

Radiofrecuencia pulsada en la neuralgia esencial del trigémino. ¿Es una alternativa válida a la radiofrecuencia convencional?

M. Castro¹, L. Cánovas¹, F. Rocha², J. Martínez¹, M. Barreiro², D. Díaz², C Izquierdo³

¹ Médico Adjunto

² Médico Residente

³ Jefe de Servicio

Servicio de Anestesiología, Reanimación y Tratamiento del Dolor. Complejo Hospitalario Ourense. C/ Ramón Puga 54, 32005 Ourense Teléfono 988385834

Recibido: 26/01/2008 Aceptado: 13/02/2008

Castro M., Casanovas L., Rocha F., Martínez J., Díaz D., Izquierdo C.

Pulsed radiofrequency in the management of trigeminal essential neuralgia.

Is a valid alternative to the conventional radiofrequency?

SUMMARY

Objectives

To demonstrate the effectiveness and safety of pulsed radiofrequency in the treatment of the essential trigeminal neuralgia and to compare it with the conventional technique.

Material and Methods

This is a prospective observational study of 32 patients diagnosed of essential trigeminal neuralgia in which a total of 44 radiofrequencies were applied to the Gasserian ganglion. The radiofrequencies were performed in operating room under X-ray control with a Neurotherm generator, a 22G SMK needles, a sensitive stimulation to 50 Hz up to noticing paresthesia with 0,3-0,5 V and motor to 2 Hz without contraction of the masseter muscle finds except if third branch was stimulated. 28 pulsed radiofrequencies (RFP) and 16 conventional (RFC) were carried out. The RFP were carried out at a temperature 40 °C during 120 seconds whereas the RFC were performed at 80 °C during 60 seconds. The efficiency of the treatment was based on control of the pain according to the EVA scale at 30, 90, and 180 days and by means of Lattinen's test before and at the end of the study. All the patients were asked regarding the possible side effects of the treatment.

Results

44 procedures were realized. 60% of the patients were males and 40% women. The mean age was 68.32 years. Both groups were comparable as for previous pathology and personal precedents. In 4.5% of the patients, the first branch was affected, in 31.8% the second branch, in 36.4% the third branch, in 13.6% the first and second branch, and finally in 13.6% the second and third branch. The patients received RFP in 63,6% of the cases and RFC in 36.4 %. In the RFP group the evolution of the VAS was as followed: VAS 0: 8; VAS 1: 3.4; VAS 3: 2.5 and VAS 6: 2. and the Lattinen Index, LO: 16.9 and L6: 6. In the RFC group: VAS 0: 7.9; VAS 1: 3.25; VAS 3: 2 and VAS 6: 2. Lattinen index: LO: 16.125 and L6: 5. There were no statistically significant differences in the reduction of VAS and Lattinen. In the group of RFP it was necessary repeat the technique in 28,57% of the cases and in the group of RFC in 25% of the same ones. In none of two groups were observed neither complications derived from the technique nor side effects.

Conclusions

The RFP of the Gasser's ganglion appears as an effective and safe alternative treatment to the RFC in the management of the essential trigeminal neuralgia.

Key words: Trigeminal neuralgia, pulsed radiofrequency.

RESUMEN

Objetivos

Demostrar la eficacia y seguridad de la radiofrecuencia pulsada en el tratamiento de la neuralgia esencial del trigémino y compararla con la técnica convencional.

Material y métodos

Estudio observacional prospectivo en 32 pacientes diagnosticados de neuralgia esencial del trigémino a los que se les realizó un total de 44 radiofrecuencias del ganglio de Gasser. Las radiofrecuencias fueron realizadas en quirófano, bajo control radioscópico con un generador Neurotherm, agujas SMK 22G, estimulación sensitiva a 50 Hz hasta notar parestesia con 0,3-0,5 V y motora a 2 Hz sin que haya contracción del músculo masetero excepto si se está estimulando la 3ª rama. Se realizaron 28 radiofrecuencias pulsadas (RFP) y 16 convencionales (RFC). La RFP se realizaba a una t° de 40° C durante 120 sg mientras que la RFC se realizaba a una t° de 80° C durante 60 sg. La eficacia del tratamiento se basó en control del dolor según la EVA a los 30, 90, y 180 días y mediante el test de Lattinen antes y al final del estudio. Todos los pacientes fueron preguntados acerca de posibles efectos secundarios.

