi estatisticamente similar nos dois grupos. Embora isso pudesse ter sido interpretado como se a RF convencional fosse igual a placebo, chamou a atenção o fato de que os pacientes de ambos os grupos apresentaram melhora na intensidade da dor. A partir daí, surgiu a possibilidade de que grande parte

do efeito da RF se devesse a outros fatores que não somente a produção de calor.

Radiofrequência Pulsada

A radiofrequência pulsada é muito similar à convencional quanto à produção e distribuição desta energia ao tecido vizinho. Tem como diferença fundamental o fato de que o gerador, ao invés de emitir estas ondas de forma contínua, gera pulsos de ondas em intervalos definidos. Uma clássica exposição de radiofrequência pulsada emite ondas com duração de 20 milissegundos, seguida de período de repouso de 480 milissegundos (2 ciclos ativos/seg). Durante os períodos ativos, uma frequência de onda de cerca de 500.000 Hz é disparada.

Desta maneira, a onda de calor oferecida pelo pequeno tempo de exposição é compensada por um tempo prolongado de wash-out, suficiente para não permitir grande elevação da temperatura. Por isso mesmo, em condições normais, raramente a temperatura ultrapassa os 42°C neste tipo de procedimento, o que não gera lesão neuronal.

Mas então como explicar a ação da RF pulsada, uma vez que não há deservação nem dano tecidual? Apesar de não haver ainda uma resposta precisa a esta questão⁹, os estudos preliminares parecem demonstrar que o efeito benéfico decorre da exposição elétrica do tecido neural e não de sua desintegração térmica, como ocorre na primeira modalidade.

Os primeiros estudos em animais e o acúmulo de informações em pacientes humanos submetidos a esta técnica fazem supor haver um fenômeno neurobiológico, no qual deve haver alteração na transmissão do estímulo doloroso, que, por suas características, poderia ser considerado como neuromodulatório¹⁰.

Higuchi et al., em 2001¹¹, fizeram um estudo em ratos. Após hemilaminectomia, eles recebiam um dos seguintes tratamentos: a) nenhum tratamento (sham); b) radiofrequência convencional ou; c) radiofrequência pulsada. Três horas após, os ratos eram sacrificados e analisados por imunistoquímica. Estes autores verificaram que apenas no grupo da RF

pulsada houve um aumento significativo de neurônios imunorreativos ao c-Fos na raiz dorsal e na medula espinhal, em especial nas lâminas mais superficiais (I, II e em menor grau na V). Este achado foi encontrado em maior grau no lado exposto à RF pulsada e em menor grau contralateralmente. Tal achado sugere que a ação deva decorrer de alterações celulares independentes da ação térmica, possivelmente pela ativação de interneurônios inibitórios.

Um estudo similar foi realizado por van Zundert et al., em 2005¹². Também utilizaram ratos laminectomizados e expostos à radiofrequência pulsada. No entanto, a análise imunoistoquímica foi mais tardia (7 dias após). Estes autores também encontraram um aumento significativo de células com imunorreatividade positiva ao c-Fos no corno posterior da medula espinhal naqueles ratos submetidos à RF, o que não ocorreu nos não expostos.

Podhajsky et al.¹³, em 2005, analisaram as alterações anatomopatológicas na raiz nervosa e na medula espinhal em ratos submetidos à RF pulsada e convencional na raiz espinhal. Verificaram que no grupo submetido à RF pulsada não havia sinais de lesão histológica visível à microscopia óptica. Algumas mudanças subclínicas foram encontradas após o uso da RF pulsada e não no grupo controle, caracterizadas por edema endoneural, ativação de fibroblastos e deposição de colágeno, podendo estar relacionadas a uma possível ativação de sistemas moduladores. O grupo de ratos submetidos à RF convencional, cuja temperatura atingiu 80°C desenvolveu sinais de dano neuronal intenso.

Uma das teorias que tenta explicar o mecanismo pelo qual a RF pulsada exerceria sua ação seria pela vibração iônica produzida nos tecidos⁷. Para testar esta hipótese, Hamann et al., em 2006¹⁴, examinaram a indução de fator de transcrição de ativação 3 (ATF3) nas células neuronais, após estimulação por RF pulsada em ratos, comparando-os com um grupo controle, todos sendo analisados 14 dias após. Estes autores encontraram um aumento significativo de positividade para o ATF3 nas células do corno posterior da medula espinhal de L4 naqueles ratos expostos à RF pulsada na proximidade do respectivo gânglio da raiz dorsal. Como o ATF3 se eleva em condições de estresse

celular, acredita-se que a RF pulsada gere consequências metabólicas neuronais.

Outra teoria para explicar os efeitos analgésicos da RF pulsada nas dores neuropáticas seria a possível inibição na atividade neuronal, fato verificado por Cahana et al., em 2003¹⁵. Estes autores verificaram que em culturas de células hipocâmpais, a exposição à RF gera uma inibição neuronal na atividade sináptica.

Um fato interessante sobre a RF pulsada, de aplicação prática é o fato de que o alvo a ser tratado deva se localizar na extremidade da agulha, já que neste ponto o campo elétrico tem maior intensidade. Isto difere significativamente da RF convencional, que, baseado na produção de calor, deve manter o alvo na porção lateral da agulha¹⁶.

A RF pulsada tem sido amplamente utilizada em pacientes com dores, em especial de natureza neuropática. Várias situações clínicas podem ser tratadas com a radiofrequência pulsada. Em nossa casuística, a principal indicação foi nos casos de radiculopatia lombar ou cervical, associadas a alterações degenerativas da coluna ou a cirurgias vertebrais prévias.

