

REVISIÓN DE TEMA

Principios básicos del funcionamiento de la radiofrecuencia en el tratamiento del dolor crónico

JUAN CARLOS ACEVEDO GONZÁLEZ¹, ÉDGAR AUGUSTO GÓMEZ²

Resumen

El dolor crónico es una de las patologías que afecta con mayor frecuencia a la población general. Su tratamiento requiere usar opciones tanto farmacológicas como no farmacológicas. A pesar del tratamiento, son muchos los pacientes que sufren diariamente de dolor. A partir del conocimiento de la electricidad y de su espectro de ondas eléctricas y magnéticas, surge su aplicación en medicina. Las ondas de radiofrecuencia, al ser aplicadas sobre tejidos, producen modificaciones en su estructura molecular que pueden cambiar el patrón de funcionamiento de los nervios que conducen el dolor. Esta es una revisión sobre el origen de la radiofrecuencia y su aplicación en el tratamiento del dolor.

Palabras clave: dolor, dolor de espalda, dolor crónico, radiofrecuencia.

Title: Principles of the Radiofrequency in Treatment of Chronic Pain

Abstract

Chronic pain is a frequent condition in general population. Treatment includes pharmacological and non-pharmacological techniques. Despite this, many people suffer pain on a daily basis. Development in the field of electricity and magnetic and electric waveforms allow their use in medicine. When applied to the tissue, radiofrequency alters the molecular structure of cells. This can alter the function of pain conducting nerve fibers. The following review is about the origins of radiofrequency and its current application in chronic pain treatment.

Key words: Pain, low back pain, chronic pain, radiofrequency.

1 Médico neurocirujano especialista en Neurocirugía Funcional, Manejo de Dolor y Espasticidad. Jefe de la Unidad de Neurocirugía del Hospital Universitario San Ignacio. Profesor de la Facultad de Medicina de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

2 Médico residente de Neurocirugía, cuarto año, Hospital Militar, Bogotá, Colombia.

Recibido: 25/02/2013

Revisado: 10/07/2013

Aceptado: 09/08/2013

Introducción

La aparición de nuevas tecnologías ha permitido un mejor control de la enfermedad. El conocimiento del proceso evolutivo de las nuevas técnicas y el entendimiento de la evolución del pensamiento original que permitió iniciar su utilización en los enfermos enriquecen su uso y nuestra actividad clínica diaria.

El tratamiento intervencionista del dolor no consiste simplemente en posicionar agujas y oprimir botones; nuestra labor se centra en entender lo previo y proyectar nuestra habilidad modificando técnicas que no detengan la evolución. El conocimiento de los principios físicos sobre el que está apoyado el avance de las modalidades terapéuticas ha permitido modificar la evolución natural de algunas enfermedades y ofrecer una mejor calidad de vida a los individuos que las padecen [1]. Tan importante como esto son los fundamentos fisiológicos que permiten integrar la causa con el efecto, es decir, dan las bases para deducir los posibles resultados de la exposición de modelos biológicos (*in vitro*, animales o humanos) a un agente físico (electricidad, temperatura, etc.), e inferir su posible uso como medida de tratamiento para un problema de salud en particular.

De manera similar, el dolor, en su gran diversidad de presentaciones y siendo el principal motivo de consulta médica, está sujeto al principio de que

mientras mayor conocimiento se tenga de sus bases, más posibilidades terapéuticas podemos ofrecer y elaborar. Por esto, el creciente entendimiento de los conceptos moleculares y de plasticidad del sistema nervioso implicados no solo en la sensación de dolor dentro de condiciones normales, sino también patológicas, ha puesto a nuestra disposición técnicas innovadoras para ofrecer a los pacientes. Un ejemplo de este proceso es la *radiofrecuencia*, que permite resultados favorables y muy bajos índices de mortalidad en el tratamiento de múltiples patologías. Es utilizada no solo para el manejo de dolor bajo circunstancias patológicas específicas, sino también en otras áreas del conocimiento médico como cardiología y oncología.

