

Estimuladores de columna dorsal en el tratamiento de dolor crónico

Dorsal column stimulation in the treatment of chronic pain

Ricardo Vallejo

RESUMEN

A pesar del número relativamente alto de dispositivos implantados para aliviar el dolor, existe escasa evidencia sobre su exacto mecanismo de acción. La implantación de electrodos en el espacio epidural y sobre estructuras de la columna dorsal de la médula espinal genera un campo eléctrico que se difunde en forma circunferencial alrededor del cátodo, lo que crea una estimulación no deseada de las fibras de la raíz dorsal alterando la percepción del dolor. El estímulo es monopolar si la distancia entre los contactos es más grande que la distancia entre el cátodo y la blanco neuronal. En cambio en el estímulo bipolar o multipolar la menor distancia entre los electrodos, favorece la activación de fibras neuronales paralelas al eje del cable de estimulación. Basados en la ley de Ohm's, los sistemas de corriente constante tienen más opciones de descargar la corriente apropiada al tejido diana que los sistemas de voltaje constante.

Una consideración importante en el estímulo de la médula espinal es la distancia entre el espacio epidural y la capa dorsal de la médula espinal (distancia de líquido cefalorraquídeo-dLCR), que varía según los niveles espinales. Así mismo el umbral para las fibras de la raíz dorsal es menos que para las fibras de la columna dorsal.

Una ventaja de este sistema de estimulación es el de poder realizar una prueba en la cual se produzca una reducción del 50 % del dolor y mejor calidad de vida. De no ser así, el cable se remueve, evitando una cirugía innecesaria al paciente. La implantación permanente permite que los cables y el generador estén internalizados y se controlen mediante un dispositivo externo para la utilización continua del ECD. El ECD es una opción terapéutica invaluable en el manejo de pacientes con dolor que no responden a otras formas conservadoras de tratamiento.

PALABRAS CLAVE: causalgia, médula espinal, espacio epidural, dolor.

(Ricardo Vallejo. Estimuladores de columna dorsal en el tratamiento de dolor crónico. Acta Neurol Colomb 2007;23:120-123).

SUMMARY

In spite of the relatively high number of implanted devices to alleviate the pain, exists scarce evidence on its exact mechanism of action. The position of electrodes in the epidural space and over structures of the spinal cord generates an electric field that is diffused in circularly form around the cathode, that creates a not desire stimulation of the fibers of the posterior root, altering the pain perception. The stimulus is monopolar if the distance among the contacts is larger than the distance between the cathode and the white matter. On the other hand in the bipolar or multipolar stimulus the smaller distance among the electrodes, favors the activation of neuronal fibers parallel to the axis of the device of stimulation. Based on the Ohm's law, the systems of constant current have more options to discharge the appropriate stimulus to the neural tissue that the constant voltage systems.

An important consideration in the stimulation of the spinal cord is the distance between the epidural space and the layer of the spinal cord (distance of cerebrospinal fluid d-CSF), that varies according to the spinal levels. In the same way the threshold for the fibers of the dorsal root is smaller that for the fibers of the column.

Another advantage of this neuromodulatory devices is the opportunity of carry out a test which a transitorily device and produces a 50% reduction of the pain and better quality of life; otherwise the device is not implanted, avoiding an unnecessary surgery to the patient. The permanent implantation permits that the system (electrodes and generator) be internalized and they will be control by an external device for continuous utilization of the DCS. The DCS is an invaluable therapeutic option in the management of patients in pain that do not respond to other conservative forms of processing.

KEY WORDS: causalgia, spinal cord, epidural space, neuromodulation.

(Ricardo Vallejo. Dorsal column stimulation in the treatment of chronic pain. Acta Neurol Colomb 2007;23:120-123).

Recibido: 30/04/07. Revisado: 10/07/07. Aceptado: 30/07/07.

Ricardo Vallejo, MD, PhD, F.I.P.P. Director of Research. Millennium Pain Center. Bloomington, Illinois. Medico Adjunto Unidad del Dolor. Millennium Pain Management-Teknon. Barcelona, Espana. Adjunct Professor Illinois State University Biology Department Normal, Illinois.

