

# Tema 19

## Neuromodulación de raíces sacras

IGNACIO GÓMEZ GARCÍA (\*); MIGUEL JIMÉNEZ CIDRE (\*); ELDIBERTO FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ (\*)  
y SILVIA CONDE SOMESO (\*\*)

**(\*) Servicio de Urología.**  
**(\*\*) Servicio de Cirugía General.**  
**Hospital Ramón y Cajal. Madrid.**

### Introducción

---

La neuromodulación de raíces sacras (NMRS), en la actualidad se ha impuesto, como técnica de elección en los pacientes con disfunción miccional crónica (DMC) refractaria a tratamiento farmacológico convencional.

La principal indicación de esta técnica es la DMC, aunque paulatinamente se ha abierto el abanico de indicaciones terapéuticas como, el dolor pélvico crónico, la cistopatía intersticial, el estreñimiento, la incontinencia fecal. El correcto diagnóstico de la enfermedad, una adecuada orientación terapéutica, y aún más importante una correcta indicación de esta técnica; hacen de la NMRS una técnica de elección y efectiva en pacientes con DMC.

### Evolución histórica

---

Luigi Galvani, en el siglo XXVIII demostró en sus experimentos con ranas la capacidad contráctil del músculo al aplicarse electricidad; sirven para asentar las bases futuras, para elaborar las teorías sobre el potencial transmembrana y la conducción eléctrica nerviosa. Posteriormente los estudios de Alessandro Volta demostraron que la contracción muscular es debida a la estimulación nerviosa. En 1820 los ensayos realizados por Oersted y Faraday sobre la relación existente entre el magnetismo y la electricidad, sirven en la actualidad como base de la neuromodulación. Saxtorph en 1876, realiza la primera estimulación transuretral en un paciente con retención aguda de orina.

En la sexta década del siglo XX Mcguire y posteriormente Boyce, realizaron modelos experimentales de electroestimulación sobre perros, demostrando la importancia del tamaño del electrodo,

y que la estimulación a ambos lados de la vejiga producían la máxima respuesta. En 1963 Bradley et al. realizan electroestimulación sobre distintos animales, y observo que en vejigas grandes se necesita mayor potencia y mayor área de contacto entre los electrodos y la zona a estimular.

Nashold y Friedmanson, son los primeros que investigan sobre la estimulación nerviosa espinal para alteraciones miccionales, observando que el área óptima de estimulación eléctrica es de S1 a S3. Jonas et al. observan que la estimulación de los centros nerviosos produce contracción del músculo liso uretral, del detrusor y del esfínter estriado. Posteriormente Thürhoff determino la existencia de dos núcleos, el parasimpático y el núcleo pudendo; siendo el primero el responsable de la contracción del detrusor, y el segundo del esfínter estriado; así la estimulación independiente del parasimpático produciría solo estimulación del detrusor sin estimular el esfínter estriado. En 1976 Brindley descubre que la tercera raíz sacra (S3) es la que más influye en el control miccional. Tanhago et al. Demuestra que no existe diferencia entre la estimulación del lado derecho o del izquierdo, también apreció que la estimulación de las raíces ventrales sacras es más eficaz. El estudio histológico de las fibras estimuladas no evidenció alteraciones respecto a las fibras contralaterales no estimuladas.

En España en 1980 los doctores Tallada, Perales y Romero realizan un estudio en estimulación de raíces sacras en gatos investigando; que raíz estimulada produce mejor respuesta vesical, y que parámetros son los más efectivos para la estimulación. En 1998 Bosch et al. demuestran que la estimulación crónica vesical, no disminuye el efecto regulador.

En 1981 los profesores Tanagho y Schmidt de la universidad de California realizan el primer implante de neuromodulación en un paciente con trastornos de la micción. En agosto de 1997 la FDA americana aprueba la neuroestimulación como técnica valida para el tratamiento de la incontinencia por urgencia. En 2002 la FDA americana aprueba la utilización del Tined Lead. En España en 1998 el doctor Tallada implanta el primer neuromodulador.

Actualmente hay en el mundo más de 10.000 pacientes implantados.

## Mecanismo de actuación

---

Los 20 últimos años ha existido un progresivo cambio, en el enfoque terapéutico de la disfunción del tracto urinario inferior, abandonándose técnicas como la ampliación vesical y surgiendo nuevas como la electroestimulación.

De manera genérica el mecanismo de actuación de la estimulación eléctrica de raíces sacras es por su capacidad de estabilizar, modular, reestablecer los reflejos miccionales alterados.

La electroestimulación consiste en aplicar impulsos eléctricos para modificar el comportamiento de un arco neuronal deficiente. La electroestimulación se divide en central y periférica. La **central**

o **neuroestimulación**, estimula las vías eferentes nerviosas para crear una respuesta motora, siendo utilizada en pacientes con lesiones medulares. La **electroestimulación periférica o neuromodulación** crea un campo eléctrico que estimula las raíces aferentes, consiguiendo modificar el comportamiento del detrusor, esfínter uretral externo, y músculos del suelo pélvico. El mecanismo de acción de la neuromodulación se basa en la estimulación de las fibras aferentes somáticas, modulado los reflejos miccionales, y vías nerviosas en médula espinal.

El centro de la micción a nivel medular se encuentra entre los segmentos S2-S4, siendo S3 el sitio de más habitual de localización. En la sustancia gris pontomesencefálica se encuentran los núcleos de origen para la vía común de las neuronas motoras de la vejiga; recibiendo estos centros impulsos nerviosos superiores. La micción se consigue por una correcta coordinación entre la actividad del detrusor y los esfínteres, tanto vesical como el estriado.

