
ARTÍCULO ORIGINAL

**MODIFICACIÓN A LA TÉCNICA DEL
PROCEDIMIENTO DE TERMORIZOTOMIA
PERCUTÁNEA POR RADIOFRECUENCIA PARA EL
TRATAMIENTO DE LA NEURALGIA ESENCIAL DEL
NERVIO TRIGÉMINO. NOTA TÉCNICA.**

**A TECHNICAL MODIFICATION OF THE HARTEL
TECHNIQUE FOR FORAMEN OVALE
CANNULATION IN TREATING TRIGEMINAL
NEURALGIA.**

**MODIFICAÇÃO DA TÉCNICA DO PROCEDIMENTO
DE TERMORRIZOTOMIA POR RADIOFREQUÊNCIA
PERCUTÂNEA PARA O TRATAMENTO DA
NEVRALGIA ESSENCIAL DO NERVO TRIGÊMEO.
NOTA TÉCNICA.**

Juan Carlos Acevedo González MD¹, Manuela Londoño Barrera MD². Alejandro Vargas Moreno MD³

¹Residente Neurocirugía. Hospital Universitario San Ignacio. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

²Hospital Universitario San Ignacio. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

³Médico Neurocirujano especialista en Neurocirugía Funcional, Estereotaxia, Manejo de Dolor y de Espasticidad. Hospital Universitario San Ignacio. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Correspondencia.

Alejandro Vargas Moreno MD

Departamento neurocirugía.

Unidad de neurociencias.

Hospital Universitario San Ignacio, Bogotá, Colombia.

Dirección: Cra.7 #40- 62 E-mail: Vargas-alejandro@javeriana.edu.co

Teléfono: (+571) 5946161 Ext: 2301

Resumen

Introducción: La rizotomía percutánea del nervio trigémino clásicamente utiliza la técnica descrita por Hartel en donde, mediante estructuras anatómicas de superficie que buscan generar una pirámide con su ápice en el foramen oval, se genera una canulación del mismo, con el objetivo de intervenir, mediante neuro modulación, las fibras encargadas de la nocicepción dentro del nervio trigémino. En el presente trabajo buscamos describir como mediante una representación cartesiana del foramen oval, utilizando guías más específicas y sencillas, puede favorecerse su punción de una forma segura y reproducible.

Materiales y Métodos: Se realizó una revisión de la literatura enfocada en el tratamiento de la neuralgia esencial del nervio trigémino y sus desenlaces, con especial énfasis en los artículos que buscaron modificar la técnica y en aquellos que referenciaban la descripción original de Hartel. Así mismo proponemos una modificación a la técnica original.

Resultados: Se encontró dentro del análisis como la termorizotomía percutánea del ganglio de Gasser, se constituye como una terapia con resultados satisfactorios en términos de control sintomático, mejoría en calidad de vida y satisfacción del paciente. No se encontraron registros que advocaran modificaciones específicas a la técnica original. Nuestro grupo plantea que la localización del foramen oval se facilita si se ubica dentro de un plano cartesiano definiendo una coordenada X (Reborde palpable de manera digital del maxilar superior durante la punción), coordenada Y (Un punto un centímetro anterior a la articulación témporo mandibular (ATM) visualizado en una proyección fluoroscópica estrictamente lateral) y una coordenada Z (Definida en una proyección lateral a la relación del reborde anterior del clivus y la pirámide petrosa). Se proveen esquemas que demuestran la modificación.

Conclusiones: La descripción clásica de Hartel y sus modificaciones de la técnica de canalización del foramen oval de forma percutánea, se apoyan en un esquema tridimensional subjetivo e imaginario que ha sido útil por muchas décadas. Nosotros planteamos la modificación "Acevedo-Vargas" en la que utilizamos unos parámetros objetivos y fijos, tanto anatómicos como radiológicos, que son simples, objetivos y seguros.

Palabras clave: Nervio trigémino, Neuralgia trigeminal, Radiofrecuencia, técnica de Hartel, Tic Douloureux.