Resultados

Se realizaron un total de 44 procedimientos. El 60% de los pacientes fueron varones y el 40% mujeres. La edad media fue de 68.32 años. Ambos grupos fueron comparables en cuanto a patología previa y antecedentes personales. Entre las ramas afectas el 4.5% de los pacientes tenía afectada la primera rama, el 31.8% la segunda rama, el 36.4% la tercera rama, el 13.6% la primera y segunda rama, y el 13.6% la segunda y tercera rama. Los pacientes recibieron RFP en el 63,6% de los casos y RFC en el 36.4%. En el grupo de RFP la evolución del VAS fue: VAS 0: 8; VAS 1: 3.4; VAS 3: 2.5 y VAS 6: 2. y del índice de Lattinen, L0: 16.9 y L6: 6. En el grupo de RFC, VAS 0: 7.9; VAS 1: 3.25; VAS 3: 2 y VAS 6: 2. El índice de Lattinen, L0: 16.125 y L6: 5. No hubo diferencias estadísticamente significativas en la reducción del VAS y del Lattinen. En el grupo de RFP se necesitó repetir la técnica en el 28,57 % de los casos y en el grupo de RFC en el 25% de los mismos. En ninguno de los dos grupos se observaron complicaciones derivadas de la técnica ni efectos secundarios.

Conclusiones

La RFP del ganglio de Gasser se muestra como una alternativa eficaz y segura a la RFC en el tratamiento de la neuralgia esencial del trigémino.

Palabras clave: Neuralgia del trigémino, radiofrecuencia pulsada.

INTRODUCCIÓN

La neuralgia del trigémino es la neuralgia facial más frecuente en la población mayor de 50 años, con una incidencia media de 4 por 100.000 habitantes y año (1). Se caracteriza por paroxismos dolorosos lancinantes y breves, de menos de dos minutos de duración. Estos paroxismos pueden ser espontáneos o desencadenados por ciertos estímulos (roce de la piel, masticar, hablar) y se localizan en la distribución de una o varias ramas de trigémino (2). Suele ser idiopática, en la que la exploración neurológica y los estudios de imagen son normales, o secundaria a un proceso tumoral o a esclerosis múltiple, debiéndose tener en cuenta estas entidades en las formas juveniles.

La base del tratamiento debe ser inicialmente farmacológica con anticonvulsivantes, antidepresivos y analgésicos, y solamente cuando éste no sea efectivo o pierda su efectividad con el tiempo debemos recurrir a técnicas intervencionistas como bloqueo diagnóstico/terapéutico con anestésico local y corticoide de las ramas afectadas, radiofrecuencia o técnicas quirúrgicas.

La radiofrecuencia fue descrita en 1975 por She-aly (3) y consiste en una corriente de baja energía y alta frecuencia. Se trata de hacer pasar una corriente de 400.000 Hz a través de dos electrodos; uno denominado electrodo activo que se encuentra aislado en toda su longitud excepto en la punta que se sitúa en el lugar en el que queremos realizar la lesión y el otro llamado indiferente o dispersivo, el cual consiste en una placa de material conductivo, con un área recomendada de 150 cm²; mínimo 100 veces superior al área de la superficie no aislada del electrodo activo.

La corriente resultante provoca una fricción de los iones, produciendo calor en el tejido; esta producción será máxima en el área de mayor densidad de corriente, es decir, alrededor del extremo activo del electrodo. La cantidad de calor producida depende, por una parte, del voltaje de salida del generador en la RF y por otra, de la impedancia eléctrica del circuito. La impedancia depende principalmente de las características de la conductibilidad eléctrica del tejido que rodea al extremo activo del electrodo.