## Indicaciones

Las principal indicación para la estimulación de los nervios sacros, son pacientes con disfunción miccional crónica refractaria al tratamiento convencional

La DMC es un grupo de alteraciones miccionales que se caracterizan por alteraciones en los sistemas facilitadores e inhibidores de la micción. La DMC abarca un grupo de enfermedades que se caracterizan por alteraciones en el llenado o vaciado vesical, manifestándose clínicamente por cuadros de incontinencia de urgencia, síndrome de urgencia frecuencia, alteraciones en el vaciado vesical, y dolor pélvico con la micción, sin causa orgánica o neurológica.. En la actualidad las indicaciones de la neuromodulación abarcan enfermedades como el dolor pélvico crónica, el síndrome de Fowler, la cistopatía intersticial, empezando progresivamente a emerger nuevas indicaciones para esta técnica (Tabla 1)<sup>(1)</sup>.

**Tabla 1**

No neurógenas	Neurógenas
Síndrome urinario de frecuencia urgencia	Esclerosis múltiple
Trastornos en el vaciado vesical	Mielitis
Retención urinaria de repetición sin objetivación de patología obstructiva	Sección medular incompleta
Dolor pélvico crónico	
Vejiga neurógena	
Cistitis intersticial	
Trastornos fecales (incontinencia, retención crónica)	

## 1. Indicaciones no neurógenas

---

### a) Incontinencia urinaria de urgencia

Puede ser debida a vejiga hiperrefléxica o inestable, caracterizándose ambas por contracción involuntaria del detrusor, que conlleva a perdida involuntaria de orina con sensación de urgencia. NMRS ha demostrado ser efectivo en la incontinencia de urgencia refractaria al tratamiento convencional, considerándose como efectivo cuando existe reducción de más del 50% de los síntomas en un plazo entre 18-72 meses después del implante<sup>(2)</sup>. Estudios multicéntricos han demostrado una efectividad del tratamiento del 41 al 100%<sup>(3)</sup>. La estimulación de las raíces sacras produce modulación de los reflejos sacros estabilizando la función del detrusor aumentando el tono y equilibrando la musculatura del suelo pélvico.

### b) Síndrome de urgencia frecuencia

Es otra manifestación de hiperactividad de la vejiga. Se caracteriza por una imperiosa necesidad de orinar, con mínimas cantidades de orina vaciadas, y una frecuencia cada 15 minutos; ocasionalmente este cortejo se puede acompañar de dolor y de incontinencia, siendo este ultimo un hecho secundario en la clínica. Urodinámicamente estos pacientes, no presentan hiperactividad del detrusor. La teoría de este síndrome es incierta, siendo una de las más aceptadas alteraciones del arco reflejo sacro. En el estudio de Hassouna et al<sup>(4)</sup>, se observo que con NMRS era beneficioso en el 56%; observando que aumenta la cantidad del diuresis con cada vaciado, disminución de la frecuencia miccional. Otros estudios objetivaron beneficio del 43-83% en el síndrome de urgencia frecuencia con la neuromodulación de raíces sacras<sup>(3, 5)</sup>.

### c) Dificultad miccional

Problemas de vaciado vesical pueden ser debidos por falta de contracción vesical, y/o elevada resistencia uretral. La etiología puede ser orgánica o funcional, pudiendo ser al primera resuelta en la mayoría de los casos mediante cirugía. La etiología funcional es difícil de tratar ya que habitualmente se desconoce la causa. Fisiopatológicamente es un detrusor hipoactivo o existe una disiner-gia vesicoesfinteriana La clínica varia desde retención urinaria completa o parcial, pasando por diversos trastornos miccionales de características obstructivas (debilidad de calibre miccional, estranguria...). Mediante la modulación se intenta conseguir estabilizar los reflejos miccionales logrando una micción coordinada.

### d) Síndrome de Fowler

Descrito por primera vez en 1988 por Fowler, que se observa en mujeres jóvenes, manifestándose en un cuadro clínico caracterizado fundamentalmente por retención urinaria, secundario a un aumento de la contracción del esfínter uretral estriado. La electromiografía se aprecia contracción elevada del esfínter uretral, que se define acústicamente como “ruido de ballenas” que denota una actividad de tipo miotónico. Fowler también observó que las mujeres con este síndrome presen-

taban en su mayoría ovarios poliquísticos sugiriendo que la contracción anormal o ausencia y/o alteración de la relajación del esfínter podía estar mediada hormonalmente. Las pacientes con este síndrome son buenas candidatas para la neuromodulación<sup>(6)</sup>.

### **e) Cistitis intersticial**

Es un diagnóstico de exclusión siendo un cuadro que genéricamente se caracteriza por dolor pelviano crónico y síndrome miccional con intensa frecuencia y urgencia, sin identificarse su causa. La diversidad de etiologías en esta entidad hace que la mayoría de los tratamientos sean empíricos. El mecanismo de actuación de la neuromodulación sobre la cistitis intersticial se desconoce, aunque ha demostrado que disminuye los síntomas de urgencia y de frecuencia<sup>(7)</sup>.