Abstract

Introduction: The percutaneous rhizotomy of the trigeminal nerve classically uses the technique described by Hartel where, by means of superficial anatomical landmarks that generate a pyramid with its apex in the foramen ovale, a cannulation of the this structure is achieved with the aim of intervening, through neuro modulation, the fibers responsible for nociception within the trigeminal nerve. In the present work we seek to describe how by means of a Cartesian representation of the foramen ovale, using more specific and simple repairs, its puncture can be favored in a safe and reproducible way.

Methods: A literature review focused on the treatment of essential trigeminal nerve neuralgia and its outcomes was conducted, with special emphasis on the articles that sought to modify the technique and on those that referenced Hartel's original description. We also propose a modification to the original technique.

Results: It was found within the analysis that the percutaneous thermorizotomy of the Gasser ganglion, is constituted as a therapy with satisfactory results in terms of symptomatic control, improvement in quality of life and patient satisfaction. No records were found that advocated specific modifications to the original technique. Our group suggests that the location of the foramen ovale is facilitated if it is located within a Cartesian plane defining an X coordinate (Digitally palpable edge of the upper jaw during puncture), Y coordinate (A point one centimeter anterior to the temporomandibular joint (TMJ) visualized in a strictly lateral fluoroscopic projection) and a Z coordinate (Defined in a lateral projection to the relation of the anterior rim of the clivus and the petrous pyramid). Schematics are provided demonstrating the modification.

Conclusions: Hartel's classic description and his modifications of the percutaneous foramen ovale cannulation technique are based on a subjective and imaginary three-dimensional scheme that has been useful for many decades. We proposed the "Acevedo-Vargas" modification in which we use objective and fixed parameters, both anatomical and radiological, which are simple, objective and safe.

Keywords: Trigeminal nerve, Trigeminal neuralgia, Radiofrequency therapy, Hartel Technique, Tic Douloureux.

Resumo

Introdução: A rizotomia percutânea do nervo trigêmeo classicamente utiliza a técnica descrita por Hartel onde, por meio de estruturas anatômicas de superfície que buscam gerar uma pirâmide com seu ápice no forame oval, é gerada uma canulação da mesma, com o objetivo de intervindo, por meio de neuromodulação, as fibras responsáveis pela nocicepção dentro do nervo trigêmeo. No presente trabalho procuramos descrever como por meio de uma representação cartesiana do forame oval, utilizando guias mais específicas e simples, sua punção pode ser favorecida de forma segura e reprodutível.

Materiais e Métodos: Foi realizada uma revisão da literatura com foco no tratamento da neuralgia essencial do trigêmeo e seus desfechos, com ênfase especial nos artigos que buscaram modificar a técnica e nos que referenciaram a descrição original de Hartel. Também propomos uma modificação da técnica original.

Resultados: Constatou-se na análise como a termorizotomia percutânea do gânglio de Gasser, se constitui como uma terapia com resultados satisfatórios em termos de controle sintomático, melhora na qualidade de vida e satisfação do paciente. Não foram encontrados registros que defendessem modificações específicas na técnica original. Nosso grupo sugere que a localização do forame oval é facilitada se estiver localizado dentro de um plano cartesiano definindo uma coordenada X (borda digitalmente palpável da maxila durante a punção), coordenada Y (ponto A um centímetro anterior à articulação temporomandibular (ATM) visualizado em uma visão fluoroscópica estritamente lateral) e uma coordenada Z (definida em uma visão lateral para a relação da borda anterior do clivus e a pirâmide petrosa). Esquemas são fornecidos para demonstrar a modificação.

Conclusões: a descrição clássica de Hartel e suas modificações da técnica de canulação percutânea do forame oval são apoiadas por um esquema tridimensional subjetivo e imaginário que tem sido útil por muitas décadas. Propusemos a modificação "Acevedo-Vargas" na qual utilizamos parâmetros objetivos e fixos, tanto anatômicos quanto radiológicos, que são simples, objetivos e seguros.

Palavras chave: Nervio trigêmeo, Neuralgia do trigêmeo, Radiofrequência, Técnica de Hartel, Tic Doulurex.

Introducción.

