

## **NEUROESTIMULACION: ESTIMULACION SACRA**

### **INTRODUCCIÓN**

Tal vez, el mayor impacto en la actividad clínica y de investigación del dolor, en la corta vida que el tratamiento especializado del dolor tiene en la medicina actual, fue la descripción en 1965 de la

“Teoría de la puerta de entrada de Melzack & Wall”, en la cual se reconocía por primera vez el papel del sistema nervioso en la modulación de la información sensorial, tanto a nivel de la primera sinapsis (segmentario) como a nivel cerebral (suprasegmentario)<sup>1</sup>. Desde entonces, la modulación de la información aferente ha sido reconocida como la norma y no la excepción en el funcionamiento de los patrones del dolor<sup>2</sup>.

Las técnicas de neuromodulación suponen aportar un abordaje no destructivo y reversible para el tratamiento del dolor crónico, y desde su primera propuesta, que únicamente incluía la técnica de estimulación medular de cordones posteriores y la administración intracerebroventricular o espinal de sustancias, hoy en día incluye otras áreas como la estimulación nerviosa periférica, estimulación cerebral profunda y cortical.

### **Estimulación de raíces sacras**

La estimulación de las raíces sacras ha sido preconizada por diferentes autores basados en la experiencia acumulada en la estimulación medular para el control del dolor perineal o pelviano refractario a otras terapia<sup>3-5</sup>, mediante la inserción cráneo-caudal o trans-sacra<sup>6-9</sup>.

### **Indicaciones**

Las indicaciones generales para la estimulación en esta región se han desarrollado sólo recientemente.

La neuromodulación de las raíces sacras (NRS) es una alternativa terapéutica no destructiva y reversible indicada en pacientes con disfunción miccional crónica (DMC) y en los que se ha demostrado que los tratamientos conservadores han resultado ineficaces o mal tolerados. La terapia está basada en la observación, tras décadas de investigación, de que la neuromodulación de las raíces sacras logra influenciar el comportamiento de la vejiga, del esfínter uretral externo (EUE) y de los músculos del suelo pélvico (MSP), y en cuadros clínicos relacionados con disfunción sexual, y alteración del detrusor. En la actualidad, esta terapia ha sido ya aprobada por la FDA en EE.UU. para el tratamiento de la incontinencia urinaria de urgencia (IUU) por inestabilidad vesical, en septiembre de 1997, y para los pacientes con dificultad de vaciado (DV) no

obstructivos orgánicos y pacientes con síndrome de urgencia frecuencia (SFU), en mayo de 1999.

Por otra parte, se ha visto su beneficio en el tratamiento de muchas patologías sensoriales, motoras, y mixtas del plexo lumbosacro como: neuralgia genitofemoral, neuralgia ilioinguinal, lesión o neuralgia del plexo lumbar, neuropatía del obturador, neuralgia/neuritis sacra, neuralgia del pudendo, cistitis intersticial, vulvodinia, coccigodinia, prostatitis.

También, los resultados preliminares son prometedores para el dolor radicular lumbosacro, el síndrome de dolor de raquis postquirúrgico, síndrome de dolor crónico regional complejo, con resultados inadecuados con la estimulación medular.

### **Composición de las fibras nerviosas a nivel de las raíces sacras**

Las raíces sacras ventrales son nervios mixtos que contienen tanto fibras somáticas como autonómicas<sup>10-15</sup>. La actividad aferente se conduce al SNC a través de los nervios simpáticos y parasimpáticos. Estos aferentes están formados por fibras mielínicas tipo A delta y no mielínicas tipo C, que conducen impulsos de los receptores de tensión y nociceptores de la pared vesical. Además, existen fibras eferentes parasimpáticas vesicales y somáticas para los MSP.

### **Efectos de la estimulación de las raíces sacras**

La aplicación de una estimulación eléctrica a un nervio no es un hecho fisiológico. En un nervio mixto como S3, la despolarización se produce en muchas fibras a la vez. Por lo tanto, al mismo tiempo se estimulan fibras aferentes y eferentes. La distribución de la estimulación en un nervio mixto depende principalmente de dos factores: la distancia relativa entre la fibra y el electrodo y el diámetro de las fibras del haz nervioso. Las fibras mielínicas son conductoras rápidas, por lo que tienen un bajo umbral de excitación y necesitan impulsos de menor amplitud para ser estimuladas. Por el contrario, las fibras no mielínicas poseen un umbral más elevado y necesitan un impulso de mayor amplitud para su excitación.