Correspondencia: Ricardo Vallejo, MD, PhD. Millennium Pain Center. 1015 S. Mercer Ave. Bloomington, IL. 61701 e-mail: vallejo1019@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la estimulación de la médula espinal se basó en una publicación seminal por Wall y Melzack que sugirieron el estímulo de las fibras A-beta para modular y cerrar la “puerta” a la entrada de sensaciones nociceptivas transmitida a través de fibras mielinizadas de pequeño calibre A-delta y de las fibras C, no mielinizadas (1). Hasta la fecha, esta “teoría de control de la compuerta” es la teoría más extensamente aceptada para describir el mecanismo de acción de la estimulación de la columna dorsal (ECD) en el manejo del dolor crónico. Este mecanismo de acción implica la modulación de la función del sistema nervioso simpático y la inhibición de la hiper-excitabilidad de las neuronas de rango dinámico ancho (WDR) a través de varios neurotransmisores y neuromoduladores (e.g. glutamato, GABA, adenosina, serotonina y noradrenalina).

Se estima que el número de estimuladores implantados cada año supera los 20.000, en una industria con unos ingresos anuales de más de medio billón de dólares (2). Interesantemente, a pesar del número relativamente alto de dispositivos implantados para aliviar el dolor, existe escasa evidencia sobre su exacto mecanismo de acción.

INDICACIONES

Las condiciones dolorosas para las cuales la ECD ha demostrado ser eficaz incluyen la aracnoiditis, la radiculopatía, la neuropatía dolorosa, el síndrome regional complejo de tipo I o II, el síndrome de espalda fallida, con dolor axial o radicular, la neuralgia post-herpética (PHN), el síndrome de neuralgia post-toracotomía (PTS), la estenosis lumbar del canal espinal, la angina de pecho refractaria, la enfermedad vascular periférica (PVD) y el dolor abdominal de origen visceral.

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

La corriente eléctrica aplicada se distribuye en una manera tridimensional, estimulando las estructuras circundantes. El efecto primario del estímulo eléctrico en una neurona es un cambio en el potencial transmembrana. Los

contactos cargados negativamente (cátodos) y los cargados positivamente (ánodos), ejercen diversos efectos sobre las estructuras nerviosas en la vecindad. El umbral catódico para la despolarización es tres a siete veces más bajo que el umbral anódico; por lo tanto, el estímulo catódico es más eficiente. Es importante observar que la corriente de umbral requerida para estimular una célula excitable es directamente proporcional a la distancia entre el contacto y la neurona y en relación inversa al tamaño de la fibra. Los sistemas originales de ECD funcionaban como dispositivos monopoles con un cátodo cerca del blanco neuronal y otro electrodo distante. En los electrodos ubicados en el espacio epidural y sobre estructuras de la columna dorsal de la médula espinal, este arreglo genera un campo eléctrico que se difunde en forma circunferencial alrededor del cátodo, lo que crea una estimulación no deseada de las fibras de la raíz dorsal. El estímulo puede ser considerado monopolar si la distancia entre los contactos es más grande que la distancia entre el cátodo y la blanco neuronal. El estímulo monopolar tiende a dispersarse en forma circunferencial, alrededor de los cátodos. En cambio, el estímulo bipolar o multipolar, en donde la distancia entre electrodos es menor, favorece la activación de fibras neuronales paralelas al eje del cable de estimulación. Esto tiene implicaciones clínicas puesto que las fibras de la zona de la entrada de la raíz dorsal (DREZ) tienen un umbral más bajo de la excitación que las neuronas dorsales de la columna y por lo tanto, para evitar estimular las fibras DREZ (que causan sensaciones desagradables en la región del tronco) el campo eléctrico debe ser tan paralelo como sea posible al eje del cable. La nueva generación de electrodos con una distancia más estrecha entre los contactos favorece el desarrollo de un campo eléctrico paralelo al eje del cable insertado.

Existen en el mercado dos tipos de estimuladores, los de corriente constante y los de voltaje constante. Basados en la ley de Ohm, un sistema de corriente constante tendrá más opciones de descargar la corriente apropiada al tejido diana que un sistema de voltaje constante. Aunque en teoría esto podría tener importantes implicaciones clínicas relacionadas con el hecho de que la impedancia a la corriente de electrones puede variar de acuerdo a las condiciones de los tejidos

que rodean al cable de estimulación, no existe evidencia de que ello sea cierto.