La neuralgia del trigémino es una entidad que se encuentra clasificada dentro de los síndromes dolorosos cráneo faciales, siendo definida por la asociación internacional para el estudio del dolor como "Un dolor súbito unilateral, severo, lancinante y recurrente en la distribución de una o más ramas del V par craneal" (1,2,3,4).

Se constituye como la forma de dolor facial más común en pacientes mayores de 50 años, principalmente ocurriendo entre la quinta y séptima década de la vida, teniendo una incidencia anual de entre 4 a 5 casos por cada 100000 habitantes junto con una prevalencia del 0.001% en la población (3).

Una encuesta realizada en seis países europeos indicó que la neuralgia trigeminal impactó significativamente la calidad de vida y la funcionalidad socio económica de los pacientes afectados suponiendo un compromiso sobre la capacidad laboral en un 34% de los pacientes que la padecen (5).

Fisiopatológicamente existen diversos fenómenos que se asocian a la génesis de esta entidad (3). Entre los más aceptados, se encuentran la compresión de la raíz dorsal del trigémino en su entrada a nivel del tallo causada por asas vasculares, junto con procesos de desmielinización de fibras gruesas que llevan a la formación de cortocircuitos anómalos causantes del dolor. Así mismo, se estipula que la irritación crónica de las terminaciones nerviosas del trigémino produce una alteración en los sistemas inhibitorios segmentarios de los núcleos sensitivos de este nervio y, en consecuencia, un aumento en la actividad de estos mismos por la aparición de potenciales de acción ectópicos.

Inicialmente se propone el tratamiento farmacológico con medicamentos neuro moduladores para el manejo de esta patología, sin embargo, un 30 a 40% de pacientes persiste con síntomas mal controlados a pesar de estar instaurado este manejo a dosis máxima, o presentan efectos adversos intolerables asociados a los medicamentos que deben llevar a considerar otras alternativas de manejo, existiendo evidencia que establece que el tratamiento quirúrgico temprano puede mejorar el pronóstico a largo plazo y mejorar la satisfacción del paciente (3).

Para los pacientes que ameritan un tratamiento quirúrgico, existen múltiples opciones como los procedimientos percutáneos, la descompresión micro vascular y la radiocirugía (6,7,8).

Dentro de los procedimientos realizados frecuentemente de forma percutánea, la utilización de termorrizotomía por radiofrecuencia del nervio trigémino se asocia a un alivio del dolor mediante una modulación directa de las fibras encargadas del procesamiento del mismo siendo una terapia aceptada y efectiva (2,9,10,11), existiendo evidencia de su utilidad en la práctica clínica (24).

Materiales y métodos.

Clásicamente se describe la técnica de Hartel para alcanzar el foramen oval.

Realizamos una revisión de la literatura enfocada en el tratamiento de la neuralgia esencial del nervio trigémino y sus desenlaces, con especial énfasis en los artículos que buscaron modificar la técnica y en aquellos que referenciaban la descripción original de Hartel. Así mismo proponemos una modificación a la técnica original. Proponemos en este artículo una modificación a la descripción original para optimizar la misma y favorecer su seguridad y eficacia.

Resultados: Reseña histórica de la técnica de Hartel

En el año 1914, el Doctor Fritz Hartel publica su artículo titulado "*Manejo de la neuralgia del trigémino con inyecciones intracraneales de alcohol*" (12), en la revista "Archivos de cirugía de Langenbeck". En su artículo de 124 páginas, está dividido en apartes sobre la técnica para alcanzar el foramen oval, particularidades sobre inyección de alcohol, complicaciones (Detallando su incidencia y manejo), indicaciones para realización del procedimiento y resultados (Exponiendo su

serie personal de casos). El Dr. Hartel adicionalmente realiza un recuento histórico de las alternativas de manejo existentes para la neuralgia de trigémino en ese entonces.

Hartel se basó en el trabajo del Dr. Wilfred Harris, quien en 1912 fue el primero que de forma percutanea, logro una inyección de alcohol para el tratamiento de la neuralgia del trigemino obteniendo anestesia en los pacientes intervenidos. El Dr. Hartel realizó modificaciones técnicas para optimizar los desenlaces de la intervención y disminuir la incidencia de efectos secundarios asociados a lesión de estructuras neuro vasculares.

