

Rev Soc Esp Dolor
2012; 19(3): 157-164

Generadores de radiofrecuencia disponibles en el mercado español

J. de Andrés¹, G. Roca², A. Perucho³, C. Nieto⁴, D. López⁵

¹Complejo Hospitalario de Toledo. Coordinador del Grupo de Radiofrecuencia de la Sociedad Española del Dolor. ²Hospital Germans Trias i Pujol. Badalona. ³Hospital Universitario Ramón y Cajal. Madrid. ⁴Hospital Universitario Fundación Alcorcón. Madrid. ⁵Consortio Hospital General de Valencia

de Andrés J, Roca G, Perucho A, Nieto C, López D. Generadores de radiofrecuencia disponibles en el mercado español. *Rev Soc Esp Dolor* 2012; 19(3): 157-164.

ABSTRACT

There has been an important increase in radiofrequency procedures in Spain during the past five years. The Spanish Society RF Interest Group has always wanted to spread the use of RF techniques among pain practitioners. In this paper we analyze the different RF generators available in the spanish market, with their most relevant technical features.

Key words: RF generators. Radio. Pulsed Radiofrequency. Minimally Invasive Techniques. Pain.

RESUMEN

En España se ha producido un incremento en la realización de Técnicas de Radiofrecuencia (RF), como muestra la reciente encuesta publicada en la *Revista Española del Dolor*. Desde el Grupo de Interés de la Sociedad Española hemos querido difundir la RF mediante la realización de cursos. Una pregunta repetida en los cursos era ¿Qué “aparatos de RF” existen? En el presente artículo no he-

mos querido valorar cuáles eran mejores o peores, sino describir sus características técnicas más relevantes.

Objetivos: analizar los diferentes generadores de ondas de radiofrecuencia presentes en el mercado español.

Palabras clave: Generadores de Radiofrecuencia. Radiofrecuencia. Radiofrecuencia Pulsada. Técnicas Mínimamente Invasivas. Dolor.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de energía mediante radiofrecuencia (RF) y sus efectos tisulares fue descrita por primera vez por d'Ansoval en 1891 (1), quien observó como el paso de ondas de RF a través de tejidos, provocaban un aumento local en la temperatura tisular. Posteriormente la RF se incorporó al armamentístico terapéutico médico para electrocauterio y corte de tejidos.

Desde sus comienzos la RF se ha venido utilizando en múltiples áreas de la medicina como en cirugía oncológica (2), cirugía otorrinológica y tratamiento del dolor (3,4).

HISTORIA DE LA RADIOFRECUENCIA PARA EL MANEJO DEL DOLOR

Fue Cosman el primero en construir un aparato de RF a principio de los años 50 (5), aunque no se utilizó

Financiación: Ninguna

Conflicto de intereses: No declarados

Recibido: 10-01-12
Aceptado: 11-03-12

para tratar el dolor hasta los años 70. No fue hasta que no se diseñaron cánulas adecuadas, con las que se podía controlar el tamaño de la lesión, que la RF se implantó de manera definitiva. Desde entonces, la RF se ha venido empleando en dolor radicular lumbar, neuralgia intercostal y cefaleas cervicogénicas (6). Sin embargo, la RF convencional tiene el riesgo de producir déficit motor y provocar síndromes de desafrenciación (7).

Así surge la Radiofrecuencia Pulsada (RFP) como una técnica menos destructiva (8). El comienzo del interés por la RFP surgió en la conferencia Austriaca de 1995, en la que Ayrapetyan, un científico de Armenia, propuso que el efecto analgésico de la RF convencional podría ser debido al campo magnético que se generaba, más que a la destrucción tisular (9). Posteriormente los estudios de Cosman demostraron que el campo magnético de la RF era muy débil para tener efectos biológicos, pero el campo eléctrico que cambia rápidamente, era lo suficientemente potente para tener efectos biológicos (10). Después Cosman, Sluijter y Rittman teorizaron sobre el poder neuromodulador de la RFP (11). Tras todo esto, Radionics diseñó un prototipo de aparato de RFP, y Sluijter realizó los primeros ensayos clínicos (8).