El término radiofrecuencia, o también conocido como *espectro de radiofrecuencia*, es definido como la porción menos energética del espectro electromagnético situado entre los 3 kHz y los 300 GHz. Es la radiofrecuencia un tipo de onda electromagnética cuya característica le permite ser utilizada para los sistemas de radiocomunicación [2]. Estas ondas son absorbidas por los tejidos y producen un desplazamiento molecular que modifica la temperatura interna. A partir de este mecanismo las ondas de radiofrecuencia se han utilizado para “destruir” o “modificar” la estructura molecular de fibras nerviosas que participan en el proceso de generación de dolor [2-4].

El objetivo de este artículo es revisar los principios físicos y fisiológicos para el uso de la radiofrecuencia en el tratamiento del dolor.

Evolución histórica

El proceso histórico del desarrollo de la radiofrecuencia va ligado a la aparición de la electricidad y de las ondas magnéticas [2]. De las civilizaciones antiguas solo se conocen eventos aislados del uso de la electricidad transmitida por algunas especies animales (anguilas y peces eléctricos) para el control de enfermedades dolorosas como la gota y la cefalea [2]. Fue Escribonio Largo quien durante el Imperio romano describió el uso de la “anguila eléctrica” para controlar el dolor producido en las extremidades por artritis gotosa. Señalaba cómo el contacto de la zona dolorosa con el animal producía una descarga eléctrica que controlaba el intenso dolor por varias horas.

Este fenómeno es conocido ampliamente en la actualidad como el *postefecto de la electricidad*, que corresponde a la persistencia de mejoría del dolor aun cuando se ha retirado el estímulo eléctrico. La *batería de Bagdad* fue un hallazgo arqueológico que se hizo en 1936 en excavaciones realizadas en la colina de Kujut Rabua en Iraq [3]. La batería estaba conformada por una vasija de barro, un cilindro de cobre que estaba fijo con asfalto en el interior y dentro de este último un alambre de hierro. Las in-

vestigaciones asociaron este implemento con un modelo arcaico y primitivo de una pila eléctrica. Copias modernas de la batería de Bagdad demuestran que puede generar hasta 2 V.

Los primeros adelantos científicos significativos se lograron hasta los siglos XVII y XVIII; pero solo hasta 1833 la electricidad tuvo una aplicación real en la actividad humana [3]. En ese año, Samuel Morse desarrolló el telégrafo, que rápidamente se expandió por toda Europa y modificó el sistema de comunicación. En 1863, James Clerck Maxwell (1831-1879) unificó los conceptos desarrollados en los siglos anteriores sobre la electricidad y el magnetismo y describió los conceptos básicos del electromagnetismo. Maxwell fue un físico escocés conocido por haber desarrollado la teoría electromagnética clásica hacia la segunda mitad del siglo XIX. Unificó las observaciones anteriores, experimentos y leyes sobre electricidad y magnetismo, y desarrolló las primeras leyes básicas. Posteriormente, por trabajos y estudios realizados por Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894) se consolidaron las bases **físicas** de la radiación electromagnética. Entre las principales anotaciones mencionamos:

- Maxwell desarrolló 20 ecuaciones que finalmente se resumieron en 4 y representan los principios básicos de la teoría electromagnética. Las cuatro ecuaciones son: ley de Gauss, ley

de Gauss magnética, ley de Faraday y ley de Ampere.

- Modificó la ley original de Ampere y describió cómo las ondas electromagnéticas se desplazaban por medio del espacio a la velocidad de la luz. Dicho desplazamiento se podía modificar dependiendo del medio en el cual se encontraba.
- Describió la luz como una onda electromagnética que unificaba la óptica con el estudio de la electricidad.
- Desarrolló el concepto de *onda electromagnética*.