Hartel inicialmente planteó las observaciones preliminares de su técnica en cadaveres. Realizó una inyección percutanea de colorantes a traves del foramen oval para valorar la tinción de estructuras blanco (Raiz del nervio trigémino, ganglio de Gasser y cavum de Meckel), calcular el tamaño del cavum de Meckel, y con ello, estimar la masa trigeminal.

Basado en multiples inyecciones, Hartel determinó que el volumen no era superior a un centrimetro cúbico, y por lo tanto, esta era la cantidad que decidio era ideal de alcohol para inyectar a sus pacientes.

Asi mismo, realizó mediciones anatómicas identificando que las terminaciones nerviosas de la tercera rama trigeminal se encuentran a 4 milímetros de la entrada al foramen oval, que la distancia entre el borde intracraneal del foramen oval hasta el borde inferior del ganglio de Gasser es de 7 a 10 milímetros y la distancia entre el borde inferior del foramen oval hasta el peñasco del temporal es de 14 a 23 milímetros, siendo en promedio de 19 milímetros, todo esto con el ánimo de optimizar la certeza de la intervención quirúrgica y con ello sus desenlaces, reconociendo que las medidas anteriores tienen una alta variabilidad y la localización anatómica para poder infiltrar todo el ganglio no debe ser guiada por medidas, sino por la sensación subjetiva de cada paciente.

Para alcanzar el foramen oval, el Dr. Hartel propone la identificación de distintos puntos anatómicos sobre la cara que van a permitir construir una pirámide cuyo vertice se localizara en el foramen oval, correspondiendo con el orificio de salida de la tercera rama del nervio trigémino a la altura de la base del cráneo. Dichos puntos están localizados a un centímetro del tragus homolateral al lado del

dolor, a dos centímetros de la comisura labial y en relación con la línea medio pupilar del lado del abordaje (esos puntos determinan la base de la pirámide, siendo la punta la entrada al foramen oval).

Con sus múltiples ensayos, Hartel determino que la estructura mas proxima y en riesgo durante la intervención era el nervio Abducens, considerandolo como un elemento clave para la valoración del paciente antes, durante y despues del procedimiento. Asi mismo, considero otra complicación, la anestesia corneal, como algo de presentación universal y que apuntaba hacia el exito técnico del procedimiento quirúrgico.

Para disminuir la incidencia de complicaciones, proponia adicionalmente la inyección inicial de anestésico local con el objetivo de identificar la anestesia completa en el territorio del nervio trigemino y arreflexia trigeminal, todo esto para asegurar una buena localización de la aguja de punción previo a la realización de una lesión.

Ademas de la extensa descripción anatómica realizada así como la propuesta sobre reparós anatómicos para localizar con precisión del foramen oval, Hartel propone en su artículo una lista de chequeo para la realización óptima y segura de la intervención.

El procedimiento, según Hartel, debe realizarse en un ambito hospitalario requiriendo una vigilancia post operatoria para identificar la incidencia de complicaciones. El posicionamiento del paciente óptimo es en decubito supino con un rollo bajo el cuello, el cabello recogido y las mejilla rasuradas en caso de que se trate de un hombre. El lavado quirúrgico debe ser con yodo desde el borde inferior de la mandibula hasta 2 cm por debajo del borde de la orbita y desde el borde lateral del labio hasta la mitad del musculo masetero.

Los intrumentos inicialmente descritos para la realización del procedimiento eran cánulas de 10 centímetros de largo y 0.8 milímetros de ancho, dos ampollas de dos centímetros de contenido, una regla de metal, una varilla de vidrio pequeña para probar el reflejo corneano, aguja y pinza para probar la anestesia facial, solución de novokaina al 1% para la anestesia facial, solución de novokaina al 2% para la anestesia del ganglio de Gasser y solución de alcohol al 70% para la lesión del mismo.

