

Técnica de implante para la estimulación del Ganglio de la Raíz Dorsal en niveles lumbares.

Implant technique for stimulation of the Dorsal Root Ganglion at the lumbar level.

Dr. Isaac Peña. MD FIPP

Especialista en Anestesiología, Reanimación y Tratamiento del Dolor. Tutor de Residentes - Hospital Universitario Virgen del Rocío. Coordinador Unidad de Dolor del Hospital Universitario Virgen del Rocío. Profesor Externo Departamento de Cirugía - Universidad de Sevilla. Fellowship in Interventional Pain Practice (FIPP) - World Institute of Pain. Co-Director Máster en Tratamiento del Dolor - Universidad de Sevilla.

Introducción

El ganglio de la raíz dorsal (DRG) se ha mostrado en los últimos años como una estructura relevante en el tratamiento del dolor¹ por la actual capacidad técnica de neuroestimulación selectiva. Sin bien inicialmente se planteó con una solución de cobertura anatómica, se ha evidenciado con la experiencia clínica una superioridad clínica en el tratamiento del dolor asociado a ciertas patologías.² El siguiente texto intentará explicar de forma sucinta la técnica de implante para la estimulación del DRG en niveles lumbares.

Anatomía

El DRG se localiza en el neuroforamen vertebral, previo a la unión de la raíz motora y sensitiva que conforma el nervio radicular. La posición relativa del ganglio con el neuroforamen es altamente variable entre una posición intraespinal, intraforaminal o extraforaminal,³ así como se ha observado variabilidad en volumen y número de ganglios por nivel (monoganglio, biganglio, triganglio).⁴ El contenido del neuroforamen está rodeado de una extensión de la cobertura dural, o manguito de duramadre, que conformará el epineuro del nervio radicular. Este manguito dural y su contenido se encuentran anclados mediante ligamentos a las estructuras óseas que los rodean.⁵ (Figura 1)

Material y Método

Tipo de intervención: Régimen ambulatorio.

Posición quirúrgica: Decúbito prono (almohada abdominal opcional)

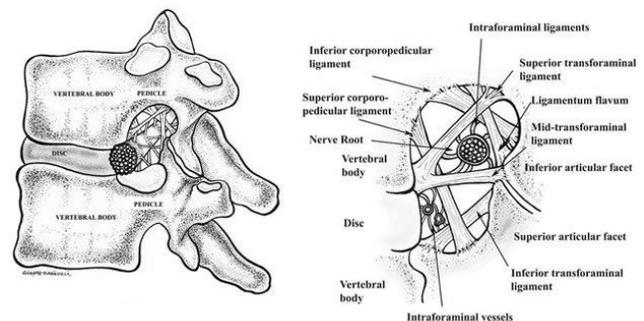


Figura 1. Dibujo artístico esquemático del neuroforamen y los ligamentos foraminales. Akdemir G. Thoracic and lumbar intraforaminal ligaments. Spine 2010; 13(3):351-5.

Técnica anestésica: Sedación más anestesia local. Generalmente midazolam 2-3 mg/iv, fentanilo 50-100 mcg/iv; local: bupivacaína 0,25% con adrenalina 1:200.000 más lidocaína 1% 20 ml.

Monitorización básica EKG, TA, SatO₂.

Planificación: Una vez colocado el paciente en la posición quirúrgica y antes de aplicar antiséptico cutáneo es importante realizar la planificación del abordaje y localización del bolsillo definitivo o intermedio en caso de fase de prueba. Con la ayuda de un Arco en C, utilizaremos un marcador radiopaco para trazar una línea recta desde el pedículo contralateral, donde realizaremos el abordaje en piel (técnica de un nivel o dos niveles por debajo) hasta el neuroforamen objetivo según la evaluación y localización del dolor.⁶ Una vez marcada la planificación con un rotulador dermatográfico se puede proceder con el rasurado y pintado antiséptico. (Figuras 2 y 3).

Abordaje cutáneo: Una vez planificado el abordaje debemos preparar el punto de abordaje, donde

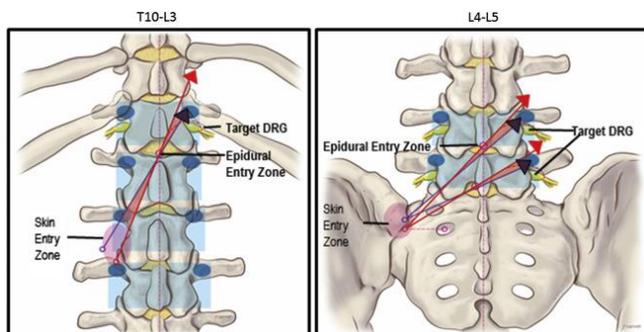


Figura 2. Verrills P. Chapter 53 - Dorsal Root Ganglion Stimulation for Pain Control. *Neuromodulation. Comprehensive Textbook of Principles, Technologies, and Therapies.* (Second Edition). 2018, 683-692.