A finales del siglo XIX, los diferentes usos de la electricidad, literalmente, invadieron las calles de las grandes ciudades, y fueron la base de la segunda revolución industrial. La primera revolución industrial no había contado con la electricidad. Sobresalen en este periodo Nikola Tesla y Thomas Alva Edison, quienes integraron la investigación científica con la aplicación comercial de la electricidad. Por la misma época, Heinrich Rudolf Hertz, quien era un ingeniero y físico alemán, fue el primero en lograr la transmisión entre dos receptores de ondas de radio y ondas magnéticas. Dedicó su vida al estudio de la transmisión de ondas electromagnéticas y desarrolló su “experimento clásico de Hertz” [4]. Construyó un oscilador (antena emisora) y un resonador (antena receptora) y logró transmitir ondas electromagnéticas del emisor al receptor.

Este fue el principio de la telegrafía sin hilo. Desde ese momento se conocen las ondas electromagnéticas como las ondas herzianas. Igualmente, lleva su nombre la unidad de frecuencia o hercios (Hz), que corresponde a un ciclo por segundo.

Nikola Tesla (1856-1943) ingeniero eléctrico y mecánico de origen serbio, utilizó estos fundamentos para convertirse en el promotor más importante de la electricidad comercial a finales del siglo XIX y principios del XX, aparte de expandir los conocimientos en este campo. Tesla desarrolló el motor de corriente alterna que permitió construir maquinaria que funcionaba bajo este principio y permitió la segunda revolución industrial. En su momento, Tesla venció a Edison en lo que se llamó la “guerra de las corrientes”. Edison había desarrollado la posibilidad de suministrar electricidad a través de sistemas de corriente continua, los cuales eran muy útiles pero a la vez muy costosos de mantener, ya que dicha electricidad se disipaba muy fácilmente. A pesar de eso, Edison fundó la empresa General Electric, que controlaba la electricidad en las más importantes ciudades de Estados Unidos.

Tesla, al desarrollar el concepto de corriente alterna, en el que planteaba que la electricidad debía comportarse con magnitudes y direcciones de desplazamiento cíclicas, es decir, a partir de ondas irregulares pero constantes y no de forma continua y permanente como

en la corriente continua, se unió al millonario George Westinghouse y fundó Westinghouse Electric, para competir con la General Electric. La guerra entre los dos científicos fue intensa e incluso un empleado de Edison construyó una silla eléctrica con corriente alterna para demostrar cómo este tipo de corriente era tan peligrosa que podía matar hasta un elefante (el elefante Topsy fue electrocutado en 1903) [5]. Tesla respondió a estas críticas aplicándose él mismo corriente alterna en su cuerpo sin ocasionarle ningún daño. Poco a poco se demostró que la corriente alterna era más económica y ganó la batalla. Entre los principales desarrollos de Tesla mencionamos:

- Desarrolló el primer radiotransmisor que permitía conducir energía electromagnética sin cables.
- Construyó el primer transmisor de radio. Fue Tesla y no Marconi quien desarrolló dicho aparato.
- Sus principios permitieron construir la primera central hidroeléctrica en las cataratas del Niágara. Logró llevar electricidad a la ciudad de Búfalo (Nueva York).
- Desarrolló la bombilla sin filamento o lámpara fluorescente.
- Desarrolló los primeros dispositivos de electroterapia.
- Desarrolló sistemas de propulsión por medios electromagnéticos.
- Desarrolló los principios teóricos del radar.
- Desarrolló el control remoto.
- Desarrolló la bujía para el encendido de motores de explosión.
- Desarrolló el radiogoniómetro.
- Estableció los principios que permitieron en 1930 desarrollar el microscopio eléctrico.

De la misma forma como la electricidad invade las ciudades, el campo médico comienza a verse influenciado por la presencia de esta nueva tecnología. En 1780, Luigi Galvani comienza a aplicar electricidad en los músculos de los animales para evaluar su comportamiento. Identifica también que la aplicación de electricidad en la médula contrae las extremidades en las ranas. Beaunis (1863) y Fournie (1873) aplicaron electricidad sobre la superficie cerebral y desarrollaron sistemas de estimulación bipolar. Golsinger (1895) desarrolló las primeras lesiones cerebrales profundas con estimulación monopolar y Horsley y Clarke comenzaron a modificar las características de los electrodos para modificar el tipo de lesión estructural.