Hasta hace pocos años se creía que la destrucción nerviosa por el calor era el mecanismo principal de los efectos clínicos de la radiofrecuencia, sin embargo Slappendel y cols. (4) demostraron, en pacientes con cervicobraquialgia crónica benigna, que no había diferencias en cuanto a eficacia cuando realizaban la radiofrecuencia a una temperatura de 40 °C aplicada a la raíz del ganglio dorsal y la comparaban con la radiofrecuencia convencional a 67 °C. Desde entonces existen dos modalidades para aplicar esta técnica, la

radiofrecuencia convencional y la radiofrecuencia pulsada. La radiofrecuencia pulsada consiste por tanto, en la administración controlada de pulsos de calor que no excedan los 42 °C, con la finalidad de alterar la transmisión dolorosa al cerebro de un nervio periférico (neuromodulación) sin llegar a su destrucción (neurolisis).

Múltiples trabajos han demostrado la elevada eficacia de la radiofrecuencia convencional en el tratamiento de la neuralgia esencial del trigémino (5-8) pero existe escasa literatura sobre el papel que puede desempeñar la radiofrecuencia pulsada en este campo. El objetivo de este trabajo es demostrar la eficacia y seguridad de esta técnica en el tratamiento de la neuralgia esencial del trigémino y compararla con la técnica convencional.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un estudio observacional prospectivo de una muestra de 32 pacientes diagnosticados de neuralgia esencial del trigémino a los que se les realizó un total de 44 radiofrecuencias del ganglio de Gasser durante el período comprendido desde junio de 2004 hasta junio de 2007.

Los tratamientos previos incluían en todos los casos antidepresivos tricíclicos y anticonvulsivantes asociados a opioides sin conseguir un adecuado control del dolor.

Las radiofrecuencias fueron realizadas en quirófano, bajo control radioscópico. Se colocaba al paciente en decúbito supino con el cuello en hiperextensión y se fijaba la cabeza a la mesa con esparadrapo. Se colocaba el rayo en posición anteroposterior sobre el lado a tratar tras lo cual se realizaba una inclinación caudal de unos 30° (dirección subzigomática) y una rotación oblicua de 10-15° hasta visualizar el arco mandibular y medialmente el agujero oval (fig. 1). El punto de punción suele realizarse 2 cm lateral y 1 cm superior a la comisura bucal introduciendo la aguja con visión en túnel (fig. 2). Posteriormente se pasa el rayo a proyección lateral y se avanza la aguja hasta la unión del hueso petroso con el clivus (fig. 3).

Se utilizó un generador Neurotherm, agujas SMK 22G (100 mm de longitud y 2 mm de punta activa), estimulación sensitiva a 50 Hz hasta notar parestesia con 0,3-0,5 V y motora a 2 Hz sin que haya contracción del músculo masetero excepto si se está estimulando la 3ª rama y con una impedancia < de 300 ohms.



Fig. 1. Visualización del agujero oval.



Fig. 2. Aguja introducida en visión túnel a través del agujero oval.

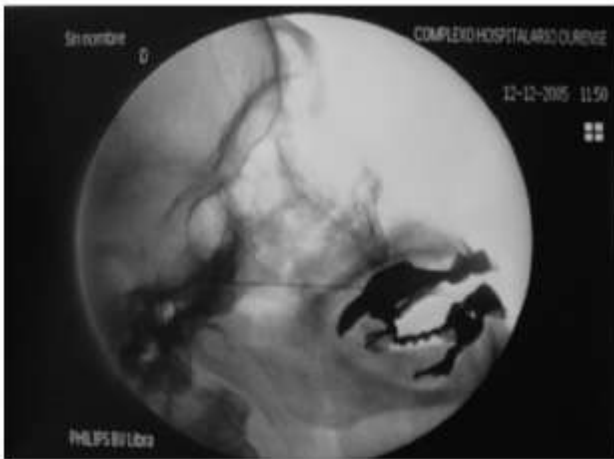


Fig. 3. Proyección lateral del rayo. La aguja avanza hasta el clivus.

De las 44 radiofrecuencias realizadas, 28 fueron pulsadas y 16 convencionales. La radiofrecuencia pulsada se realizaba a una temperatura de 40° C durante 120 segundos mientras que la convencional se realizaba a una temperatura de 80° C durante 60 segundos. Los pacientes permanecían despiertos durante la estimulación y sedados con remifentanilo durante la lesión.