PRINCIPIOS FÍSICOS DE LA TERAPIA

La RF se refiere al espectro de ondas electromagnéticas comprendidas entre los 3 y 300 Herzios, es decir el mismo espectro de frecuencias que las ondas de radio (12). Aunque las ondas del espectro electromagnético tienen todas las mismas propiedades científicas básicas, sus interacciones con la materia son distintas, dependiendo de la frecuencia y de la materia sobre la que interactúan (13).

De manera esquemática, un sistema de RF está constituido por varios componentes (14):

- Un generador de ondas.
- Uno o varios electrodos.
- Una placa de paciente.

El generador produce una corriente alterna que transmite al electrodo. El electrodo puede considerarse como el cátodo del circuito eléctrico, que es cerrado por la placa del paciente, que actúa de toma de tierra (15). La corriente eléctrica provoca oscilaciones moleculares que generan calor por fricción. Los tejidos alrededor del electrodo transmiten el calor al electrodo, y esta temperatura puede ser monitorizada por un termopar incorporado en el electrodo. Se puede modificar la programación del generador para mantener una determinada temperatura. El calor no se emite desde el

electrodo, sino de la fricción de las moléculas tisulares generada al paso de la corriente (16). Cuando en el tejido circundante se alcanzan temperaturas superiores a 45 °C se produce la lesión. Temperaturas por encima de 90 °C provocan una lesión menor al hervir el tejido circundante, por lo que la temperatura óptima que genera un tamaño de lesión mayor debe ser menor de 85 °C (17). La forma de la lesión es ojival alrededor de la punta activa del electrodo. La lesión crece de manera lineal durante los primeros 45 segundos y después se mantiene estable al alcanzar la máxima temperatura, y comienza la disipación de la energía en el tejido circundante (18). La disipación del calor está influida por la presencia de estructuras vasculares o de fluidos cerca del electrodo (19). El diámetro de la lesión dependerá del diámetro del electrodo, siendo mayor, cuanto mayor sea el diámetro del electrodo.

RADIOFRECUENCIA PULSADA

Por el contrario, la RFP utiliza una corriente en ráfagas cortas de 20 milisegundos (ms), con periodos silentes de 480 ms, que permiten la disipación del calor, manteniendo el tejido por debajo de 42 °C (10). Sin embargo, Cosman demostró que la RFP podría producir picos de temperatura que lesionasen el tejido (10). Los estudios anatomopatológicos, en ganglio de raíz dorsal y nervio ciático de rata, han demostrado únicamente edema endoneural, en contraste con la degeneración Walleriana de la RF a 80 °C. Otro efecto que produce es el de crear poros en la membrana neuronal (electroporación) (20) así como alterar las señales nociceptivas alterando el c-Fos, un gen sintetizado en estados dolorosos (21,22). De todos modos los efectos sobre c-Fos son contradictorios.

La Radiofrecuencia Pulsada (RFP) es una modalidad de RF que posee múltiples aplicaciones para el manejo del dolor crónico (23,24). La diferencia con la RF convencional es que no hay destrucción tisular, siendo de gran utilidad en el dolor neuropático, en el que la RF convencional está relativamente contraindicada.

SISTEMA DE RF

Todo sistema de RF está constituido como hemos dicho por:

1. Generador de ondas de radiofrecuencia: son programables, realizan mediciones de impedancia y temperatura. Los describiremos posteriormente con detalle.

TABLA I. GENERADORES DE RF

Generador	PMG V3	G4	NT2000	URF-3AP	Multigen	Elect 20S
Distribuidor	Prognomed	Cardiva	NeuroTherm	Oyasama/ Policare Srl	Stryker	Smith & Nephew/Neurotherm
Peso (kg)	7,5	10	10	7,5	8,2	5,7
Potencia (W)	50	50	50	50	50	
Rf conv	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Rf pulsada	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Lesiones	1 posib 4	4	4	1 posib 4	4	1 posib 4
Pantalla Táctil	No	Sí	No	No	Sí	Sí
Núm. de canales	1	4	4	1	4	1
Adaptador para 4 lesiones	Sí	-	-	Sí	-	Sí

2. Cánulas o agujas: son de diferentes formas (curvas o rectas), tamaños (longitud) y medidas (grosos). Algunos disponen de un puerto externo para inyectar contraste o anestésico local, y otras de fiador interno.