El médico alemán Karl Franz Nagelschmidt (1906) desarrolló el término *diatermia*, entendido como la producción de calor en una zona del cuerpo mediante una corriente eléctrica de alta frecuencia que pasa entre dos electro-

dos colocados en la piel [6]. El calor que genera incrementa el flujo sanguíneo y este utilizarse en el tratamiento de diferentes enfermedades. La diatermia sirvió también para desarrollar el *bisturí diatérmico*, donde la pieza del bisturí es uno de los electrodos, y una placa colocada en la piel, el otro. Esto hace que la concentración de la electricidad en el bisturí permita coagular y cortar. Posteriormente, en España, Celedonio Calatayud (1910) amplió la utilización de la diatermia en el tratamiento de diferentes patologías. Estas descripciones técnicas de Nagelschmidt fueron perfeccionadas por Cushing y le permitieron desarrollar la electrocirugía con la utilización de las ondas de radiofrecuencia para realizar coagulación y sección de los tejidos [6].

Sobre las ondas de radiofrecuencia y su uso en el tratamiento del dolor, podemos mencionar que fue D'Ansoval, quien en 1891 aplicó por primera vez este tipo de ondas sobre los tejidos humanos y así comprobó que su contacto elevaba la temperatura en la zona de la aplicación. Respecto a las patologías dolorosas crónicas, fue la neuralgia esencial del nervio trigémino la que primero se benefició. Ya en 1902, Pitre había descrito la utilización del alcohol como agente neurolítico que, al aplicarlo sobre el nervio, mejoraba el dolor.

Schlosser, en 1905, publicó la primera serie de 65 pacientes tratados con alcohol. Sin embargo, estas técnicas pe-

riféricas tenían una gran limitación respecto a la reaparición del dolor meses después del tratamiento [7]. Fue Hartel, en 1912, quien describió la técnica de punción tras craneal para aplicar alcohol sobre el ganglio de Gasser, y con ello abrió una perspectiva de tratamiento definitivo del dolor. En 1930, Kirschner, en un artículo publicado sobre la utilidad de la electrocirugía, menciona la aplicación de radiofrecuencia sobre el nervio trigémino para el tratamiento del dolor. Esta técnica era muy superior a la aplicación de alcohol y con menos efectos secundarios. El primer equipo comercializado para el uso de la radiofrecuencia en el tratamiento del dolor fue desarrollado en 1950 por Cosman y Aranow. Rápidamente se fueron identificando las principales características y beneficios de esta técnica, entre las cuales mencionamos:

- Produce una lesión controlada sobre los tejidos.
- La temperatura del electrodo es controlada.
- Se puede verificar la posición de la punta de la aguja mediante estimulación.
- El procedimiento requiere solo sedación o incluso anestesia local.
- Morbilidad baja.
- Recuperación rápida y reintegro funcional inmediato.

- En caso de reinervación de fibras el procedimiento se puede repetir.
- La impedancia eléctrica alrededor del tejido es la que determina el tipo de flujo de corriente desde la punta de la aguja hasta el tejido.
- El voltaje se establece entre el electrodo activo y la placa, siendo los tejidos del cuerpo los que completan el circuito.
- La dispersión producida por la fricción de la corriente de iones es la que va a generar el daño en el tejido.
- La temperatura es la misma en la punta de la aguja y en el tejido.
- Entre mayor vascularización tenga el tejido se requiere un mayor tiempo de aplicación de la radiofrecuencia. Normalmente 60 s es el tiempo ideal para que se produzca la lesión. Incluso se ha dicho que por encima de 60 s a una temperatura de 75 °C no se modifica la lesión.
- El tejido alrededor de la aguja se lesiona sobre una extensión en forma de esfera ovalada con un radio máximo de 3 mm.
- Las ondas de radiofrecuencia tienen preferencia para lesionar las fibras amielínicas y poco mielinizadas Delta y C, encargadas de la transmisión del dolor.