Figura 3. Esquema de planificación. 1. Abordaje epidural planificado con radioscopia. 2. Bolsillo intermedio. 3. Salida extremo distal extensión para fase de prueba. 4. Bolsillo generador definitivo para un segundo tiempo quirúrgico.

Materiales: (Figura 4)

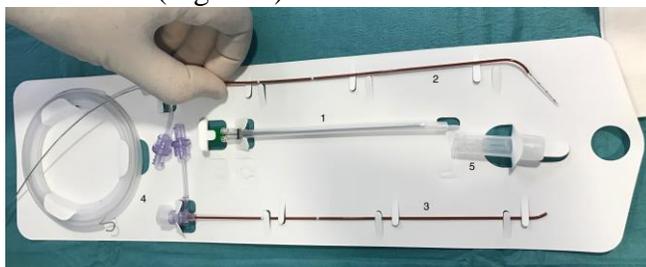


Figura 4. Kit de electrodo tetrapolar DRG (Abbott Inc.). 1. Aguja para acceso epidural Tuohy 14G. 2. Vaina de curva acentuada con electrodo tetrapolar reinstalado. 3. Vaina accesoria de curva ligera. 4. Guía epidural y recambio de guía de electrodo (sin curvatura). 5. Anclajes.

Posteriormente se realizará el anclaje del electrodo DRG. Para ello realizaremos una incisión

longitudinal de unos 2 centímetros hasta la fascia muscular. Posteriormente disecaremos una suerte de pequeño bolsillo redondeado de unos 5 centímetros de diámetro. Es muy importante una correcta disección y hemostasia de este bolsillo previo al implante, pues no es deseable manipularlo posteriormente con la presencia del electrodo o la aguja epidural. Una vez preparado el pequeño bolsillo de abordaje iniciamos el abordaje epidural. **Abordaje epidural:** Quizás la parte más importante del desarrollo de esta técnica es un correcto abordaje epidural. El objetivo es abordar el neuroforamen con una estructura semirrígida (la vaina) que nos permite conducir al electrodo hasta su posición. Esto hace necesario que el abordaje epidural nos dirija por un vector recto hacia nuestro objetivo. Aunque en radioscopia visualicemos un plano, no olvidemos que el espacio epidural tiene morfología de bóveda. Por ello es de vital importancia que el acceso al espacio epidural sea por la clave de bóveda, estrictamente en línea media, y muy deseablemente a nivel subespinoso (Figura 2). Una vez insertada la aguja epidural (Tuohy 14-gauge) en el plano muscular, avanzaremos con un ángulo de entre 30°- 45° con respecto al plano cutáneo, hacia línea media, confirmando con pérdida de resistencia (Perifix®, Bbraun) el abordaje del espacio epidural. Este se puede confirmar introduciendo la guía hacia el espacio epidural. Idealmente esta guía se dirigirá directamente hacia el neuroforamen.

Abordaje neuroforamen: Llegados a este punto tan solo tenemos que implantar el electrodo. Es necesario recordar que el electrodo DRG es de pequeño diámetro y poca consistencia, por lo que no nos permite la navegación. Por ello debemos utilizar una vaina para alcanzar el neuroforamen y depositar el electrodo en su ubicación. Disponemos de dos tipos de vaina (Figura 5), una de punta curva acusada, la utilizada en el 95% de los casos, y otra de curva ligera. Antes de progresar la vaina por la aguja epidural debemos instalar el electrodo correctamente (Figura 6). La punta de la vaina no es roma, esto nos impedirá o dificultará el avance por el espacio epidural. Al instalar el electrodo debemos dejar el extremo distal asomando por el

extremo de la vaina, de forma que esa punta roma nos permita navegar sin dificultad.



Figura 5. Detalle de extremo distal de las vainas. Vancamp T., Levy R.M., Peña I., et al. Relevant Anatomy, Morphology, and Implantation Techniques of the Dorsal Root Ganglia at the Lumbar Levels. *Neuromodulation* 2017; 20: 690–702.