Para la punción proponía que la guía de la cánula se ajustara a seis centímetros de la punta (Profundidad optima determinada por el autor para alcanzar la zona de interes). Se proseguía a poner el dedo índice en la cavidad oral del paciente donde se debía sentir el paso estrecho de la guía entre la rama mandibular ascendente y el tubérculo maxilar cuando la boca estuviera cerrada. La cánula se introducía arriba del segundo molar en la mejilla. La presencia del dedo índice entre la rama mandibular y el tubérculo maxilar conducía abruptamente hacia arriba la aguja hasta que esta tocara la superficie dura y lisa del plano infratemporal. Se procedía a posicionar la cánula de tal manera que en el plano coronal buscara tocar la pupila del lado ipsilateral desplazando esta hacia posterior, y siempre palpando el hueso, la proximidad del foramen oval.

El procedimiento que hasta ahora había ocurrido sin dolor, comenzaría a ser doloroso porque se llega a la vecindad de la tercera rama trigeminal. Después de llevar la cánula hacia adelante y atrás un par de veces se lograba dirigir la cánula hacia el foramen oval y atravesarlo para entrar a la base del cráneo.

A partir de este momento no se debía sentir la resistencia que impone el hueso al paso de la aguja mas si la resistencia característica que impone atravesar el nervio. El Dr. Hartel aclaraba que si se seguía identificando la resistencia del hueso entonces la aguja se encontraba en el foramen oval pero en un eje incorrecto o que la aguja sobrepasa el foramen oval y se encuentra en la superficie del peñazco del temporal. Se debía entonces sacar la cánula y repetir la punción cambiando de eje.

Después de la alcanzar la profundidad deseada se procedía a realizar la prueba con el anestésico local, esperar a que se aboliera el reflejo corneano y la instauración completa de la anestesia en el territorio del nervio trigémino infiltrando posteriormente alcohol lentamente, vigilando la sensación del paciente junto con sus movimientos oculares y finalizado esto, extrayendo la cánula.

Discusión: Modificación a la técnica original de Hartes

La técnica clásica para la canulación del foramen oval descrita por Hartel se basa en guías anatómicas claras que garantizan su seguridad y reproducibilidad, sin embargo, pudiendo poner estructuras neuro vasculares importantes en riesgo

y desencadenando posibles complicaciones como lo son la hemorragia intracraneal, lesión carotidea, fistula carotideo cavernosa y lesión de pares craneales, siendo necesaria la optimización del método para minimizar este tipo de eventos (9). El uso actual y sistemático de la fluoroscopia ha disminuido la incidencia de este tipo de complicaciones (2,13,14) y ha llevado a que grupos a nivel internacional propongan modificaciones técnicas que favorezcan mejores desenlaces asociados a la misma (15).

Grunert y cols. proponen la realización de una técnica que busca angular de forma preoperatoria el fluoroscopio para buscar el "Plano de Hartel" mejorando así la visualización del foramen oval, y haciendo más fácil la inserción de la aguja y mejor la determinación de su profundidad (16). De Cordoba y cols. proponen una proyección adicional sub mentoniana para visualizar adecuadamente el foramen oval (17). Gerber y cols. introdujeron el concepto de "reparos" cutáneos radio opacos denominados "Puntos cigomáticos", en donde al colocar anillos metálicos sobre estos puntos, localizados 2.5 centímetros anteriores al conducto auditivo externo, y uniéndolos con una línea, se biseca el foramen oval facilitando la visualización previa a su canulación (18). Vance y su grupo, proponen el uso de una proyección antero posterior única en la que con pasos sencillos puede identificarse el foramen oval para lograr su canulación (12). Algunos grupos de trabajo han desarrollado técnicas adicionales para optimizar la visualización, como Olivero y cols. quienes, usando fluoroscopia rotacional tridimensional, proponen obtener imágenes en tiempo real del foramen oval (19).

Ya se cuentan con descripciones detalladas de cómo realizar la intervención quirúrgica utilizando la técnica tradicional de Hartel en nuestro medio (20,21,22,23), sin embargo, con el ánimo de facilitar la canulación del foramen oval e impactar en la seguridad y eficacia de la intervención, proponemos la representación del foramen oval como un punto en el espacio con referencias determinadas, puntuales y fácilmente localizables en un sistema cartesiano de coordenadas (**Figura 1**).