3. Electrodo o sondas: son parecidos a fiadores, pero con un cable para conectar a una conexión al generador. No son más que el termopar para detectar la temperatura y medir las impedancias de la punta de la aguja. Suelen ser reesterilizables aunque hay algunos de un solo uso. Algunas veces a la aguja se la denomina electrodo.

4. Placa del paciente: es la que cierra el circuito. Se deberá colocar lo más cercano a la zona anatómica de la lesión. Suelen ser desechables aunque también hay de varios usos. En caso de realizar Radiofrecuencia Bipolar no se emplean, salvo para realizar test sensitivos y motores.

Generadores de ondas de radiofrecuencia (Tabla I)

Existen en el mercado siete marcas de generadores de RF, con sus respectivos distribuidores en España:

- Baylis.
- Cosman.
- Neurotherm.
- OWL.
- Radionics.
- Stryker.
- Smith & Nephew.

Baylis

El distribuidor en España es Prognomed. Distribuye los siguientes generadores de radiofrecuencia:

- PMG-115
- PMG-230

Agrupados en la plataforma V3.

Constituye el *Pain Management Generator V3* (Fig. 1), con varias versiones de software, la última la 4.0. Permite RF convencional y pulsada. Es de fácil manejo, muy intuitiva. Permite mediante un dispositivo conectado a la toma principal (módulo multi-RF) realizar hasta cuatro lesiones, con mediciones de impedancia individuales. Posee un display LCD, con interfaz gráfico. Tiene una única entrada que reconoce el dispositivo que se conecta con sistema "Plug and Play". Tiene una señal acústica que avisa de la finalización del procedimiento.

Es el único que permite RF enfriada o Cooled RF. La RF enfriada hace que se enfríe la punta del electrodo, mediante unas cánulas conectadas a un sistema hidráulico (Fig. 2). El hecho de enfriar la punta permite no solo ampliar las lesiones sino hacer que estas sean esféricas. Además, presenta la teórica ventaja de que no haga falta que la cánula se sitúe paralela al ramo medial al realizar la denervación facetaria.

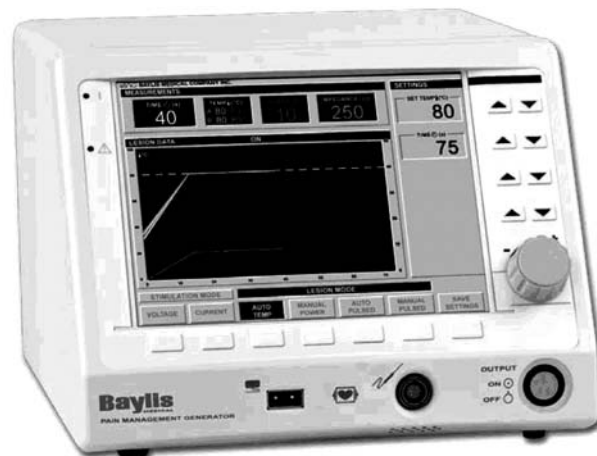


Fig. 1. Generador V3.



Fig. 2. Unidad de bomba y juego de tubos para la radiofrecuencia enfrizada.

Permite realizar técnicas de RF discales conocida como Biacuplastia© y realizar técnicas de denervación sacroilíaca por medio del sistema Sinergy©. Peso de 7,5 kg. Dispone de electrodos de NiTiNol.

Radionics

El distribuidor en España ha sido el Grupo Cardiva hasta la desaparición de la compañía en el año 2004. Ya no existe como tal, en 2000 pasó a denominarse Cosman, aunque aún se puede ver algún generador de Radionics en alguna clínica del dolor o unidad de neurocirugía. Realmente Radionics ya que no está en el mercado. Radionics fue comprada por Tyco y su división de RF se separó formando una nueva empresa: Cosman, que mantuvo prácticamente a todo el personal que trabajaba en Radionics división RF. Por lo tanto Radionics no está en el mercado no se fabrican equipos y ni tan siquiera hay servicio técnico o piezas de repuesto para los equipos que todavía siguen funcionando en hospitales.