### **f) Dolor pélvico**

El diagnóstico del síndrome de dolor pélvico crónico, es por exclusión de patología inflamatoria, imitativa, o tumoral. La incidencia en las mujeres en edad fértil es de hasta el 15%, siendo la incidencia del hombre desconocida, ya que muchos de estos cuadros se catalogan de prostatitis abacteriana o prostatodinia<sup>(8)</sup>. La patogenia de este síndrome desconocida, pero es habitual encontrar dos hechos comunes, la hiperactividad del suelo pélvico y la congestión pelviana. Usualmente están asociados a clínica diversa como la dificultad en el vaciado vesical, dispauremia, estreñimiento... La eficacia de la neuromodulación en pacientes con esta dolencia, se basa en el bloqueo de la transmisión del dolor en las vías espinotalámicas. Evidenciaron disminución del dolor en alrededor de un 50% de los pacientes, no encontrándose a los 36 meses fracasos en el tratamiento.

### **g) Incontinencia Fecal**

La indicación inicial de esta técnica es sobre pacientes con incontinencia fecal, secundaria a disminución de la actividad del músculo estriado en la que han fracasado la cirugía; en la actualidad se están incluyendo otras indicaciones como lesiones parciales post quirúrgicas del esfínter, alteraciones esfinterianas post traumatismo medular, lesiones no completas de ambos esfínteres, lesiones del músculo liso del esfínter interno<sup>(9, 10)</sup>. El mecanismo de actuación es multifactorial, siendo dos de ellos: la elevación del ángulo colorrectal, y aumentando la presión de cierre del esfínter anal, mediante la estimulación del músculo estriado del suelo pélvico. Existen dos haces nervios que producen estimulación de la musculatura estriado del suelo pélvico, la cual favorece la continencia anal, siendo el sitio de estimulación más distal de ellos las raíces sacras. Durante la prueba de estimulación se observa la respuesta del esfínter anal a la estimulación selectiva de cada raíz sacra, siendo la prueba positiva cuando se observa movimiento del esfínter anal, del suelo pélvico o se observa respuesta en la electromiografía o en la manometría anal<sup>(11)</sup>. Si los síntomas disminuyen con la prueba de estimulación, o el paciente recurre su sintomatología al retirarlo, se considera al paciente como buen candidato para implante definitivo. La mejoría sintomática con la neuromodulación varía de un 85-100% según las series<sup>(9, 12)</sup>.

## h) Estreñimiento

Existen diversas causas de estreñimiento que pueden ser corregidas mediante cirugía (rectocele, prolapso rectal...), pero la disfunción o la pérdida de coordinación entre el recto y la tonicidad del esfínter anal puede ser causa de estreñimiento crónico. Este último caso puede ser corregido mediante estimulación de raíces sacras. En el estudio realizado por Agachan et al.<sup>(13)</sup>, demostraron una disminución del índice de Wexner, disminución de la dificultad de vaciado rectal, disminución del tiempo en la evacuación y disminución en la dificultad de la evacuación; concluyendo este estudio que los pacientes con estreñimiento crónico secundario a disfunción esfínter rectal se pueden beneficiar de la estimulación de raíces sacras, aunque todavía queda camino por recorrer. En la actualidad se estudian otras indicaciones de la neuromodulación rectal como en el síndrome de úlcera rectal solitaria, y el estreñimiento del colon inercia.

## 2. Indicaciones neurógenas

En la actualidad una vez establecidas las indicaciones de la NMRS en pacientes con DMC, y habiéndose objetivado en múltiples serie y trabajos, su eficacia terapéutica; muchos grupos sobre todo europeos, buscan la mejor indicación para pacientes neurógenos<sup>(15, 16, 17, 18)</sup>.

Los estudios realizados por en 1986 Vodusek et al.<sup>(19)</sup>, demuestran que la estimulación crónica sobre las fibras aferentes no musculares del nervio pudendo, inducen una inhibición del músculo detrusor en pacientes en los que existe hiperreflexia secundaria a lesión medular y esclerosis múltiple<sup>(19)</sup>, siendo estas evidencias confirmados posteriormente por los estudios realizados por Shan<sup>(20)</sup>.

Las lesiones en la moto neurona superior, bien traumáticas, degenerativas o congénitas; producen un cuadro de incontinencia por urgencia secundaria a hiperreflexia vesical. Estudios experimentales con animales<sup>(21)</sup>, la sección de las vías aferentes de la motoneurona superior produce la creación de un nuevo arco reflejo a nivel del segmento sacro siendo este nuevo arco reflejo el causante de la hiperreflexia vesical<sup>(22, 23)</sup>; la NMRS produce estimulación eléctrica de las vías aferentes somáticas (fibras "C" amielínicas) no musculares, producen activación de sistemas espinales inhibitorios de la contracción vesical y de la hiperreflexia del detrusor<sup>(23)</sup>. El tratamiento en pacientes con vejiga neurógena ha sido diverso, abarcando desde tratamiento anticolinérgico (bloqueo de las fibras musculares lisas), asociado o no a cateterismos intermitentes, toxina botulínica, inyección de fenol en el plexo sacro; hasta técnicas quirúrgicas como la ampliación vesical, estimulación sacra anterior, derivación urinaria...<sup>(15)</sup>

Los criterios de inclusión de pacientes neurogenos para NMRS son diversos, siendo los más aceptados<sup>(23, 16, 24)</sup>:

- Estudio urodinámico con diagnóstico de incontinencia de urgencia secundaria a hiperreflexia.