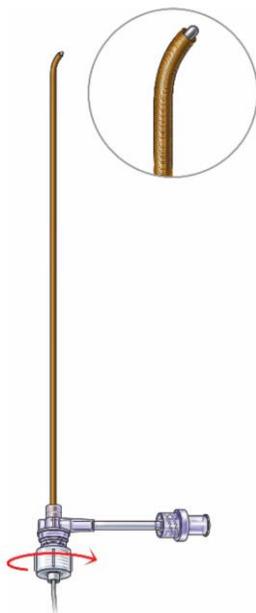


Figura 6. Antes de progresar la vaina por la aguja epidural debemos instalar el electrodo correctamente

Una vez instalado el electrodo correctamente, debemos asegurarlo girando el fijador. Ahora sí, progresamos la vaina por la aguja epidural hasta acceder al espacio epidural (la marca blanca distal en la longitud de la vaina indica que la punta asoma por la barquilla de la aguja). El canal de inyección perpendicular al eje de la vaina nos indica la

dirección hacia donde mira la curvatura de la punta, y hace las veces de volante para dirigir el avance hacia el neuroforamen. Recordemos que estamos avanzando por una bóveda, y por el vector de abordaje siempre tenderemos a ‘precipitarnos’ hacia el espacio epidural anterior. De ahí la importancia de dirigir la punta de la curva siempre hacia la parte dorsal o posterior del espacio epidural. De esta forma generamos una tensión elástica en la vaina que, al alcanzar el receso lateral, nos permitirá progresar inmediatamente, quedando así posicionados dorsalmente en el neuroforamen. Para avanzar debemos girar la vaina 90° hacia extraforaminal y avanzar ligeramente. Esta posición relativa es muy importante puesto que queremos estimular la raíz posterior, donde se encuentra el DRG, y el aspecto dorsal del propio DRG, evitando así la estimulación motora indeseable. Una vez localizados correctamente en el neuroforamen debemos liberar el electrodo. Para ello desbloquearemos el fijador y realizaremos una maniobra de retirada de la vaina sin desplazar el electrodo. Este es uno de los puntos críticos donde podemos movilizar el electrodo desde su correcta posición. Un truco, especialmente para los iniciados, es avanzar previamente el electrodo por el nervio radicular 3-4 centímetros, de forma que tengamos margen de maniobra al retirar la vaina. Se aconseja para esta maniobra fijar el electrodo con una mano mientras se retira la vaina con la otra. Para cerciorarnos que la vaina está efectivamente avanzando hacia atrás fijémonos en el anillo radiopaco de la punta de la vaina. Llevaremos esta punta hasta el espacio epidural en un punto intermedio entre la línea media (punta de aguja tuohy) y el neuroforamen.

Bucle epidural: Para garantizar la no movilización del electrodo por los movimientos corporales es aconsejable introducir el electrodo en el espacio epidural dispuesto a modo de loop, lazo o seno náutico. Hay diversas recomendaciones sobre si hacer un lazo simple o doble. Mi consejo siempre es hacer un lazo simple y amplio. Para ejecutarlo se puede hacer de dos formas principalmente. La primera de ellas especialmente útil, si en el paso previo avanzamos el electrodo por el nervio

radicular a modo de seguridad al retirar la vaina. Desde esta posición ventajosa podemos avanzar la vaina de forma craneal por el espacio epidural arrastrando el electrodo con nosotros hasta alcanzar la posición ideal, esto es, con los polos centrales (polos 2 y 3) en posición subpedicular (Figura 7). Esta maniobra bien se podría denominar por analogía ‘en caña de pescar’. Una vez ubicados tan solo retrocederemos la vaina a la vez que introducimos el electrodo de modo que se irá liberando un lazo en el espacio epidural. La segunda técnica, especialmente interesante si el electrodo quedó de forma inicial en su posición óptima, consiste en dirigir la punta curva de la vaina hacia línea medial y avanzar el electrodo de modo que se vaya conformando nuestro lazo.