Cosman

El distribuidor en España es Grupo Cardiva. Distribuye los siguientes generadores de radiofrecuencia:

—RFG-1A (para Neurocirugía) y RFG-1B (para Dolor) (Fig. 3), es el antiguo Radionics. Ambos son iguales, salvo el 1-A permite mayor versatilidad de estimulación, en cuanto a programación de parámetros.



Fig. 3. Generador RFG-1B.

Es el modelo antiguo del G4, careciendo de pantalla LCD. Solamente hay display digital. Es fácil de usar, pero no permite más que una lesión cada vez, lo que aumenta mucho el tiempo de la técnica, si hay que realizar múltiples lesiones. Permite RF convencional, pulsada y bipolar. Peso 6,8 kg y potencia de hasta 50 vatios.

—G4 (Fig. 4): es la versión superior de Cosman. Permite hasta cuatro lesiones a la vez tanto en el uso de cánulas acompañadas de electrodo TC con control de temperatura como de aquellas sin control de temperatura y puerto para inyección de anestésico o contraste (modelos CR-x). Puede manejar hasta 100 programas memorizados. Permite RF convencional, pulsada y bipolar (pudiéndose hacer 2 niveles de bipolar a un mismo tiempo). Puede recoger, almacenar y exportar datos mediante un puerto USB e imprimir los datos directamente o guardarlos en un pen-drive USB. Pantalla táctil, de diseño moderno con display gráfico sen-



Fig. 4. Generador G4.

cillo y software muy intuitivo. Permite conexión con el sistema Flextrode®. Posee mando a distancia inalámbrico que permite realizar todas las funciones presentes en el generador y mediante funda estéril se puede manejar de forma estéril. Tiene una señal acústica que avisa de la finalización del procedimiento. Peso 10 kg y potencia de 50 vatios. Cosman también dispone ya de electrodos de NiTiNol.

Neurotherm

El distribuidor en España es empresa Antonio Campoy SLU, que ostenta la representación en España de la multinacional Neurotherm. Distribuye los siguientes generadores de radiofrecuencia:

—NT 500 (Fig. 5): es muy ligero (7 kg), se puede llevar en un maletín pequeño. Dispone de un único puerto para una única lesión, pero esta puede ser convencional o pulsada. Muy sencillo de usar e intuitivo. El display es digital, careciendo de pantalla táctil. Potencia máxima de 25 vatios.



Fig. 5. Generador NT-500.

—NT1100 (Fig. 6): fue el primer generador de ondas de RF patentado con varios puertos para realizar lesiones. Dispone de tres puertos. Dispone de un software sencillo con un display moderno. Permite realizar lesiones bipolares. Puede almacenar en su memoria las características de lesión de hasta 12 médicos. Puede exportar datos vía dispositivo USB o bluetooth. Permite realizar RF convencional y pulsada. Es compatible con los diversos dispositivos de Neuro-



Fig. 6. Generador NT-1100.

therm, como son Diskit® y Simplicity®. Potencia de hasta 30 vatios. Es compatible con Accutherm® y Spinecath®. Pesa 9 kg.

—NT2000 (Fig. 7): es la gama superior de Neurotherm. Capaz de realizar hasta cuatro lesiones simultáneamente, cada una independiente. Realiza RF convencional, pulsada y bipolar. Posee la posibilidad de función con mando a distancia inalámbrico. Pantalla táctil de diseño moderno, puerto USB para exportar datos, y posibilidad de conexión a pantalla externa. Capacidad de conectar todos los dispositivos NeuroTherm: Diskit®, Simplicity®. Potencia máxima de 50 vatios. Es también compatible con Accutherm® y Spinecath®. Pesa 10 kg.



Fig. 7. Generador NT-2000.

OWL

El distribuidor en España es Oyasama España y Policare. Distribuyen los siguientes generadores de radiofrecuencia:

—URF-2A (Fig. 8): permite solamente RF convencional. Carece de pantalla digital. Sistema con display analógico o digital. Peso de 7,5 kg y potencia de 25 vatios. Permite una única lesión cada vez.