- Capacidad vesical superior a 150 ml.
- Enfermedad de base debe estar estable, o con lenta progresión.
- Ausencia de alteraciones en tracto urinario superior.
- Fracaso del tratamiento medico conservador.
- Respuesta positiva a PNE.
- Mejoría subjetiva de los síntomas superior al 75%.
- Criterios generales para la estimulación de raíces sacras<sup>(1)</sup>.

Existen pocas series con pruebas de neuroestimulación (PNE) de pacientes neurógenos, un análisis comparativo de 14 enfermos de Bosch, Hohenfellner, y Ishigooka, en los que existe lesión medular, y diversas enfermedades neurológicas, se produjo mejoría en el 50% de los pacientes, en especial en los que presentan lesión incompleta de la médula espinal, no existiendo ninguna mejoría en los pacientes con lesiones medulares completas<sup>(25, 26, 27)</sup>. Carone et al.<sup>(28)</sup>: en un estudio multicéntrico con 24 pacientes neurógenos con hiperreflexia vesical, encontró mejoría entre el 50-80% solo en 6 pacientes en los que existía lesión incompleta de la medula espinal.

Bosch y Groen<sup>(24)</sup> de un total de 130 pacientes con incontinencia por urgencia, encontraron 6 candidatos, de las cuales se realizó PNE. De los 6 test una de las pacientes no pudo ser colocado el electrodo por obesidad, en 4 la mejoría fue superior al 50% y en uno solo alcanzo el 20%, no realizándose en este último implante. De las 4 pacientes con mejoría de los síntomas, el número de fugas de orina disminuyó de una media de 4 a 1 en dos pacientes, encontrándose las otras dos pacientes secas; permaneciendo en todos los pacientes estables el número de fugas. El estudio urodinámico 6 meses tras el implante demostró la desaparición de la hiperreflexia en una enferma, otra de las enfermas la contracción del detrusor aparición con mayor volumen vesical, otra de las pacientes la amplitud de las contracciones de la hiperreflexicas disminuyó, la última de las enfermas no existieron cambios urodinámicos.

Chartier-Kastler y Bosch<sup>(16)</sup> presentan una serie de 9 pacientes con incontinencia por urgencia, secundaria a hiperreflexia. Las lesiones de la médula espinal englobaban: 2 mielitis (un caso viral y otro vascular), 5 con EM, y 2 pacientes con lesiones medulares traumáticas. Cinco de estos pacientes tras una media de seguimiento de 43 meses se encuentran totalmente secos, disminuyendo en más de un 50% la frecuencia, aumentando el volumen de vaciado vesical de 115 ml de media a 249 ml, de manera subjetiva los pacientes reportaron una mejoría superior al 75%. Seis de los pacientes se encontraban totalmente secos y tres disminuyeron el uso de pañales de manera importante. Los resultados obtenidos a los seis meses se mantuvieron estables a los 43 meses.

Otro estudio multicéntrico<sup>(25, 26, 27, 28)</sup>, de pacientes con implante definitivo de un total de 19 pacientes, dos mujeres con mielitis presentaron mejoría de su sintomatología, 6 mujeres con EM pre-

sentaron disminución de su pérdidas estando tres de ellas “secas”; de 6 pacientes con lesión medular parcial cuatro se encontraban “secos” y 2 presentaron mejoría de su clínica, en el resto de los pacientes hubo fracaso del tratamiento.

El estudio realizado por Hohenffeln en traumas medulares. No existen parámetros predictivos de éxito en la selección de pacientes neurógenos que sean implantados, incluso en pacientes con test positivos la estimulación crónica no les fue beneficiosa solo se ha demostrado que pacientes con, lesiones completas e prácticamente completas de médula espinal no son candidatos para la NMRS<sup>(18)</sup>. En la actualidad existen indicios de la pérdida de efectividad de la estimulación crónica, la existencia de fibrosis entre electrodo y la vaina nerviosa, movilización del electrodo, y la elasticidad nerviosa<sup>(18)</sup>.

Guys et al.<sup>(17)</sup> presentan un estudio en niños con espina bifida, formando dos grupos de 21 pacientes, uno de los grupos se trato con terapia convencional y el otro mediante NMRS, encontrándose solo un niño “seco” pero con necesidad de autocateterismos.

Los resultados deben de ser estudiados con precaución dado que en las enfermedades neurológicas crónicas tipo EM cursan en brotes y de manera impredecible lo que hace que los resultados en esta nosología deban de ser observados con precaución. El papel de la NM en pacientes neurógenos debe utilizarse en pacientes con fracaso del tratamiento medico y como paso previo a la ampliación vesical, siendo esta técnica la última opción terapéutica. Actualmente el papel de la NMRS en vejiga hiperreflexicas debe competir con otras terapéuticas como las inyecciones de toxina botulínica, y las instilaciones con resineratoxina, debiéndose comparar el coste del tratamiento crónico de estas terapias con el coste del implante definitivo<sup>(15)</sup>.

## Técnica quirúrgica

---

La técnica quirúrgica ha evolucionado en los últimos años en paralelo al desarrollo tecnológico. El desarrollo de nuevos electrodos, y de dispositivos de punción percutáneos, ha desplazado la cirugía abierta en “pro” del implante percutáneo, conocido como *Tined Lead*.

El proceso quirúrgico hasta el implante del generador, sigue tres fases:

### 1. Fase aguda

Consiste en la identificación, punción, y estimulación de ambas raíces S3. Los pasos son los siguientes:

- 1.º Localización de la raíz S3, mediante radioscopia, y exploración física.
- 2.º Punción de S3 con aguja de punción (Figuras 1 y 2).