La aplicación en otras patologías fue poco a poco apareciendo. Sweet,

en 1965, realizó las primeras lesiones por radiofrecuencia para el tratamiento del dolor lumbar. Desde 1933, cuando Ghormley acuñó el término *síndrome facetario*, comenzó a verse la articulación facetaria como una de las causas primordiales en el funcionamiento de la columna lumbar y cervical. Cuando en 1973, Rizzoli y Bogduk, en 1983, describen la inervación de las articulaciones facetarias por el ramo dorsal y medial de la raíz espinal surge la posibilidad de aplicar radiofrecuencia. En 1970, Schaerer publica la primera serie de pacientes tratados con radiofrecuencia lumbar, y Lora, en 1976, para pacientes con dolor cervical [8]. Desde el 2000, cuando Saal publicó el artículo en el que trataba pacientes con dolor lumbar discogénico con radiofrecuencia surgió una nueva indicación de esta técnica [7].

La evolución de la radiofrecuencia buscó encontrar una modificación en las ondas que no generara una lesión estructural definitiva y que pudiera retirarle el apelativo de técnica “destruktiva”. En 1995, Ayrapetyan presentó la utilidad de la radiofrecuencia pulsada o radiofrecuencia isotérmica como nueva alternativa de tratamiento “no destructiva”. La radiofrecuencia pulsada genera campos electromagnéticos que tienen efectos fisiológicos en la membrana celular, pues modifican su estructura. Produce calor pero a temperaturas muy bajas (no destructivas) y entra en contacto con los tejidos por medio de ciclos de ondas que

permiten que entre ciclo y ciclo el tejido se recupere del incremento de la temperatura. Esta forma de radiofrecuencia puede ser aplicada sobre cualquier estructura nerviosa sin producir daño estructural y sin dejar secuelas sensitivas o motoras [9]. Este avance técnico fue perfeccionado ulteriormente por Cosman, Sluijter y Rietzman.

Principios físicos de la radiofrecuencia

Es necesario hablar de radiación electromagnética para entender qué es la radiofrecuencia. La radiación electromagnética es una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes que se propagan a través del espacio y transportan energía de un lugar a otro. Se caracteriza por que estos campos oscilan perpendicularmente entre sí, con longitudes de onda diferentes que permiten su clasificación y les proporcionan propiedades particulares, aplicables en diferentes campos del conocimiento humano.

El espectro electromagnético se define como el conjunto formado por los diferentes tipos de ondas caracterizados cada una por una diferente longitud valle-valle que la tipifica. Se incluyen, entre otras, la radiofrecuencia y la franja de ondas captadas por el ojo humano, que dan lugar a los diferentes tipos de colores.

A su vez, las ondas de radiofrecuencia abarcan otro gran espectro de longitu-

des que les permite tener diferentes frecuencias (desde 3 kHz hasta 300 GHz), y por sus propiedades son empleadas en el campo de las comunicaciones.

Efectos biológicos de la radiofrecuencia

La configuración del dispositivo mediante el cual se administra la radiofrecuencia es imprescindible, junto con la vigilancia de las diferentes variables necesarias para alcanzar los objetivos terapéuticos. Es importante aclarar términos como tensión eléctrica, intensidad eléctrica (o corriente eléctrica), impedancia, ancho de pulso (relacionado con la frecuencia pulsada), tiempo total de duración y frecuencia intrínseca que, entre otros, desempeñan un papel primordial para lograr los efectos biológicos buscados.

Tensión eléctrica: es la diferencia en el potencial de energía eléctrica entre dos puntos. La unidad de medida es el voltio. En este caso, la diferencia de potencial se encontraría entre la punta del electrodo que emite las ondas de radiofrecuencia y el tejido expuesto a esta.

Intensidad eléctrica: es el flujo de carga por unidad de tiempo que recorre un material. Se debe al movimiento de electrones en el interior del electrodo. Se mide en amperios (A).