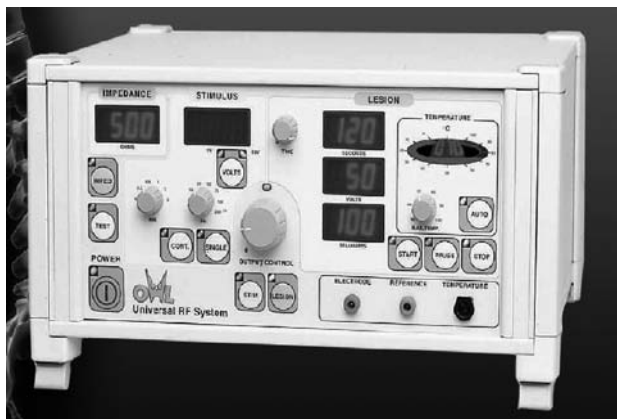


Fig. 8. Generador URF-2A.

—URF-3AP (Fig. 9): gama superior de OWL, permite RF convencional, pulsada y bipolar. Display gráfico multicolor, no táctil. Fácil de usar y muy intuitivo. Compatible con IDET® y Discrode®. Realiza una lesión cada vez, pero se le puede aplicar un adaptador



Fig. 9. Generador URF-3A.

(MLA-4) que permite realizar cuatro lesiones a la vez. Peso de 7,5 kg y potencia de 50 vatios.

Stryker

El distribuidor en España es Stryker Iberia. Distribuye el siguiente generador de radiofrecuencia:

—Multigen (Fig. 10): generador de pantalla táctil completa (carece de botones). Tiene la especial característica de poder provocar hasta cuatro lesiones con parámetros independientes cada una de ellas. Puede realizar RF convencional, pulsada y bipolar. Peso 8,2 kg y potencia de hasta 50 vatios. Compatible con los sistemas AcuTherm® y SpineCath®. Como hecho diferenciador presenta electrodos de Nitinol, que son más resistentes a las deformidades sin fractura. Presenta mando a distancia pero no es inalámbrico. Presenta control de temperatura en las lesiones bipolares.



Fig. 10. Generador Multigen.

Smith & Nephew

El distribuidor en España es Smith & Nephew España y Neurotherm España. Distribuye el siguiente generador de radiofrecuencia:

—Electrothermal 20 S (Fig. 11): carece de pantalla táctil, pero dispone de display LCD muy intuitivo. Reconoce automáticamente el electrodo, de tal manera que al ser conectado, presenta las programaciones adecuadas al procedimiento. Compatible con tecnología IDET® y TDD®. Permite RF convencional y pulsada. Pesa 5,7 kg, siendo el más ligero del mercado.



Fig. 11. Generador Electrothermal 20S.

CONCLUSIONES

El mercado español ofrece varios tipos de generadores de radiofrecuencia con distintas funciones, pero permitiendo todos ello la realización de lesiones de radiofrecuencia convencionales y pulsadas. Disponen de software diferentes, y cada vez son de mejor diseño, más intuitivos y polivalentes.

Se echa en falta un dispositivo más ligero, similar a una tableta, que se pudiese manejar estando lavado, sin contaminarse, y que fuese universal con los distintos tipos de cánulas o agujas. En lo que respecta a los electrodos o sondas, sería conveniente una mayor resistencia de las mismas. En este sentido los electrodos de Nitinol (aleación de Níquel y Titanio con memoria de forma) parecen ser una alternativa más duradera y maleable. Además, que la conexión entre las cánulas con el generador de ondas de radiofrecuencia fuese sin cables, por medio de dispositivos inalámbricos como wi-fi o bluetooth.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración para la elaboración del presente artículo de: Grupo Cardiva (cardiva@cardiva.com), Neurotherm España (victor@campoysl.com), Oyasama España, Policare Srl (info@policare.es), Stryker Iberia, Prognomed (prognomed@prognomed.com) y Smith & Nephew España.