3.º Estimulación eléctrica y comprobación de reflejo plantar flexor y contracción anal (Figuras 3 y 4).

4.º Paso de estilete a través de aguja de punción (Figura 4).

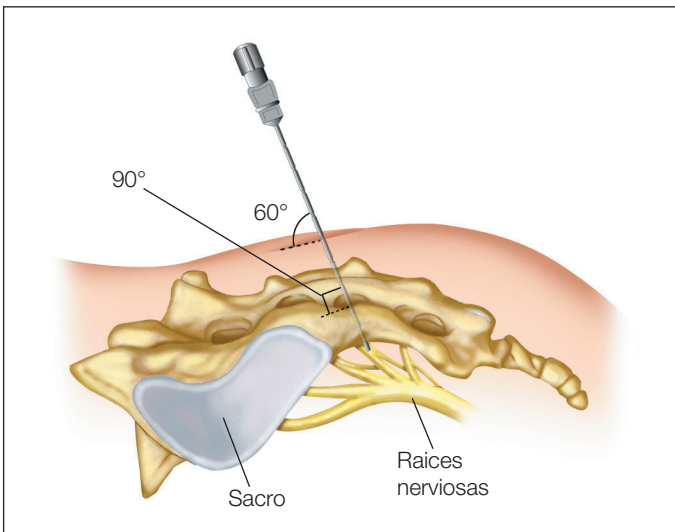


Figura 1.

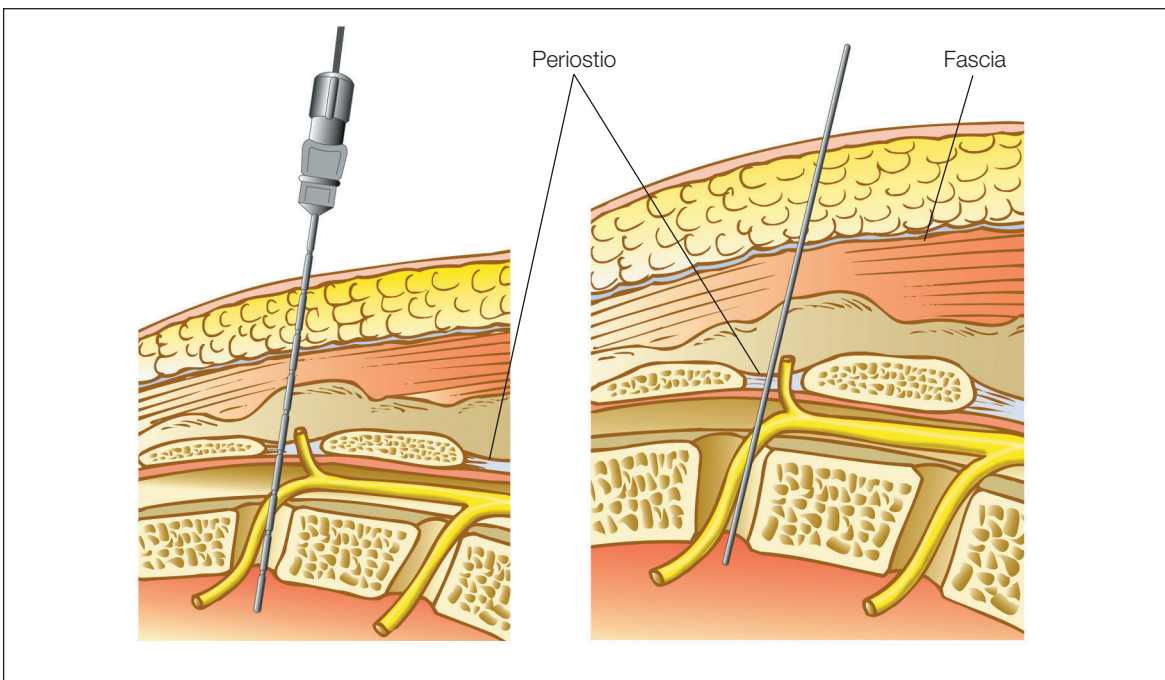


Figura 2.



Figura 3.

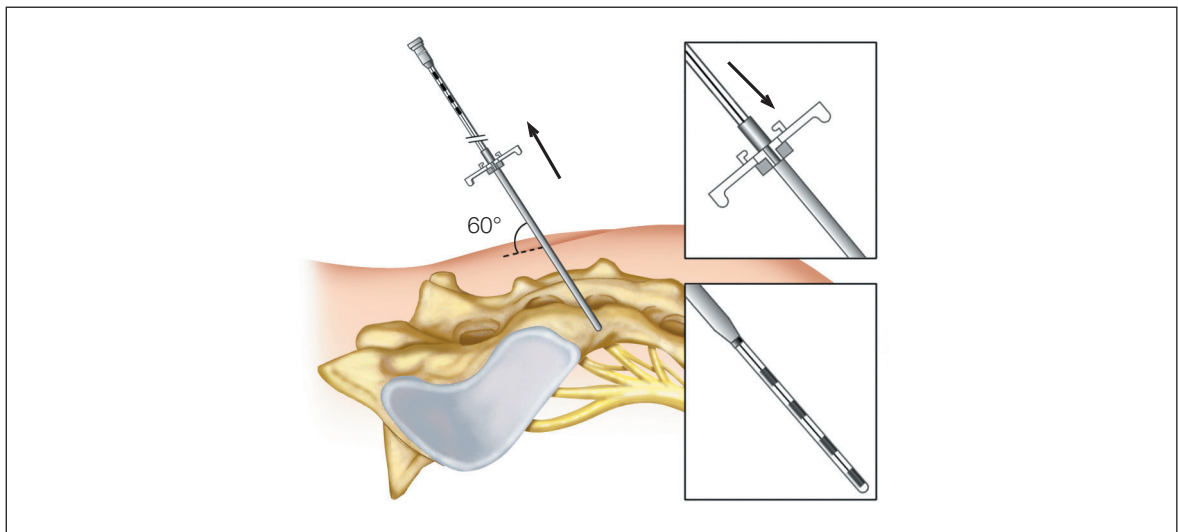


Figura 4.