La eficacia del tratamiento se basó en el control del dolor según la Escala Visual Analógica basal (EVA 0), A los 30 días (EVA 1), a los 90 días (EVA 2) y a los 6 meses (EVA 3) de las radiofrecuencias y mediante el test de Lattinen evaluado antes del tratamiento (TLT 0) y al final del estudio (TLT 1). El test de Lattinen es un cuestionario que recoge información sobre la intensidad del dolor y el impacto que tiene en la vida diaria. Recoge cinco variables referidas al dolor: intensidad, frecuencia, consumo de analgésicos, nivel de actividad y reposo nocturno, evaluadas de 0 a 4 hasta alcanzar un máximo de 20 puntos.

Todos los pacientes fueron preguntados acerca de posibles efectos secundarios como cualquier sensación experimentada que pudiera tener relación con la realización de la radiofrecuencia.

Finalmente se registró el grado de satisfacción del paciente al finalizar el estudio: excelente, buena, regular o mala.

RESULTADOS

Se realizaron un total de 44 procedimientos en 32 pacientes. El 60% de los pacientes fueron varones y el 40% mujeres. La edad media fue de 68.32 años. Ambos grupos fueron comparables en cuanto a patología previa y antecedentes personales.

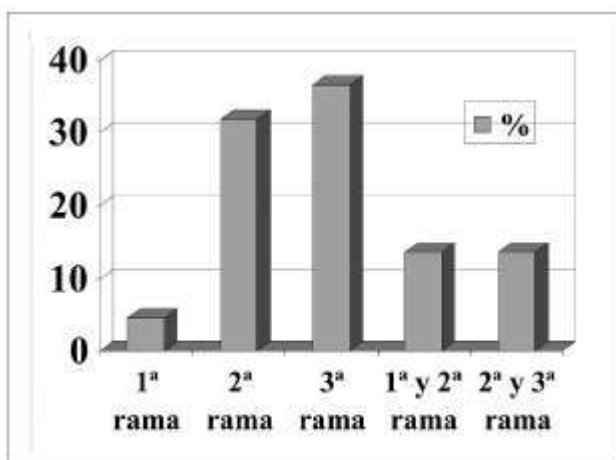


Fig. 4. Distribución de las ramas afectadas.

Entre las ramas afectas el 4.5% de los pacientes tenía afectada la primera rama, el 31.8% la segunda rama, el 36.4% la tercera rama, el 13.6% la primera y segunda rama, y el 13.6% la segunda y tercera rama (fig. 4).

Los pacientes recibieron radiofrecuencia pulsada (RFP) en el 63,6% de los casos y convencional (RFC) en el 36.4%.

En el grupo de RFP el VAS inicial (VAS 0) fue de 8. Su evolución al mes (VAS 1) fue de 3.4, a los tres meses (VAS 3) de 2.5 y a los seis meses (VAS 6) de 2. En cuanto al índice de Lattinen el (L0) fue de 16.9 y a los seis meses (L6) de 6.

En el grupo de RFC el VAS inicial (VAS 0) fue de 7.9; al mes el (VAS 1) fue de 3.25, a los tres meses (VAS 3): 2 y a los seis meses (VAS 6): 2. En cuanto el índice de Lattinen (L0) 16.125 y a los seis meses (L6) de 5.

La evolución global del VAS fue: VAS 0: 8, VAS1: 3.36, VAS 3: 2.74, VAS 6: 2.89. Respecto al índice de Lattinen fue L0 15.68 y L6 6.05.

En ninguno de los dos grupos se observaron diferencias estadísticamente significativas en la reducción del VAS y del índice de Lattinen (fig. 5 y 6).

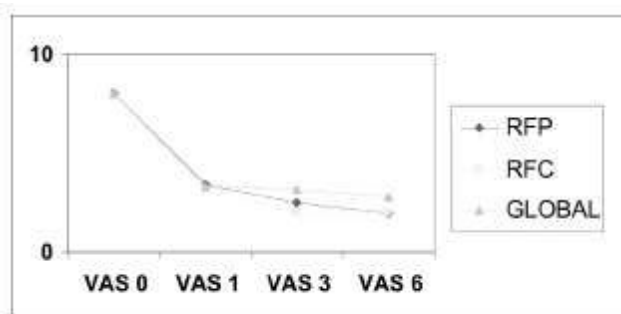


Fig. 5. Evolución del VAS.