Impedancia: es la relación entre tensión e intensidad eléctrica y se mide en ohmios (Ω). Para términos prácticos y

aplicados al tema que estamos tratando, es la resistencia que ofrece el tejido al paso de las ondas de radiofrecuencia, que se manifiesta en incremento de la temperatura local. Los valores necesarios para esto son 120-300 Ω .

Ancho de pulso: es la duración en milisegundos de cada uno de los pulsos de radiofrecuencia que se emiten en la modalidad de administración pulsada.

Tiempo total de duración: es el tiempo de exposición del tejido a la radiofrecuencia o los pulsos de esta (en el caso de la modalidad pulsada), medido en segundos.

Frecuencia intrínseca: es la frecuencia de oscilación de las ondas de radiofrecuencia administradas al tejido medida en kilohercios. La empleada usualmente es 420-450 kHz.

Vigilar la impedancia es muy importante para lograr los objetivos de temperatura en la punta del electrodo, ya que parte de los efectos biológicos dependen de esta. La otra parte se da por el campo eléctrico en la punta del electrodo y son más selectivos que los efectos térmicos, debido a que el campo eléctrico disminuye exponencialmente con el aumento de la distancia entre el tejido y la punta del electrodo que lo genera.

Antes de describir los efectos biológicos de la radiofrecuencia, es necesario mencionar las modalidades en que

esta se aplica, dado que finalmente una u otra forma, van a producir diferentes mecanismos de acción en el tratamiento del dolor.

Radiofrecuencia continua: es la administración de ondas de radiofrecuencia de manera constante a un blanco tisular, por un periodo seleccionado. Permite alcanzar temperaturas por encima del umbral de desnaturalización (45 °C) y de allí se derivan sus efectos biológicos.

Se administran ondas de radiofrecuencia bajo impedancias que oscilen entre 120 y 300 Ω . El aumento de temperatura es escalonado, y estos escalones se caracterizan por tener temperaturas y tiempos de paso que son transitorios. El tiempo y la temperatura final son programables y son los que permitirán los efectos terapéuticos deseados.

Radiofrecuencia pulsada: como su nombre lo indica, es la emisión de ondas de radiofrecuencia de manera intermitente (pulsos), cuya duración en milisegundos (ancho de pulso) es programable, por un tiempo total de exposición y temperaturas igualmente programables. Sus efectos biológicos se deben principalmente al campo eléctrico generado en la punta del electrodo.

Se emiten pulsos de radiofrecuencia con una periodicidad establecida (frecuencia de pulsos), por un periodo determinado.

Mencionado esto podemos describir los mecanismos biológicos que dan lugar a los efectos terapéuticos empleados en el manejo del dolor. Estos pueden presentarse como resultado de los cambios térmicos, del campo eléctrico generado o como consecuencia de los dos.

En la radiofrecuencia continua, las alteraciones tisulares analizadas en modelos animales corresponden principalmente a la exposición del tejido a temperaturas elevadas, incluso, por encima del umbral de desnaturalización proteica. Los cambios estructurales encontrados tras la evaluación con microscopía electrónica por este mecanismo fueron esencialmente: degeneración mitocondrial y pérdida de la membrana nuclear por exposición a temperaturas iguales o superiores a los 67 °C. En el caso de la radiofrecuencia continua, la lesión producida en el tejido depende de distintas variables, dentro de las cuales las principales son: el tiempo de equilibrio térmico, es decir, la duración de la exposición a la temperatura objetivo seleccionada, las características del tejido y la configuración del electrodo [8].