- 5.º Retirada de aguja de punción.
- 6.º Paso de Kit introductor a través del estilete.
- 7.º Retirada de estilete (Figura 4).
- 8.º Introducción del electrodo por medio del kit introductor (Figura 5).
- 9.º Retirada del kit introductor, y fijación del electrodo.
- 10.º Comprobación de correcta localización del electrodo (Figura 6).

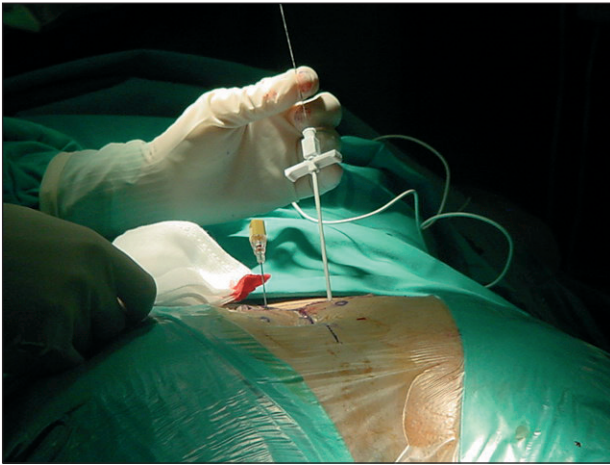


Figura 5.

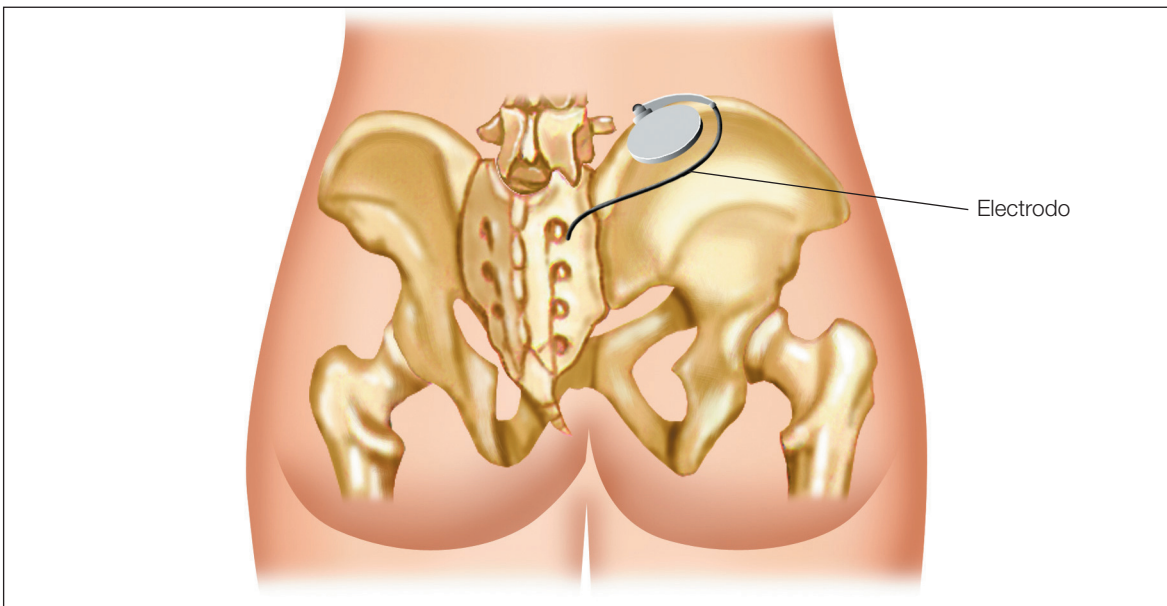
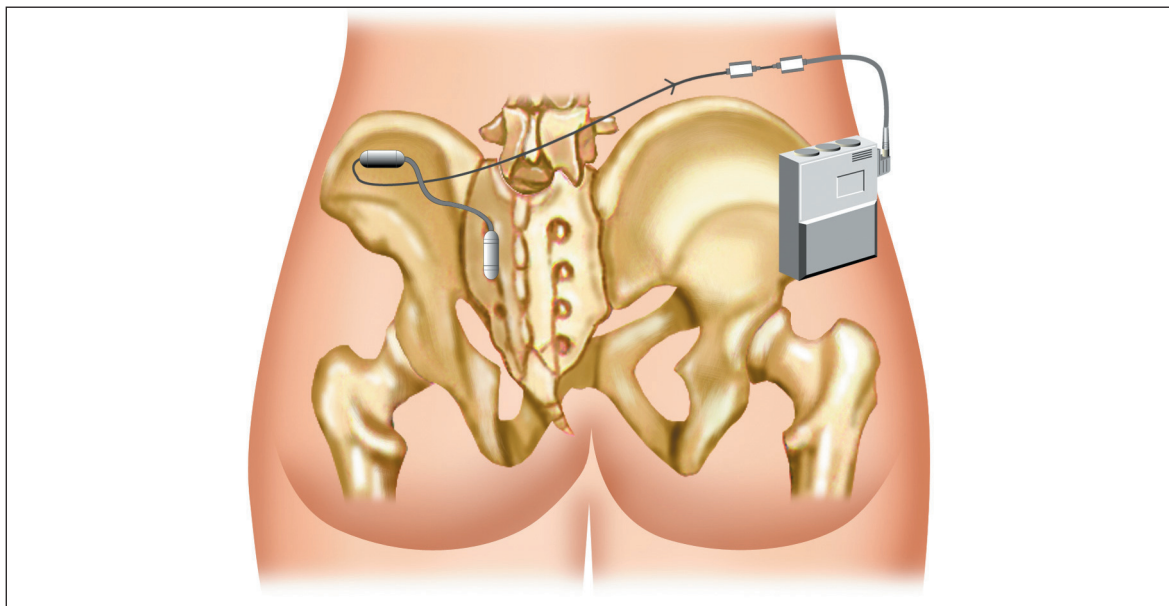