Aunque existen diferentes teorías sobre el mecanismo de acción de la EERS, los expertos están de acuerdo en que ejerce un efecto modulador de los reflejos sacrospondinos que controlan la micción<sup>16- 21</sup>. La electroestimulación induce tanto la contracción vesical como esfinteriana, provocando una disinergia detrusor-esfínter que interfiere el vaciado vesical completo. Se ha intentado localizar las neuronas motoras de los núcleos medulares parasimpático y pudendo para realizar una estimulación por separado de cada grupo neuronal. Mediante estimulación estereotáctica directa de la médula sacra, se logró inducir contracción vesical sin contracción esfinteriana concomitante en animales de experimentación<sup>22</sup>; sin embargo, su aplicación clínica es extremadamente difícil. La

programación de los sistemas es esencial para conseguir bloquear las fibras somáticas mediante elevada frecuencia, baja amplitud de corriente bifásica seguido de baja frecuencia y elevada amplitud de estimulación de las fibras autonómicas. Frecuencias mixtas y pulsos de corriente alterna logran bloquear selectivamente las fibras somáticas. De esta forma, se produce una parálisis flácida temporal del sistema esfinteriano. Al mismo tiempo, la excitación selectiva de las fibras autonómicas provoca una contracción del detrusor.

Chai et al. demostraron que la estimulación selectiva de axones mielínicos gruesos inhibían, según la teoría de la compuerta, la transmisión de las fibras amielínicas C, consiguiendo con ello no sólo inhibir la transmisión del impulso nociceptivo, sino también promover los fenómenos de curación. Esto se observó tras la estimulación selectiva de la raíz S3 correlacionada con aumentos de la concentración de la orina, reducción de las concentraciones de factor antiproliferativo, disminución de marcadores de cistitis intersticial en la orina, aumento de la concentración en orina de factor de crecimiento epidérmico ligado a la heparina<sup>16</sup>.

### **Técnica de implante**

Para la colocación de electrodos a nivel de una raíz sacra existen dos sistemas: la transforaminal S2-S3 y la epidural retrógrada.

Los implantes iniciales de electrodos permanentes se situaban a través del foramen de S3; sin embargo, este abordaje tiene limitaciones y el propio diseño del electrodo hace difícil su fijación<sup>23, 24</sup>.

En el abordaje epidural retrógrado<sup>8, 9,25</sup> se recomienda una entrada en L3/4 o L2/3 para evitar los ángulos menos favorables intralaminares de la curva lordótica lumbar y evitar una posible punción dural. Este abordaje da la distancia necesaria para obtener la posición de electrodo apropiada a nivel ipsilateral o contralateral a nivel S1, S2, S3, S4 o S5 teniendo en cuenta la transición natural ascendente y la curvatura lateral del sacro<sup>6-9</sup>. Los inconvenientes potenciales de este abordaje incluyen la imposibilidad de canalizar el electrodo en el espacio epidural por vía translaminar, la imposibilidad de progresar por una anatomía alterada (espondilolistesis, fibrosis epidural, epiduritis o dolor a la progresión por roce dural, angulación excesiva de la charnela lumbosacra...), la imposibilidad de entrar en la funda de la raíz sacra adecuada, y, por supuesto, la necesidad de una curva de aprendizaje, como en todas las nuevas técnicas.