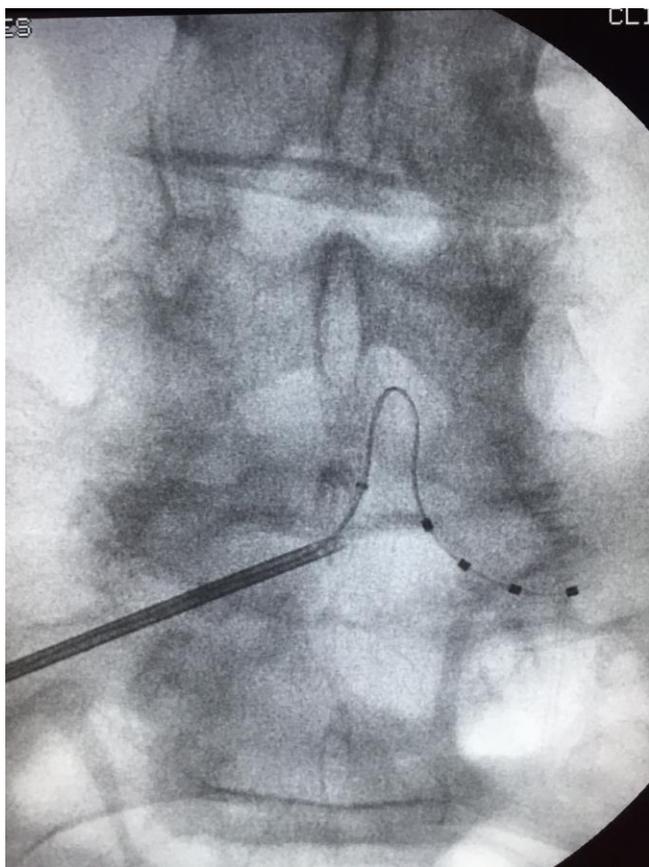


Figura 7. Detalle de posición del electrodo en relación al pedículo. Deer T. et al. The Neuromodulation Appropriateness Consensus Committee on Best Practices for Dorsal Root Ganglion Stimulation. *Neuromodulation* 2018; E-pub ahead of print. DOI:10.1111/ner.12845.

Prueba intraoperatoria: Una vez el electrodo está en su posición y el lazo bien instalado procedemos a la prueba intraoperatoria. A medida que ganamos experiencia es aconsejable realizar la prueba previamente al desarrollo del lazo, dando por hecho que no vamos a movilizar el electrodo en esta maniobra. La prueba intraoperatoria tiene 4 objetivos fundamentales: correcta cobertura del área dolorosa, intensidad de estimulación, confirmar que no hay estimulación motora y valorar la efectividad intraoperatoria para alodinia. Los tres primeros objetivos los comentaremos en el apartado de complicaciones. En cuanto a la alodinia, la estimulación del DRG tiene una importante efectividad sobre este síntoma criterio de gravedad de una neuropatía. El alivio de gran parte de los casos de alodinia es inmediato al iniciar la estimulación, por lo que su confirmación intraoperatoria es esencial. Igualmente, para confirmar la cobertura es necesaria la colaboración del paciente.

Anclaje: La recomendación del fabricante es utilizar el anclaje específico para fijar el electrodo a la fascia muscular. Mi recomendación por experiencia propia es no utilizar ningún punto de fijación, ya que el lazo epidural hace las veces de anclaje. Para reforzar esa fijación recomienda realizar un par de bucles subcutáneos en el bolsillo que realizamos para tal fin, de forma que el electrodo no tenga ningún punto de tensión ni flexión que sea susceptible de rotura. De esta forma la tasa de rotura del electrodo es mucho menor que realizando cualquier tipo de anclaje, y la tasa de movilización es mínima.

Cierre: En caso de implante directo, el electrodo se tunelizará hacia el bolsillo donde se aloja el generador. En caso de fase de prueba debemos realizar un bolsillo intermedio donde alojar la ficha de conexión de la extensión. En ningún caso alojaremos esta unión en el bolsillo donde están los bucles subcutáneos, pues su manipulación en la fase definitiva puede resultar en la extracción accidental del electrodo. Desde este bolsillo intermedio se tunelizará al lado contralateral y caudalmente la salida del extremo distal de la

extensión para conectar con el generador externo. (Figura 3).

Técnica L5: Para el abordaje de L5 existen una serie de consideraciones que bien podrían justificar una publicación específica. De forma muy somera se comentan e ilustran sus principales particularidades.