CONSIDERACIONES ANATÓMICAS

Una consideración importante en el estímulo de la médula espinal es la distancia entre el espacio epidural y la capa dorsal de la médula espinal (distancia de líquido cefalorraquídeo-dLRC), que varía según el nivel espinal. La capa del dLRC en el nivel T6 puede variar entre 4 - 8 milímetros, mientras que en la región cervical puede ser tan pequeña como 1.5-4 milímetros. La capa más grande del dLRC en la espina dorsal se halla en la región centrotorácica lo que da lugar a un umbral más alto para la creación de parestesias, requiriendo la aplicación de una corriente más alta (3). También, el umbral para las fibras de la raíz dorsal es menos que para las fibras de la columna dorsal de la columna. Por lo tanto, en la región media de la médula espinal la alta corriente que se debe aplicar para producir parestesias con frecuencia crea estimulación de las raíces dorsales localizadas en la proximidad, lo produce sensaciones desagradables con frecuencia (4). Para evitar esto, el campo eléctrico aplicado debe orientarse a lo largo del eje de un cable ubicado exactamente en la línea media fisiológica. En las columnas dorsales, las estructuras sensoriales se alinean de forma segmentaria en una dirección mediolateral de manera que las regiones más caudales del cuerpo están agrupadas hacia la zona media, mientras que estructuras más próximas se representan lateralmente.

La localización del cátodo para el manejo del dolor en diferentes áreas, dependerá del dermatoma que deba ser estimulado y por tanto, a modo de referencia se pueden sugerir los siguientes niveles de localización de los electrodos en relación al área afectada por el dolor (Tabla 1):

IMPLANTACIÓN

Una diferencia fundamental entre este tipo de terapia y otras intervenciones quirúrgicas, es la opción de realizar una “prueba” en la que el cable de estimulación se introduce en el espacio epidural bien sea de forma percutánea o mediante la inserción de la aguja epidural a través de una

TABLA 1. POSICIÓN SUGERIDA PARA UBICAR EL CÁTODO SEGÚN EL ÁREA DOLOROSA.

Distribución del dolor	Nivel de estrada	Nivel de la punta del cable
Pie solo	L3-4	T11-L1
Pierna	L3-4	T10
Espalda baja	L3-4	T7-T9
Pared torácica alta	T6-7	T1-4
Extremidades superiores	T6-7	C3-4

pequeña incisión. Una vez en posición, el cable se asegura a la piel y luego se conecta a un generador externo, lo cual permite al paciente el activar o apagar el sistema o utilizar diferentes programas. El período de prueba durara entre cinco a siete días al término de los cuales, el paciente retorna al médico intervencionista. Si el paciente reporta mas de 50 por ciento de alivio de dolor y una mejoría en la calidad de vida, se procede al implante permanente. De no ser así, el cable simplemente se remueve, evitando una cirugía innecesaria al paciente. La impantación permanente permitira que los cables implantados asi como el generador esten internalizados y que el paciente pueda acceder a su control mediante un dispositivo externo que permitira al paciente la utilizacion continua del ECD.

Hoy en día, los generadores contienen baterías recargables o no recargables. La ventaja de las primeras, es la mayor duración y el facilitar el uso de parámetros como alta frecuencia e intensidad o el uso continuo del generador, que de otra forma llevaría a una vida corta de la batería.

CONCLUSIÓN

El uso de ECD es una opción terapéutica invaluable en el manejo de pacientes con dolor que no responden a otras formas conservadoras de tratamiento. Con base en el concepto de la teoría de la compuerta, la estimulación de fibras A-beta, genera parestesia sobre las áreas afectadas por el dolor bloqueando la percepción del mismo. La alternativa de hacer una prueba antes de proceder a la implantación permanente, lo convierte en una opción atrayente para los pacientes y el médico intervencionista, pues evitar cirugías innecesarias.

El desarrollo de nueva tecnología ha permitido tratar pacientes con áreas afectadas de dolor que en el pasado no eran considerados candidatos para esta terapia.

REFERENCIAS

1. **Melzack R, Wall PD.** Pain mechanisms: a new theory. *Science* 1965; 150: 971-9

2. **Krames ES.** Neuromodulatory devices are part of our "tools of the trade". *Pain Med* 2006; 7 Suppl 1: S3-5

3. **Alo K, Holsheimer J.** New trends in neuromodulation for the management of neuropathic pain. *Neurosurgery* 2002;50:690-704

4. **Feirabend HK, Choufer H, Ploeger S, Holsheimer J, van Gool JD.** Morphometry of human superficial dorsal and dorsolateral column fibres: significance to spinal cord stimulation. *Brain* 2002;125:1137-1149.