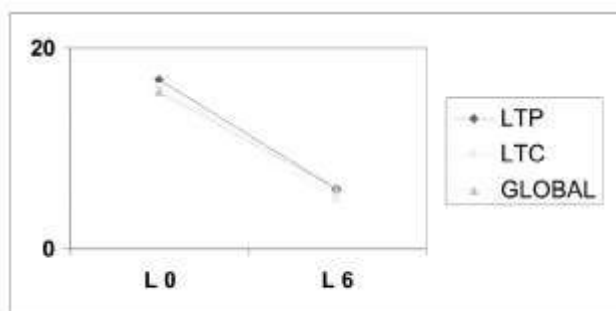


Fig. 6. Evolución del Índice de Lattinen.

En el grupo de RFP se necesitó repetir la técnica en el 28,57% de los casos y en el grupo de RFC en el 25% de los mismos. En ambos grupos fue más frecuente entre mujeres, aunque sin significación estadística.

En ambos grupos se observó una disminución significativa en la medicación previa a la técnica, así como una reducción de los síntomas en todos los pacientes.

La valoración global fue positiva con ambas técnicas, no observándose diferencias estadísticamente significativas entre las dos.

En ninguno de los dos grupos se observaron complicaciones derivadas de la técnica ni efectos secundarios. El 90% de los pacientes tratados con radiofrecuencia convencional presentaron disminución de la sensibilidad facial del lado afecto tras la técnica, pero esto no puede considerarse efecto adverso sino condición sine qua non para un alivio del dolor a largo plazo.

DISCUSIÓN

La neuralgia del trigémino continúa siendo un reto para las Unidades de Dolor. El tratamiento farmacológico inicial muchas veces no es efectivo o bien los efectos secundarios obligan a su retirada. Es entonces cuando debemos plantearnos el uso de técnicas intervencionistas. Aproximadamente un 75% de los pacientes responden mal a la medicación a largo plazo y requieren técnicas intervencionistas (9).

Dentro de los tratamientos intervencionistas existen varias opciones: inyección retrogasseriana con gli-cerol (10), microdescompresión vascular (11), compresión percutánea del ganglio y raíces trigeminales (12). De todas ellas la microdescompresión vascular u operación de Jannetta es la más utilizada y considerada de elección por muchos neurocirujanos en pacientes jóvenes y sanos. Se basa en la creencia de que el dolor es debido a la compresión del ganglio de Gasser por pequeños vasos y consiste en interponer un pequeño parche entre el nervio y los vasos sanguíneos cercanos (11).

Pero la técnica más utilizada hoy en día y considerada de elección es la termocoagulación percutánea por radiofrecuencia del ganglio de Gasser ideada por Swe-et en 1974 (13). Con esta técnica, en general el 99% de los pacientes obtienen alivio del dolor en el postoperatorio inmediato (7), siendo la tasa de recurrencia baja, de aproximadamente el 20% a los 7-9 años (9). La mortalidad varía entre un 0-1% y la morbilidad entre un 0-40% (14), siendo las complicaciones más frecuentes la paresia de los maseteros (1-40%), la anestesia (2,8-35%) y úlcera corneal (0,01-2,46%), la anestesia dolorosa o disestesia (2-25%), la aparición de tinnitus o sensación de plenitud en el oído (9%), parálisis de pares craneales (0,2-6,5%), parálisis facial (0-0,4%) y otras mucho menos frecuentes: hemorragia intracraneal, infarto cerebral,

meningitis, diplopía, ceguera, fístula carótido-cavernosa, abscesos del lóbulo temporal, convulsiones. De todas estas complicaciones la más molesta es la anestesia dolorosa o disestesia que consiste en dolor en la zona facial insensible asociada con rubor y endurecimiento de la piel.