Abordaje epidural: Para abordar el espacio epidural debemos necesariamente iniciar el acceso cutáneo desde el pedículo L5-S1 contralateral, de modo que el ángulo de ataque es más pronunciado que en el resto de niveles, en torno a los 60°. Esto va a condicionar que nuestro vector de dirección sea más proclive a avanzar hacia el espacio epidural anterior y no introducirse por el receso lateral, o hacerlo por su porción anterior condicionando una estimulación de la raíz motora. Para evitar esto debemos hacer un uso exquisito de la curva de la vaina como se explicó anteriormente, utilizando la curva más acusada. Una estrategia para valorar es hacer el abordaje cutáneo más lateral, de forma que nos relaje el ángulo de ataque y disminuyamos la posibilidad de estimulación motora. (Figura 2)

Bolsillo intermedio: Realmente en la región lumbosacra tenemos un conflicto de espacio al planificar dónde realizar el abordaje, dónde el bolsillo intermedio y dónde el bolsillo del generador. La práctica nos ha llevado en estos casos a utilizar el bolsillo intermedio (recordemos que aloja la pieza de conexión de la tensión) como bolsillo para el generador definitivo. (Figura 8)

Complicaciones

Punción dural: En caso de punción dural advertida debemos retirar la aguja epidural y reiniciar un nuevo abordaje epidural. En caso de punción inadvertida el inicio de la navegación con la vaina será doloroso para el paciente que referirá parestesias y descargas neuropáticas en ambos miembros inferiores. Se debe reiniciar el abordaje igualmente sin ninguna otra consideración. Otros dos datos son sugestivos de punción dural: por un lado, las impedancias del sistema serán anormalmente bajas (<30 Ohm) y por otro lado, si nada nos ha hecho sospechar de la navegación tecal (paciente excesivamente sedado y no brota LCR) debemos

sospecharla al intentar abordar el neuroforamen, pues es anatómicamente imposible.

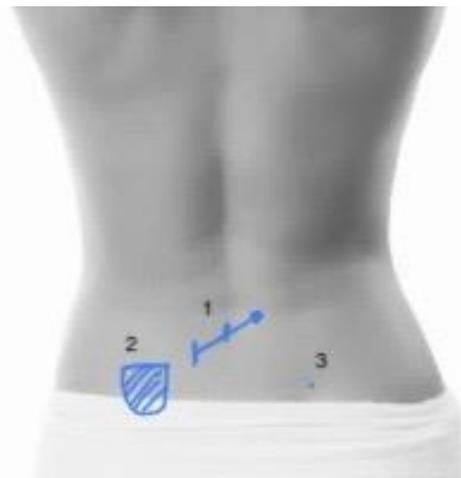


Figura 8. Esquema de planificación modificada L5. 1. Abordaje epidural planificado con radioscopia. 2. Bolsillo intermedio y bolsillo generador definitivo para un segundo tiempo quirúrgico. 3. Salida extremo distal extensión para fase de prueba.

Estimulación motora: La incorrecta localización del electrodo dentro del neuroforamen puede condicionar la estimulación motora. Al interrogar al paciente este referirá parestesias de igual modo (algo más desagradables) por lo que puede inducir a error. Debemos cerciorarnos colocando nuestras manos sobre el miembro inferior a estimular para determinar si hay contracción motora. Una forma de proceder para asegurarnos es alcanzar intensidades altas de estimulación y cortar abruptamente, así detectaremos claramente si hay estimulación motora, pues puede llevar a una falsa fase de prueba negativa. En caso de estimulación motora debemos implantar nuevamente el electrodo. Una estrategia para valorar si se repite esta complicación es realizar un abordaje cutáneo más lateral, de forma que nos relaje el ángulo de ataque y disminuyamos la posibilidad de ubicarnos en la porción anterior del neuroforamen.

Dolor radicular: La salida a través del neuroforamen puede a menudo ser dolorosa. Las estructuras ligamentosas que fijan el contenido del neuroforamen hacen que no sea una estructura especialmente móvil, siendo susceptible de tracciones durante el procedimiento provocando dolor o molestias. Por ello es importante que el

abordaje del neuroforamen se realice sin forzar el acceso. Se debe retroceder y avanzar en varias ocasiones si es necesario hasta conseguir un paso suave por el receso.

Intensidad alta: La intensidad necesaria para estimular la raíz sensitiva se recomienda que sea <1mA. Intensidades superiores indican que no estamos próximos a la estructura a neuromodular y es recomendable retirar el electrodo y realizar un nuevo abordaje. La intensidad óptima oscila entre 0,1 y 0,3 mA. Recordemos que en el manguito epidural no hay LCR ni otros planos intermedios entre la duramadre y la estructura neuronal.