En la radiofrecuencia pulsada priman los efectos generados por el campo eléctrico, donde toman importancia los potenciales transmembrana que son proporcionales a la fuerza de este. Análisis con microscopía electrónica de modelos animales tratados con pa-

rámetros terapéuticos muestran cambios estructurales caracterizados por: alteración mitocondrial leve, desorganización de neurofilamentos o disrupción en la continuidad de la membrana. En otros estudios se identificó la atenuación de citocinas proinflamatorias. Todos estos mecanismos que se presentan tras la administración de radiofrecuencia pulsada con parámetros terapéuticos dan lugar a un proceso denominado *depresión prolongada*, que hace referencia al cese reversible de la función de estructuras neurales involucradas en la transmisión de impulsos nerviosos (por afectación directa e indirecta en el caso de modulación de citocinas proinflamatorias) implicados dentro de los efectos biológicos que dan lugar a control de aferencias nociceptivas y, por lo tanto, a la integración de las señales dolorosas, que sirven como alternativa terapéutica [9]. Por otro lado, los efectos presentes tras la exposición a potenciales transmembrana muy altos (no terapéuticos) destruyen la membrana celular por un mecanismo denominado *electroporación* [9].

Teniendo en cuenta lo anterior, los efectos que se presentan por la radiofrecuencia continua se dan gracias al aumento local de la temperatura y las consecuentes alteraciones estructurales del tejido involucrado; por el contrario, aquellos cambios secundarios a la radiofrecuencia pulsada son principalmente por el campo eléctrico que se genera en

la punta del electrodo, y la gran variedad de estos explica por qué aun cuando se aplica sobre tejido no neural, permite el control del dolor por la modulación de mecanismos inflamatorios [8].

Aplicaciones de la radiofrecuencia en patologías dolorosas

Dentro del campo de la medicina, las aplicaciones relacionadas con la radiofrecuencia son múltiples, pero nos centraremos en mencionar aquellas que se encuentran dentro del campo del dolor y describiremos brevemente las utilizadas con mayor frecuencia.

Son múltiples las patologías en las que el uso de la radiofrecuencia ha mostrado un impacto positivo para manejo del dolor. Entre otras, encontramos dolor facial (especialmente, neuralgia del trigémino), dolor radicular cervical o lumbar, síndrome facetario, dolor sacroiliaco, dolor glenohumeral, dolor miofacial, síndrome doloroso regional complejo, en algunos casos de dolor posquirúrgico, entre otros. Hablaremos brevemente acerca de estudios actuales que respaldan su uso en los cuatro primeros casos, debido a lo amplio del tema y a que en cada caso las indicaciones y procesos subyacentes están más allá del alcance de este artículo.

Neuralgia del trigémino

La administración de radiofrecuencia a la división del nervio trigémino se

correlaciona con la sintomatología que refiere el paciente (principalmente las ramas maxilar V2 y mandibular V3). Para esto es una opción emplear estimulación sensitiva con el objetivo de localizar la división respectiva. Los resultados más positivos se han reportado en pacientes con la forma idiopática de la patología y los parámetros específicos que, junto con la modalidad de administración, son en la actualidad tema de discusión. Erdine comparó la radiofrecuencia continua con radiofrecuencia pulsada y encontró que se presentó mejor control del dolor en los pacientes en quienes se empleó radiofrecuencia continua. Por otro lado, Xuanying Li reportó mejores resultados tras la combinación de radiofrecuencia pulsada con radiofrecuencia continua. En términos generales, se considera un procedimiento seguro y efectivo en casos bien seleccionados [10,11].

Dolor radicular cervical

El objetivo es la administración de radiofrecuencia al ganglio de la raíz dorsal del nivel identificado como el sintomático. Inicialmente se empleó la modalidad continua, pero los efectos secundarios, como neuritis transitoria y debilidad en la mano, llevaron a que se empleara la modalidad pulsada. Van Zundert y colaboradores encontraron que el efecto global en reducción del dolor se presentaba en más del 50% de los individuos tratados [12].

Dolor radicular lumbar

De igual forma, el objetivo es el ganglio de la raíz dorsal. Simpoulos y colaboradores reportaron mejoría de los síntomas durante cuatro con recurrencia de estos tras ocho meses luego del procedimiento [13].

Síndrome facetario

Se busca lesionar la división medial del ramo dorsal de la raíz nerviosa del nivel sintomático. La modalidad de radiofrecuencia empleada es la continua. Se ha encontrado que es un método efectivo con significancia estadística en diversos estudios, comparado con el placebo. De igual forma, las respuestas obtenidas tras reintervenciones son positivas, con la limitación de que se presenta disminución del tiempo del efecto analgésico [13,14].