## **Bibliografía**

- 1 MELZACK R, WALL PD. Pain mechanisms: A new theory. *Science* 1965; 150:971-979.
- 2 MELZACK R, LOESER JD. Phantom body pain in paraplegics: evidence for a central "pattern generating mechanism" for pain. *Pain* 1978; 4:195-210.
- 3 BAROLAT G. Percutaneous retroperitoneal stimulation of the sacral plexus. *Stereotact Funct Neurosurgery* 1991; 56(4):250-257.
- 4 BLUME H, RICHARDSON R, ROJAS C. Epidural nerve stimulation of the lower spinal cord and cauda equina for the relief of intractable back pain in failed back surgery. *Applied Neurophy* 1982; 5:456-460.
- 5 BOSCH JLHR, GROEN J. Sacral (S3) segmental nerve stimulation as a treatment for urge incontinence in patients with detrusor instability: results of chronic electrical stimulation using an implantable neural prosthesis. *J Urol* 1995; 154:504-507.
- 6 SIEGEL SW. Management of voiding dysfunction with an implantable neuroprosthesis. *Urol Clin N Am* 1992; 19:163-170.
- 7 KOLDEWIJN EL, ROSIER PFWM, MEULEMAN EJH, KOSTER AM, DEBRUYNE FMJ, KERREBROECK PEV. Predictors of success with neuromodulation in lower urinary tract dysfunction: results of trial stimulation in 100 patients. *J Urol* 1994; 152:2071-2075.
- 8 ALO KM, ET AL. Lumbar and sacral nerve root stimulation (NRS) in the treatment of chronic pain: a novel anatomic approach and neurostimulation technique. *Neuromodulation* 1999; 1(2):23-31.
- 9 ALO KM, ZIDAN AM. Selective nerve root stimulation (SNRS) for the treatment of intractable pelvic pain and motor dysfunction: a case report. *Neuromodulation* 2001; 1(4):19-23.
- 10 KOKOTAS NS, SCHMIDT RA, TANAGHO EA. Motor innervation of the urinary tract studied by retrograde axonal transport of protein. *Invest Urol* 1978; 16:179.
- 11 KOKOTAS NS, SCHMIDT RA, TANAGHO EA. Axonal transport of horseradish peroxidase: a new method for tracing nervous control of the bladder. *Urol Int* 1978; 33:427.
- 12 THÜROFF JW, BAZEED MA, SCHMIDT RA, WIGGIN DM, TANAGHO EA. Functional pattern of sacral root stimulation in dogs. I. Micturition. *J Urol* 1982; 127:1031.

13 THÜROFF JW, BAZEED MA, SCHMIDT RA, WIGGIN DM, TANAGHO EA. Functional pattern of sacral stimulation in dogs. II. Urethral closure. J Urol 1982; 127:1034.

14 JÜNEMANN KP, LUE TF, SCHMIDT RA, TANAGHO EA. Clinical significance of sacral and pudendal nerve anatomy. J Urol 1988; 139:74.

15 SCHALOW G. Efferent and afferent fibres in human sacral ventral nerve roots: basic research and clinical implications. Electromyogr Clin Neurophysiol 1989; 29:33.

16 DIJKEMA HE, WEIL EH, MIJS PT, JANKNEGHT RA. Neuromodulation of sacral nerves for incontinence and voiding dysfunctions. Clinical results and complications. Eur Urol 1993; 24:72.

17 WEIL EH, RUIZ-CERDA JL, EERDMANS PH, JANKNEGHT RA, VAN KERREBROECK PE. Clinical results of sacral neuromodulation for chronic voiding dysfunction using unilateral sacral foramen electrodes. World J Urol 1998; 16:313.

18 WEIL EH, RUIZ-CERDA JL, EERDMANS PH, JANKNEGHT RA, BEMELMANS BLH, VAN KERREBROECK PE. Sacral root neuromodulation in the treatment of refractory urinary urge incontinence: a prospective randomized clinical trial. Eur Urol 2000; 37:161.

19 VAN KERREBROECK PE. The role of electrical stimulation in voiding dysfunction. Eur Urol 1998; 34:27.

20 BOSCH JLHR, GROEN J. Sacral (S3) segmental nerve stimulation as a treatment for urge incontinence in patients with detrusor instability: results of chronic electrical stimulation using an implantable neural prosthesis. J Urol 1995; 154:504.

21 SHAKER HS, HASSOUNA M. Sacral nerve root neuromodulation: an effective treatment for refractory urge incontinence. J Urol 1998; 159:1516.

22 CARTER RR, MCCREERY DB, WOODFORD BJ, BULLARA LA, AGNEW WF. Micturition control by microstimulation of the sacral spinal cord of the cat: acute studies. IEEE Trans Rehab Eng 1995; 3:206.

23 THON WF, BASKIN LS, JONAS U, TANAGHO EA, SCHMIDT RA. Surgical principles of sacral foramen electrode implantation. World J Urol 1991; 9:133.

24 JANKNEGHT RA, WEIL EH, EERDMANS PH. Improving neuromodulation technique for refractory voiding dysfunctions: two-stage implant. Urology 1997; 49:358.