No cobertura: La falta de correcta cobertura puede ser una complicación o contratiempo frecuente en el desarrollo de la técnica. Por lo general, la correspondencia de dermatomas está ampliamente documentada y reflejada en la bibliografía.⁷ Si bien con el desarrollo de la experiencia clínica sabremos decidir qué raíz estimular para una correcta cobertura, debemos tener en cuenta los fenómenos de convergencia y divergencia⁸ descritos en la estimulación del DRG y que nos permiten estimular zonas amplias de la anatomía.

Impedancias altas: En caso de detectar impedancias anormalmente amplias generalmente se debe a problemas de conexión con el cabezal intraoperatorio (Invisible Trial®). Otro motivo mucho menos frecuente es la fractura del electrodo durante su manipulación.

Deterioro de la vaina: Lo que los anglosajones denominan ‘to kink or kinking’, o torcer la vaina es una complicación frecuente. Por ello es altamente recomendable no forzar nunca el avance de la vaina. Esta es una estructura tubular que al doblarse pierde la forma cilíndrica de su luz. Esto nos imposibilitará el desplazamiento del electrodo por su interior, especialmente en el segmento distal donde están ubicados los polos. Cuando esto ocurre tenemos que reemplazar la vaina y reiniciar el procedimiento.

Imposibilidad de abordaje: En casos de cirugías previas, como cirugía de raquis o electrodo DRG previo, es habitual que exista cierto grado de fibrosis en el receso lateral imposibilitando el acceso al mismo o bien relegándonos a la porción

anterior con la consecuente estimulación motora. En este caso podemos ayudarnos de la guía a través de la vaina para facilitar un paso para el electrodo, inyectar líquido por el puerto para tal fin, o simplemente retroceder y avanzar suavemente hasta encontrar una vía por la que progresar. En casos muy dificultosos la técnica de implante quirúrgico es una opción a valorar.⁹

Hematoma epidural: Como en cualquier manipulación del espacio epidural, el hematoma epidural es un riesgo existente. La clínica de impotencia funcional o dolor postoperatorio debe hacernos sospechar y un estudio TC/MRI de emergencia debe ser valorado.

Conclusión

La estimulación del ganglio de raíz dorsal (DRG) se ha mostrado como una alternativa eficaz para el tratamiento del dolor neuropático, especialmente en aquellos casos que presentan alodinia. La técnica de implante tiene varios pasos que exigen un bagaje en la estimulación de cordones posteriores y en general del abordaje epidural. La técnica a nivel lumbar es ideal para los casos iniciales pues el riesgo de complicaciones graves es mucho menor, un mayor tamaño vertebral y foraminal y una elevada casuística e indicaciones clínicas. La proctorización es más que recomendable en los primeros casos, pero rápidamente formará parte indispensable de su arsenal terapéutico contra el dolor.

Bibliografía

1. Krames E. The dorsal root ganglion in chronic pain and as a target of neuromodulation: a review. *Neuromodulation*. 2015;18:24–32.
2. Deer TR, Levy RM, Kramer J, et al. Dorsal root ganglion stimulation yielded higher treatment success rate for complex regional pain syndrome and causalgia at 3 and 12 months: a randomized comparative trial. *Pain*. 2017;158:669–681.
3. Moon H, et al. Position of dorsal root ganglia in the lumbosacral region in patients with radiculopathy. *Korean J Anesthesiol*. 2010; 59:398–402.

4. Hasegawa T, et al. Morphometric analysis of the lumbosacral nerve roots and dorsal root ganglia by magnetic resonance imaging. *Spine*. 1996;21:1005–1009.
5. Akdemir G. Thoracic and lumbar intraforaminal ligaments. *Spine*. 2010; 13(3):351-5.
6. Vancamp T, Levy RM, Peña I, Pajuelo A. Relevant Anatomy, Morphology, and Implantation Techniques of the Dorsal Root Ganglia at the Lumbar Levels. *Neuromodulation*. 2017; 20: 690–702.
7. Deer T. et al. The Neuromodulation Appropriateness Consensus Committee on Best Practices for Dorsal Root Ganglion Stimulation. *Neuromodulation*. 2018; E-pub ahead of print. DOI:10.1111/ner.12845.
8. Liem L. Stimulation of the Dorsal Root Ganglion for the Treatment of Chronic Pain 2015. Chapter 1: Mechanisms of spinal cord stimulation for the treatment of chronic pain. Pag. 35 Fig. 4.
9. Piedade S. Open Microsurgical Dorsal Root Ganglion Lead Placement. *Neuromodulation* 2019; Dec;22(8):956-959.