Em segundo lugar, a RF pulsada tem demonstrado ser de grande valor em dores de manutenção simpática, em especial nas síndromes complexas de dor regional.

Em dores craniofaciais, tais como a neuralgia do trigêmeo, enxaquecas unilaterais refratárias e cefaleia em salvas, os resultados ainda são iniciais e necessitam de maior número de casos e maior tempo de acompanhamento. Nos casos de dor relacionados a neuropatias periféricas, nossos resultados iniciais foram de pouca melhora clínica com o uso da RF pulsada.

Finalmente, outras futuras aplicações estão em estudo, tais como a aplicação dentro do espaço discal²⁰ e em pontos-gatilho miofasciais.

Concluimos, com isso, que a RF convencional e a pulsada podem ser extremamente úteis no tratamento de pacientes portadores de dores crônicas em casos selecionados. Com a melhor compreensão de seu mecanismo de

ação e com a melhor seleção de casos, possivelmente poderemos prever aqueles que terão maior benefício e, assim, poderemos ajudar a melhorar a qualidade de vida de tantas pessoas sofridas.

Referências Bibliográficas

1. Eriksen J, Jensen MK, Sjogren P, Ekholm O, Rasmussen NK. *Epidemiology of chronic non-malignant pain in Denmark. Pain* 2003; 106 (3): 221-8.

2. Hall GC, Carroll D, Parry D, McQuay HJ. *Epidemiology and treatment of neuropathic pain: the UK primary care perspective. Pain* 2006; 122 (1-2): 156-62.

3. Perquin CW, Hazebroek-Kampschreur AA, Hunfeld JA, Bohnen AM, van Suijlekom-Smit LW, Passchier J, van der Wouden JC. *Pain in children and adolescents: a common experience. Pain* 2000; 87 (1): 51-8.

4. Rosomoff HL, Carroll F, Brown J, Sheptak P. *Percutaneous radiofrequency cervical cordotomy technique. J Neurosurg* 1965; 23: 639-44

5. Cosman E. *A comment on the history of the pulsed radiofrequency technique for pain therapy. Anesthesiology* 2005; 103 (6): 1312.

6. Ni Y, Mulier S, Miao Y, Michel L, Marchal G. *A review of the general aspects of radiofrequency ablation. Abdom Imaging* 2005; 30 (4): 381-400.

7. Cosman Jr ER, MEng, Cosman ER. *Electric and thermal field effects in tissue around radiofrequency electrodes. Pain Med* 2005; 6 (6): 405-24.

8. Slappendel R, Crul BJ, Braak GJ, Geurts JW, Booij LH, Voerman VF, de BOO T. *The efficacy of radiofrequency lesioning in a double blinded randomized study: no difference between 40 degrees C and 67 degrees C treatment. Pain* 1997; 73 (2): 159-63.

9. Gallagher R. *Pulsed radiofrequency treatment: what is the evidence of its*

effectiveness and should it be used in clinical practice. *Pain Med* 2006; 7 (5): 408-10.

10. Cahana A, van Zundert J, Macrea L, van Kleef M, Sluijter M. Pulsed radiofrequency: current clinical and biological literature available. *Pain Med* 2006; 7 (5): 411-23.

11. Higuchi Y, Nashold B, Sluijter M, Cosman E, Pearlstein R. Exposure of the dorsal root ganglion in rats to pulsed radiofrequency current activates dorsal horn lamina I and II neurons. *Neurosurgery* 2001; 50 (4): 850-6.

12. van Zundert J, Patjn J, Kessels A, Lamé I, van Suijlekom H, van Kleef M. Pulsed radiofrequency adjacent to the cervical dorsal root ganglion in chronic cervical radicular pain: a double blind sham controlled randomized clinical trial. *Pain* 2007; 127: 173-82.

13. Podhajsky RJ, Sekiguchi Y, Kikuchi S, Myers RR. The histologic effects of pulsed and continuous radiofrequency lesions at 42 degrees C to rat dorsal root ganglion and sciatic nerve. *Spine* 2005; 30 (9): 1008-13.

14. Hammann W, Abou-Sherif S, Thompson S, Hall S. Pulsed radiofrequency applied to dorsal root ganglia causes a selective increase in ATF3 in small neurons. *Eur J Pain* 2006; 10 (2): 171-6.

15. Cahana A, Vutskits L, Muller D. Acute differential modulation of synaptic transmission and cell survival during exposure to pulsed and continuous radiofrequency energy. *J Pain* 2003; 4 (4): 197-202.

16. Sluijter ME. *Radiofrequency Part 1*. Amsterdam. Ed. Flivopress, 2005.

17. Cahana A, Van Zundert J, Macrea L, van Cleef M, Sluijter M. Pulsed radiofrequency: current clinical and biological literature available. *Pain Med* 2006; 7 (5): 411-23.

18. Rozen D, Parvez U. Pulsed radiofrequency of lumbar nerve roots for treatment of chronic inguinal herniorraphy pain. *Pain Physician* 2006; 9 (2): 153-6.

19. van Wijk RM, Geurts JW, Wynne HJ. Long-lasting analgesic effect of radiofrequency treatment of the lumbosacral dorsal root ganglion. *J Neurosurg* 2001; 94 (Suppl 2): 227-31.

20. Teixeira A, Sluiter M. Intradiscal high-voltage, long duration pulsed radiofrequency for discogenic pain: a preliminary report. *Pain Med* 2006; 7 (5): 424-8.

Dr. Daniel Almeida

Mestre em Neurocirurgia pela Universidade Federal de São Paulo (Unifesp-EPM). Neurocirurgião do Instituto de Neurologia de Curitiba.