Para la localización del foramen oval se requieren coordenadas en el eje X, determinado por el reborde del hueso maxilar e identificable mediante la palpación digital directa de esta estructura al momento del abordaje. Un punto en el eje Y, determinado con asistencia fluoroscópica en una proyección

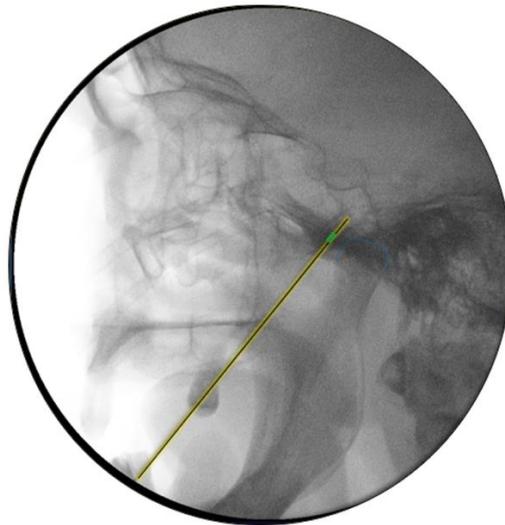


Figura 2: Proyección lateral en fluoroscopia en donde puede apreciarse la cánula de radiofrecuencia (**Resaltada con amarillo**), ingresando al foramen oval (**verde**), el cual preserva una relación anatómica constante, estando un centímetro anterior a la articulación temporo mandibular (**Delineada en azul**).

Conclusiones

La descripción clásica de Hartel y sus modificaciones de la técnica de canalización del foramen oval de forma percutánea, se apoyan en un esquema tridimensional subjetivo e imaginario que ha sido útil por muchas décadas. Nosotros planteamos la modificación “Acevedo-Vargas” en la que utilizamos unos parámetros objetivos y fijos, tanto anatómicos como radiológicos, que son simples, objetivos y seguros. Utilizamos el plano cartesiano en donde cada coordenada es un parámetro específico fácilmente identificable durante el procedimiento a la palpación de la cavidad bucal y en la radiografía tomando como guía la ATM. La coordenada X es el reborde del maxilar superior fácilmente palpable durante el procedimiento. La coordenada Y se identifica en la radiografía lateral de cráneo y corresponde al punto ubicado 1 cm por delante del borde anterior de la ATM. La coordenada Z corresponde a la profundidad de la aguja que va a estar dada por la porción del ganglio de Gasser y de la raíz posterior a tratar, que en la radiografía lateral está en relación con el punto de cruce de la pirámide petrosa y el clivus.

Referencias.

1. Tang, Y-Z. 1994. The Long-Term Effective Rate of Different Branches of Idiopathic Trigeminal Neuralgia After Single Radiofrequency Thermocoagulation. *Medicine* 2015 94(45).
2. Bescós A. 2015. Tratamiento de la neuralgia del trigémino: Actualización y perspectivas futuras de las técnicas percutáneas. *Rev Neurol*; 61: 114-24.
3. Jm, Z., Akram, H. 2011. Neurosurgical interventions for the treatment of classical trigeminal neuralgia *Cochrane Database Syst Rev*. Sep 7;(9).
4. Acevedo J. 2008. Utilidad de la radiofrecuencia en el tratamiento del dolor crónico: presentación de una serie de 132 pacientes. *Revista de la Asociación Colombiana para el Estudio del Dolor*. 3:40-6.
5. Van Kleef, M. 2009. Trigeminal neuralgia. *Pain Practice*, 9(4), 252–259.
6. Sindou M, Howeidly T, Acevedo G. 2002. Anatomical observations during microvascular decompression for idiopathic trigeminal neuralgia (with correlations between topography of pain and site of the neurovascular conflicts): prospective study in a series of 579 patients. *Acta Neurochirurgica*. ;144:1-13.
7. Sindou M, Leston JM, Decullier E, Chapuis F. 2008. Microvascular decompression for trigeminal neuralgia: the importance of a non compressive technique – Kaplan-Meier analysis in a consecutive series of 330 patients. *Neurosurgery*. 63:341-51.
8. Sindou M, Tatli M. 2009. Traitement de la nevrálgie trigéminal par thermorhizotomie. *Neurochirurgie*. 55:203-10
9. Tatti M. 2008. Anatomoradiological landmarks for accuracy of radiofrequency thermorhizotomy in the treatment of trigeminal neuralgia. *Neurosurgery*. 63 ONS131–ONS140.
10. Cheng G. 2014. A Review of Percutaneous Treatments for Trigeminal Neuralgia. *Operative Neurosurgery*. 10:25–33.