CORRESPONDENCIA:

Javier de Andrés Ares
 Unidad del Dolor
 Complejo Hospitalario de Toledo
 Hospital Virgen de la Salud
 Avda. de Barber, 30
 45004 Toledo
 e-mail: jdeandresares@gmail.com

BIBLIOGRAFÍA

1. d'Arsonval MA. Action physiologique des courants alternatives. C R Soc Biol 1891;43:283-6.
2. Livraghi T, Goldberg SN, Lazzaronni S, et al. Hepatocellular carcinoma: Radiofrequency ablation of medium and large lesions. *Radiology* 2000;214:761-8.
3. Uematsu S, Udrarhelyi GB, Benson DW, et al. Percutaneous radiofrequency rhizotomy. *Surg Neurol* 1974;2:319-25.
4. Malik M, Benzon H. Radiofrequency applications to dorsal root ganglion. *Anesthesiology* 2008;109:527-42.
5. Cosman ER. A comment on the history of the pulsed radiofrequency technique for pain therapy. *Anesthesiology* 2005;103:1312-4.
6. Ahadian FM. Pulsed radiofrequency neurotomy: advances in pain medicine. *Curr Pain Headache Rep* 2004;8:34-40.
7. Guerts JWM, van Wijk RM, Wynne HJ, et al. Radiofrequency lesioning of dorsal root ganglia for chronic lumbosacral radicular pain: a randomised, double blind, controlled study. *Lancet* 2003;361:21-6.
8. Sluijter ME. Pulsed radiofrequency. *Anesthesiology* 2005;103:1313-4.
9. Arapetyan SN. Biological effects of electrical and magnetic fields. Academic Press New York. 1994.
10. Cosman ER Jr, Cosman ER Sr. Electric and thermal field effects in tissue around radiofrequency electrodes. *Pain Med* 2005;6:405-24.
11. Sluijter ME, Cosman E, Rittman W, et al. The effect of pulsed radiofrequency fields applied to the dorsal root ganglion. *Pain Clin* 1998;11:109-17.
12. Hong K, Georgiades C. Radiofrequency Ablation: Mechanism of Action and Devices. *J Vasc Interv Radiol* 2010;21:S179-S86.
13. Organ LW. Electrophysiologic principles of radiofrequency lesion making. *Appl Neurophysiol* 1976-1997; 39:69-76.
14. Sluijter ME. Radiofrequency. In: Sluijter ME (editor). *Radiofrequency Part 1*, Meggen (I.U.). Switzerland: Flivo Press SA; 2001:55,65.
15. Organ LW. Electrophysiologic principles of radiofrequency lesion making. *Applied Neurophysiology*. 1976;39:69-76.
16. Letcher FS, Goldring S. The effect of radiofrequency current and heat on peripheral nerve action potential in the cat. *J Neurosurg* 1968;29:42-7.
17. van Kleef M, Spaans F. The effects of producing a radiofrequency lesion adjacent to the dorsal root ganglion in patients with thoracic segmental pain by radiofrequency percutaneous partial rhizotomy. *Clin J Pain* 1995;11:325-32.
18. Heavner JE, Boswell MV, Racz GB. A comparison of pulsed radiofrequency and continuous radiofrequency on thermocoagulation of egg white in vitro. *Pain Physician* 2006;9:135-7.
19. Malik K, Benzon HT. Radiofrequency application to dorsal root ganglia: a literature review. *Anesthesiology* September 2008;109:527e42.
20. Podhajsky RJ, Sekiguchi Y, Kikuchi S, et al. The histologic effects of pulsed and continuous radiofrequency lesions at 42 degrees C to rat dorsal root ganglion and sciatic nerve. *Spine* 2005;30:1008-13.

21. Erdine S, Yucel A, Cimen A, et al. Effects of pulsed versus conventional radiofrequency current on rabbit dorsal root ganglion morphology. *Eur J Pain* 2005;9:251-6.
22. Erdine S, Cosman ER Sr, Cosman ER Jr. Ultrastructural changes in axons following exposure to pulsed radiofrequency fields. *Pain Pract* 2009;9:407-17.
23. Byrd D, Mackey S. Pulsed Radiofrequency for Chronic Pain. *Curr Pain Headache Rep.* 2008 January;12(1):37-41.
24. Abejon D, García del Valle S, Fuentes ML, Gomez-Arnau JI, Reig E, van Zundert J. Pulsed radiofrequency in lumbar radicular: Clinical effects in various etiological groups. *Pain Pract* 2007;7:21-6.