La radiofrecuencia pulsada es una modalidad de radiofrecuencia desarrollada por Sluijter y cols. (15) que parece una alternativa válida a la radiofrecuencia convencional en el tratamiento de síndromes dolorosos crónicos (16), incluyendo síndromes de dolor neu-ropático (17,18). Los tejidos se exponen no sólo a una temperatura determinada sino que también son expuestos a un campo electromagnético, y este a su vez parece que tiene un efecto biológico a nivel intracelular. Se puede considerar una técnica más de neuro-modulación que de neuroablación en la que la temperatura del electrodo no excede de 42° C, por lo que no se produce desnaturalización de proteínas ni destrucción de tejido nervioso. El mecanismo consiste en exponer al nervio a un campo eléctrico de alta frecuencia durante 20 ms seguido de una pausa de 480 ms que permite eliminar el calor generado (19).

En este artículo presentamos los resultados y comparativa en 32 pacientes con neuralgia del trigémino rebelde al tratamiento farmacológico tratados con radiofrecuencia pulsada o convencional del ganglio de Gasser. Revisando la literatura solo hemos encontrado dos trabajos en los que se utilice la radiofrecuencia pulsada para el tratamiento de la neuralgia esencial del trigémino (20,21).

En el primero de ellos Van Zundert y colaboradores nos presentan los resultados de la técnica aplicada en cinco pacientes seleccionados de alto riesgo con unos resultados excelentes. Tres de los cinco pacientes obtuvieron un alivio completo del dolor a largo plazo y otro lo obtuvo tras una segunda sesión. Solo uno de los cinco pacientes obtuvo un alivio del dolor parcial y de corta duración. Estos resultados pueden ser extrapolables a nuestra serie de 28 radiofrecuencias pulsadas con una reducción del VAS de 8 a 2 y del índice de Lattinen de 17 a 6 en seis meses de seguimiento, con una tasa de recurrencia del 28,57% y con una ausencia total de efectos adversos.

En el segundo artículo Erdine y colaboradores presentan un estudio prospectivo, controlado y doble ciego sobre la eficacia de la técnica pulsada comparada con la convencional. Los resultados son demoledores, en el grupo de la técnica convencional 19 pacientes obtuvieron un alivio completo del dolor a largo plazo y uno presentó anestesia dolorosa. En el grupo de la radiofrecuencia pulsada solamente 2 pacientes obtuvieron un alivio parcial del dolor con recurrencia a los 3 meses. A los 20 pacientes de este grupo se les acabó realizando una radiofrecuencia convencional con alivio completo del dolor a largo plazo. Los autores concluyen que la radiofrecuencia pulsada no es una técnica efectiva para el tratamiento de la neuralgia esencial del trigémino.

En nuestro estudio no encontramos diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la eficacia de ambas técnicas, consiguiendo tanto con la técnica convencional como con la pulsada un alivio importante del dolor a largo plazo (6 meses) y una tasa de recurrencia similar (28,57% vs 25%). No encontramos una explicación lógica respecto a las diferencias con el estudio de Erdine teniendo en cuenta que los datos demográficos y la casuística son similares. La diferencia es que nuestro estudio no es randomizado ni doble ciego, pero esto no justifica unos resultados tan dispares.

Para nosotros la radiofrecuencia pulsada puede ser una alternativa válida, sobre todo en pacientes que no deseen quedar con la hipoestesia facial típica tras la técnica convencional. La ventaja principal de la radiofrecuencia pulsada es que puede repetirse las veces que sea necesaria sin riesgo de producir sintomatología derivada de la destrucción nerviosa (hipoestesia facial y corneal, disestesia, anestesia dolorosa, etc). A pesar de todo, nuestra primera opción en pacientes con una sintomatología muy invalidante sigue siendo la técnica convencional.

En conclusión podemos decir que según nuestro estudio y a pesar del escaso número de casos, la radiofrecuencia pulsada se muestra como una técnica eficaz y segura a la radiofrecuencia convencional para el tratamiento de la neuralgia esencial del trigémino resistente a terapia convencional.