11. Acevedo J, Esteban E. 2008. Evolución histórica en el tratamiento percutáneo de la neuralgia del trigémino. *Revista de la Asociación Colombiana para el Estudio del Dolor*.3(4):54-9.
12. Härtel, F. 1914. Die Behandlung der Trigeminusneuralgie mit intrakraniellen Alkoholeinspritzungen. *Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie* 126, 429–552.
13. Vance A. 2019. Biplane Fluoroscopic-Guided Balloon Rhizotomy for Trigeminal Neuralgia: A Technical Note. *Operative Neurosurgery* .0:1–7.
14. Asplund P. 2019. One Hundred Eleven Percutaneous Balloon Compressions for Trigeminal Neuralgia in a Cohort of 66 Patients with Multiple Sclerosis. *Operative Neurosurgery* 17:452–459.
15. Stone L. 2019. A Retrospective Review of the Outcomes and Utility of Percutaneous Radiofrequency Rhizotomy for Trigeminal Neuralgia Using Anatomic Landmark Guidance in Asleep Patients. *Operative Neurosurgery*. 0:1–8.
16. Grunert P, Glaser M, Kockro R, Boor S, Oertel J. 2010. An alternative projection for fluoroscopic-guided needle insertion in the foramen ovale: technical note. *Acta Neurochir*.152(10):1785-1792.
17. De Cordoba JL, Garcia Bach M, Isach N, Piles S. 2015. Percutaneous balloon compression for trigeminal neuralgia: imaging and technical aspects. *Reg Anesth Pain Med*. 5:616-622
18. Gerber AM. 1994. Improved visualization of the foramen ovale for percutaneous approaches to the gasserian ganglion. Technical note. *J Neurosurg*. 80(1):156- 159.
19. Olivero WC, Wang H, Rak R, Sharrock MF. 2012. Percutaneous balloon rhizotomy for trigeminal neuralgia using three-dimensional fluoroscopy. *World Neurosurg*. 77(1):202.e1-202.e3
20. Acevedo González, J., Durán Mora, D., Berbeo Calderón, M., Díaz Orduz, R., Feo Lee, Óscar, & Zorro Guío, Óscar. 2012. Termorrizotomía percutánea por radiofrecuencia para el tratamiento de la neuralgia esencial del nervio trigémino. Caso clínico. *Universitas Médica*. 55(2), 235-245

-
21. Acevedo J, Teshima E, Rodríguez D. 2007. Termorrizotomía percutánea por radiofrecuencia para el tratamiento de la neuralgia esencial del nervio trigémino. *Revista de la Asociación Colombiana para el Estudio del Dolor*. 2(1):59-63.
 22. Acevedo J. 2008. Vía de Hartel para la realización de la termorrizotomía percutánea por radiofrecuencia para el tratamiento de la neuralgia esencial del nervio trigémino: análisis radiológico. *Revista de la Asociación Colombiana para el Estudio del Dolor*. 3(2):67-72
 23. Acevedo J. Neuralgia esencial del nervio trigémino (tic douloureux o neuralgia suicidante): cuando no sabemos realizar un procedimiento no quiere decir que no sirva.... 2009. *Revista de la Asociación Colombiana para el Estudio del Dolor*. 4(1):9-10.
 24. Vargas A., Abaunza J., Sotomayor E. Acevedo J. 2020. Radiofrecuencia percutánea mediante técnica de Hartel para manejo de neuralgia del trigémino: revisión sistemática de la literatura. *Neurociencias Journal*. 27 (1).