Figura 6.

## 2. Fase subcrónica

Si la estimulación es positiva, se conecta el electrodo a un generador externo, tres semanas después se consigue mejoría del 50 al 75% (según los autores), se procede al implante del generador definitivo (Figura 7).



**Figura 7.**

### **3. Fase crónica**

Implante del generador.

## Complicaciones

Las complicaciones de esta técnica varían según las series del 22 al 43%<sup>(29, 30)</sup>, con una incidencia de reintervención variable según las series del 6 al 50%<sup>(31, 32)</sup>.

El estudio The Medtronic (MDT-103), multicéntrico en Norteamérica y Europa englobó a 633 pacientes siendo implantados en 250 de ellos un NRS. En 157 (62%) de los pacientes implantados se detectó un total de 368 efectos adversos. Del total de los efectos adversos un 15,2% no requirieron actitud alguna, un 41% se les realizó terapias no quirúrgicas, y en el 43% de los pacientes fue necesaria la reintervención quirúrgica; siendo el problema resuelto en el 89,4% de los casos. Los efectos adversos más habituales son los siguientes (Tabla 2):

De los pacientes que necesitaron reintervención quirúrgica la causa más frecuente fue por alteraciones en la función o situación del electrodo o extensión, debido a emigración del electrodo, alteraciones sensitivas o motoras de las piernas, pérdida de eficacia o dolor en la zona del implan-

**Tabla 2**

Efecto adverso n/%	MDT-103	Serie Ramón y Cajal
Dolor en implante	60 (14,2%)	1 (5,5%)
Otros dolores	50 (10,8%)	3 (16,5%)
Infección	28 (7%)	1 (5,5%)
Dolor en trayecto electrodo	18 (5,5%)	
Alteraciones intestinales	12 (3%)	1 (5,5%)
Migración del electrodo	39 (9,1%)	
Perdida de eficacia 13 (3,53%)		

te; siendo solucionado en la mayor parte de los casos reimplantando el aparato con anestesia local. En otros casos fue necesario extraer temporalmente el neuromodulador siendo ocasionado por diversas causas entre las que hay que reseñar infección, dolor pélvico crónico, alteraciones sensitivas rectales. También fue necesario cambio del electrodo sobre todo por pérdida de eficacia, descargas eléctricas y problemas técnico del aparato.

## Conclusiones

La neuromodulación de las raíces sacras es una técnica eficaz para el tratamiento de la DMC, en pacientes en los que no existe mejoría o curación con los tratamientos convencionales. La neuromodulación en nuestra serie ha sido más efectiva en pacientes con sintomatología de urgencia/frecuencia (mejoría alrededor del 80%) que pacientes con alteraciones del vaciado vesical (mejoría del 72%).

Desde el primer implante en 1981 por el profesor Tanagho las indicaciones van siendo más amplias, incluyendo dolor pélvico crónico, incontinencia fecal, cistitis intersticial.

En la actualidad existen estudios controvertidos sobre la aplicación de la neuromodulación en trastornos miccionales secundarios a enfermedades neurológicas como la esclerosis múltiple, parkinson; y lesiones medulares parciales, lo que abre un futuro prometedor para la aplicación de esta técnica en múltiples patologías que hasta el momento actual no tenía un tratamiento efectivo.