Sacroilitis

Según el metanálisis publicado en *The Journal Injury Function and Rehabilitation*, en el 2010, es efectivo en el tratamiento de la sacroilitis por un periodo de 3 a 6 meses, pero falta estandarización de la técnica. Según Ferrante y colaboradores [15], en pacientes seleccionados es una buena alternativa para el control del dolor en esta patología.

Conclusiones

Conocer los mecanismos fisiopatológicos involucrados en el dolor es in-

dispensable en la aplicación de nuevas alternativas terapéuticas para su tratamiento. La comprensión de los principios físicos básicos de la radiofrecuencia permitió aplicarlos a la medicina como una herramienta terapéutica dentro de distintos campos. Con respecto al dolor, los efectos biológicos permiten la modulación de este por distintos mecanismos, que no solo involucran procesos neurales, sino también inflamatorios.

Los efectos biológicos de la radiofrecuencia dependen de su modalidad de administración, y su aplicación a las diferentes patologías dolorosas en que se emplee debe basarse en el conocimiento de estos para proporcionar un mayor beneficio al paciente.

Referencias

1. Kierman JA. El sistema nervioso humano. 7a ed. Madrid: McGraw-Hill; 2000.
2. Waxman, S. Clinical neuroanatomy. 26th ed. New York: McGraw-Hill; 2010.
3. Basbaum AI. Pain physiology: basic science. *Can J Anesth.* 2002;49(6):R1-3.
4. Julius D, Basbaum A. Molecular mechanism of nociception. *Nature.* 2011;413:203-10.
5. Bridges D, Thomson SWN, Rice ACS. Mechanisms of neurophatic pain. *Br Anaesth.* 2010;87:12-26.
6. Koltzenburg M, Scadding J. Neuropathic pain. *Curr Opin Neurol.* 2001;14:641-7.
7. Cregg R, Momin A, Rugiero F, Wood JN, Zhao J. Pain channelopathies. *J Physiol.* 2010;588(11):1897-1904.
8. Cosman ER Jr., Cosman ER Sr. Electric and thermal field effects in tissue around radiofrequency electrodes. *Pain Med.* 2005;6(6):405-24.

9. Chua NH, Vissers KC, Sluijter ME. Pulsed radiofrequency treatment in interventional pain management: mechanisms and potential indications—a review. *Acta Neurochir*. 2011;153(4):763-71.
 10. Fouad W. Management of trigeminal neuralgia by radiofrequency thermocoagulation. *Alexandria Journal of Medicine*. 2011;47(1):79-86.
 11. Li X, Ni J, Yang L, Wu B, He M, Zhang X, et al. A prospective study of Gasserian ganglion pulsed radiofrequency combined with continuous radiofrequency for the treatment of trigeminal neuralgia. *J Clin Neurosci*. 2012;19(6):824-8.
 12. Zundert J, Vanelderden P, Kessels A, Kleef M. Radiofrequency treatment of facet-related pain: evidence and controversies. *Curr Pain Headache Rep*. 2012;16:19-25.
 13. Van Zundert J, Vanelderden P, Kessels AG. Re: Chou R, Atlas SJ, Stanos SP, et al. Nonsurgical interventional therapies for low back pain: a review of the evidence for an American Pain society clinical practice guideline. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009;34: 1078-93. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(7):841; author reply 841-2.
 14. Bogduk N, Long DM. The anatomy of the so-called “articular nerves” and their relationship to facet denervation in the treatment of low-back pain. *J Neurosurgery*. 1979;51(2):172-7.
 15. Ferrante MF, King LF, Roche EA, Kim PS, Aranda M, DeLaney LR, et al. Radiofrequency sacroiliac joint denervation for sacroiliac syndrome. *Reg Anesth Pain Med*. 2001;26(2):137-42.
-
- Correspondencia
Juan Carlos Acevedo González
jacevedog@gmail.com
-