CORRESPONDENCIA

Marcos Castro Bande

Servicio de Anestesiología y Reanimación y

Tratamiento del Dolor

Complejo Hospitalario de Ourense

C/ Ramón Puga, 54

32005 Orense

Tel.: 988 385642 - 385640 - 385835

e-mail: marcoscb@telefonica.net

Financiación: Ninguna

Conflictos de interes: No declarados

BIBLIOGRAFÍA

1. Katusic S, Beard CM, Bergstralh E, et al. Incidence and clinical features of trigeminal neuralgia, Rochester, Minnesota, 1954-1984. *Ann Neurol* 1990; 27: 89-95.
2. Headache Classification Committee of the International Headache Society. Classification and Diagnostic Criteria for Headache Disorders, Cranial Neuralgias and Facial Pain. *Cephalalgia* 1988; 8 (Suppl. 7): 9-96.
3. Shealy CN. Percutaneous radiofrequency denervation of the spinal facets. *J Neurosurg* 1975; 43: 448-51.
4. Slappendel R, Crul BJ, Braak GJ, et al. The efficacy of radiofrequency lesioning of the cervical spinal dorsal root ganglion in a double blinded randomized study: no difference between 40 °C and 67 °C treatments. *Pain* 1997; 73: 159-63.
5. Nugent GR. Radiofrequency treatment of trigeminal neuralgia using a cordotomy-type electrode. *Neuro-surgery clinics of North America* 1997; 8: 41-52.
6. Taha JM, Tew JM, Buncher CR. A prospective 15- year follow up of 154 consecutive patients with trigeminal neuralgia treated by percutaneous stereotactic radiofrequency thermal rhizotomy. *J Neurosurg* 1995; 83: 989-93.
7. Taha JM, Tew JM. Comparison of surgical treatments for trigeminal neuralgia: reevaluation of radiofrequency rhizotomy. *Neurosurgery* 1996; 38: 865-71.
8. Zakrzewska JM, Jassim S, Bulman JS. A prospective, longitudinal study on patients with trigeminal neuralgia who underwent radiofrequency thermocoagulation of the Gasserian ganglion. *Pain* 1999; 79: 51-8.
9. Taha JM, Tew JM. Treatment of trigeminal neuralgia by percutaneous radiofrequency rhizotomy. *Neurosurg Clin N Am* 1997; 8: 31-9.
10. Hakanson S. Trigeminal neuralgia treated by the injection of glycerol into the trigeminal cistern. *Neurosurgery* 1981; 6: 638-46.
11. Jannetta PJ. Microsurgical management of trigeminal neuralgia. *Arch Neurol*. 1985; 42: 800.
12. Mullan S, Lichtor T. Percutaneous microcompression of the trigeminal ganglion for trigeminal neuralgia. *J Neurosurg* 1983; 59:1007-12.
13. Sweet W, Wepsic J. Controlled thermocoagulation of trigeminal ganglion and rootlets for differential destruction of pain fibers. 1. Trigeminal neuralgia. *J Neurosurg* 1974; 40: 143-56.
14. Gybels J, Sweet W. The trigeminal nerve. In: *Neuro-surgical treatment of persistent pain*. Gindenberg (Ed.). Basel: Karger; 1989: 1-69.
15. Sluijter M, Corman ER, Rittman WB, et al. The effects of pulsed radiofrequency fields applied to the dorsal root ganglion. A preliminary report. *The Pain Clinic* 1998; 11: 109-17.
16. Mikeladze G, Espinal R, Finnegan R, et al. Pulsed radiofrequency application in treatment of chronic zygapophyseal joint pain. *The Spine Journal* 2003; 3: 360-362.
17. Van Zundert J, Patijn J, Kessels A, et al. Pulsed radio-frequency 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.

18. D. Abejón, C. Delgado, C. Nieto, et al. Tratamiento de la radiculopatía lumbar con radiofrecuencia pulsada. *Rev. Soc. Esp. Dolor* 2004; 11: 345-52.
19. Abejón D, Reig E. Is pulsed radiofrequency a neuro-modulation technique? *Neuromodulation* 2003; 1: 1-3.
20. Van Zundert J, Brabant S, Van de Kelft E, et al. Pulsed radiofrequency treatment of the Gasserian ganglion in patients with idiopathic trigeminal neuralgia. *Pain* 2003; 104: 449-52.
21. Erdine S, Ozyalcin NS, Cimen A, et al. Comparison of pulsed radiofrequency with conventional radiofrequency in the treatment of idiopathic trigeminal neuralgia. *Eur J Pain* 2007; 11: 309-13.