## Bibliografía

1. Scheepens WA, Van Kerrebroeck PEV. Indications and predictive factors. Cap 9. En: New perspectives in sacral nerve stimulation. Ed. Martin Dunitz UK. 2002.
2. Weil EH, Ruiz-Cerda JL, Eerdmans PH. Sacral root neuromodulation in the treatment of refractory urinary urge incontinence: a prospective randomized clinical trial. *Eur Urol* 2000, Feb; 37(2): 161-71.
3. Weil EH, Ruiz-Cerda JL, Eerdmans PH. Clinical results of sacral neuromodulation for chronic voiding dysfunction using unilateral sacral foramen electrodes. *World J Urol* 1998; 16(5): 313-21.
4. Hassouna MM, Group NSS. Effect of sacral neuromodulation on urinary urgency frequency. *J Urol* 1999; 162: 254.
5. Shaker H, Hassouna MM. Sacral root neuromodulation in the treatment of various voiding and storage problems. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 1999; 10(5): 336-43. Review.
6. Swinn MJ, Kitchen ND, Goodwin RJ. Sacral neuromodulation for women with Fowler's syndrome. *Eur Urol* 2000, Oct; 38(4): 439-43.
7. Chai TC, Zhang C, Warren JW. Percutaneous sacral third nerve root neurostimulation improves symptoms and normalizes urinary HB-EGF levels and antiproliferative activity in patients with interstitial cystitis. *Urology* 2000, May; 55(5): 643-6.
8. Stones RW, Selfe SA, Fransman S et al. Psychosocial and economic impact of chronic pelvic pain. *Baillieres best pract res clin Obstet Gynaecol* 2000; 14: 415-31.
9. Matzel KE, Stradelmaier U, Hohenfellner M. et al. Electrical stimulation of sacral spinal nerve for treatment of faecal incontinence. *Lancet* 1995; 346: 1124-7.
10. Matzel KE, Stradelmaier U, Hohenfellner M. et al. Chronic sacral nerve stimulation for faecal incontinence: long term results with foramen and cuff electrode. *Dis Colon Rectum*; 44: 59-66.
11. Vaizey CJ, Kamm MA, Turner IC et al. Effect of short term sacral nerve stimulation on anal and rectal function in patients with anal incontinence. *Gut* 1999; 44: 407-412.
12. Malouf AJ, Vaizey CJ, Nicholls RJ et al. Permanent sacral nerve stimulation for faecal incontinence. *Ann Surg* 2000; 232: 143-8.
13. Agachan F, Chen T, Pfeifer J et al. A constipation score system to simplify evaluation and management of constipated patients. *Dis Colon Rectum* 1996; 39: 681-85.
14. Linares Quevedo AI, Jiménez Cidre MA, Fernández Fernández E et al. Neuromodulación de raíces Sacras posteriores en el tratamiento de la disfunción miccional crónica. *Actas Urol Esp* 2002; 26: 250-260.
15. Bosch JL, Chartier Kastler EJ. Neurogenic refractory urge incontinence. New perspectives in sacral nerve stimulation. Ed. Martin Dunitz 2002; pp. 224-226.
16. Chartier Kastler EJ, Bosch R, Perrigot M et al. Long term results of sacral nerve stimulation (S3) for the treatment of neurogenic refractory urge incontinence related to detrusor hyperreflexia. *Urology* 2000; 164: 1476-1480.
17. Guys JM, Haddad D, Planche D et al. Sacral Neuromodulation for neurogenic bladder dysfunction in children. *The Journal of Urology* 2004; 172: 1673-1676.
18. Hohenfellner M, Humke J, Hampel C, et al. Chronic sacral neuromodulation for treatment of neurogenic bladder dysfunction: long term results with unilateral implants. *Urology* 2001; 58: 887-892.
19. Vodusek BD, Light JK, Libby JM. Detrusor inhibition induced by stimulation of pudendal nerve afferents. *Neurourol Urodyn* 1986; 5: 381-389.



20. Shan N, Edhem I, Knight SL et al. Acute suppression of detrusor hyperreflexia with detrusor sphincter dyssynergia by electrical stimulation of dorsal penile nerves in patients with spinal injury. *Eur Urol* 1998; 30: 60.
21. Zvara P, Sahi S, Hassouna MM. An animal model for neuromodulation of neurogenic bladder dysfunction. *Br J Urol* 1998; 82: 267-271.
22. De Croat WC, Kawatani T, Hisamitsu T et al. Mechanism underlying the recovery of urinary bladder function following spinal cord injury. *J Auton Nerv Syst* 1990; 30: 71-78.
23. Gómez García I, Fernández Fernández E, Sanz Mayayo E et al. Neuromodulación de raíces sacras. Experiencia de nuestro centro 1998-2003. A propósito de 18 implantes definitivos de neuromodulación. *Actas Urol Esp* 2004; 28: 732-742.
24. Bosch JL, Groen J. Treatment of refractory urge urinary incontinence with sacral spinal nerve stimulation in multiple sclerosis patients. *The Lancet* 1996; 348: 717-719.
25. Bosch JL, Groen J. Treatment of urge incontinence with sacral spinal nerve in multiple sclerosis patients. *Lancet* 1996; 348: 717-719.
26. Hohenfellner M, Schultz-Lampel D, Matzel K et al. Functional rehabilitation of the neurogenic bladder by chronic sacral neuromodulation. *Actual Urol* 1996; 27: 89-91.
27. Ishigooka M, Suzuki I, Hashimoto T. A new technique for sacral nerve stimulation: a percutaneous method for urinary incontinence caused for spinal cord injury. *Br J Urol* 1998; 81: 315-318.
28. Carone R, Bertapelle P, Zanollo A et al. Sacral neuromodulation in neurogenic lower urinary tract dysfunction: results of a multicenter study group. *Urodynamia* 1999; 9: 77-82.
29. Dijkema HE, Weil EH, Mijs PT et al. Neuromodulation of sacral nerves for incontinence and voiding dysfunction. Clinical results and complications. *Eur Urol* 1993; 24: 72-76.
30. Grünwald V, Höfner K, Thon WF et al. Sacral electrical neuromodulation as an alternative treatment option for lower urinary tract. *Restor Neurol Neurosci* 1999; 14: 189-93.
31. Bosch R, Groen J. Sacral 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: 504-7.
32. Koldewijn EL, Meuleman EJ, Bemelmans BLH et al. Neuromodulation effective in voiding dysfunction despite high reoperation rate. *J Urol* 255 (abstract 984).

