

# Neuroestimulación y neuromodulación en la incontinencia urinaria

F. González-Chamorro<sup>1,2</sup>, I. Gómez García<sup>2</sup>, E. Fernández Fernández<sup>2</sup>, C. Llorente Abarca<sup>1</sup>  
Servicio de Urología. <sup>1</sup>Fundación Hospital Alcorcón. <sup>2</sup>Hospital San Rafael. Madrid.

## Correspondencia:

Fernando González-Chamorro  
Servicio de Urología  
Fundación Hospital Alcorcón. Budapest, 1. 28922 Alcorcón. Madrid.  
(fgchamorro@fhacorcon.es)  
Hospital San Rafael. Serrano, 199. 28016 Madrid  
(urologiasanrafael@telefonica.net)

## Resumen

La estimulación eléctrica en urología ha tenido un desarrollo muy importante desde los años 70, los sistemas implantables de estimulación del aparato urinario se utilizan para el vaciamiento vesical en vejigas neurógenas (Neuroestimulación) o la modulación de la transmisión eléctrica del ciclo miccional por disfunción vesicoesfinteriana crónica (Neuromodulación).

Ambas técnicas tienen en común el estímulo directo de la raíz sacra responsable del arco reflejo miccional, en el primer caso mediante estímulo externo sobre una antena implantada; y en el segundo por estímulo permanente a través de un marcapasos implantado. En éste artículo realizamos una revisión de las indicaciones, técnica y resultados de ambas terapias, con especial atención a la experiencia española.

**Palabras clave:** Neuromodulación. Neuroestimulación. Vejiga neurógena. Disfunción vesical crónica. Urgeincontinencia.

## Introducción

La neuroestimulación y la neuromodulación son técnicas distintas para indicaciones diferentes, sin embargo tienen en común que son tratamientos quirúrgicos implantables para la estimulación eléctrica de las raíces sacras que controlan el reflejo miccional S3. La utilización del estímulo eléctrico en urología ha ido de la mano de otras aplicaciones como el corazón o el tratamiento del dolor, iniciándose en los años 60<sup>1</sup> ha seguido un camino ascendente hasta convertirse en una alternativa a la cirugía de ampliación vesical en determinadas vejigas neurógenas, en el caso de la neuroestimulación; y para disfunciones vesicales crónicas cuando han fracasado los tratamientos más conservadores, la neuromodulación.

La neuroestimulación también conocida como SARS (Sacral Anterior Root Stimulation) ha tenido en los últimos años un período de estancamiento debido a que la técnica requiere la rizotomía dorsal para conseguir sus mejores resultados, y los últimos avances en regeneración neuronal ha hecho que los pacientes se muestren más reticentes a ésta alternativa tera-

## Summary

Electric stimulation in Urology has undergone considerable development since the 1970s. The implantation methods for urinary system stimulation are used for bladder emptying in neurogenic bladders (Neurostimulation) or the modulation of the electrical transmission of the voiding cycle caused by chronic detrusor-sphincter dysfunction (Neuromodulation).

Both techniques have in common the direct stimulation of the sacral roots, responsible for the urinary reflex arc. The first of them works via external stimulation over an implanted antenna, and the second via permanent stimulation through an implanted pacemaker.

We review in this article the indications, technique and results of both therapies, specially focused on the Spanish experience.

**Key words:** Neuromodulation. Neurostimulation. Neurogenic Bladder. Bladder Chronic Dysfunction. Urge Incontinence.

péutica. Sin embargo, la neuromodulación desde su aprobación por la FDA, ha tenido un crecimiento exponencial hasta celebrar en el verano de 2003 los 10.000 implantes en el mundo. De tal forma, que ha pasado de ser una alternativa considerada cómo "experimental" hace poco tiempo a una alternativa que debemos ofrecer a nuestros pacientes que sufren una disfunción miccional crónica, tanto de llenado con frecuencia, urgencia e incontinencia por urgencia, cómo de vaciado con residuos aumentados en ausencia de obstrucción, cuando hayan fracasado las alternativas terapéuticas conservadoras y como paso previo a tratamientos quirúrgicos más agresivos (Figura 1).

## Neuroestimulación (SARS)

La contracción del detrusor se produce fundamentalmente a través del sistema parasimpático, el conocimiento de las vías anatómicas hace posible su estímulo a distintos niveles: el detrusor<sup>2-4</sup>, que cómo ventaja supone un estímulo selectivo, sin embargo produce dificultad de fijación de los electrodos, migra-

**Figura 1.** Algoritmo terapéutico de la Disfunción Miccional Crónica

ción<sup>5</sup> y fibrosis perivesical, dificultando procedimientos alternativos; el nervio pélvico, posible en animales<sup>6</sup>, pero la ramificación precoz en humanos lo hace inviable; y por último la estimulación de raíces sacras de forma no selectiva, de fácil acceso, con mínimos problemas de migración, permite otros procedimientos alternativos y con mínima o nula pérdida de función a largo plazo<sup>7</sup>, demostrando los mejores resultados tanto experimentalmente<sup>8</sup> como en humanos; realizándose los primeros implantes, en 1976, por Bindley<sup>9</sup>, en Inglaterra, y en 1982, por Tanagho *et al.* en Estados Unidos.

#### **Indicaciones**

En toda vejiga neurógena la intención terapéutica persigue preservar la función renal, las infecciones urinarias y la continencia por éste orden. El tratamiento mediante estimulación de raíces sacras estará indicado cuando a pesar de las medidas conservadoras, autocateterismos y anticolinérgicos, no conseguimos alguno de éstos tres propósitos.

La vejiga neurógena de mayor riesgo es aquella descentralizada de sistemas supramedulares, por tanto hiperrefléxica,

con acomodación disminuida y asociada o no a disinergia vesicoesfinteriana, que originará micciones a altas presiones con afectación del aparato urinario superior, residuos postmiccionales altos que favorecerán las infecciones, e incontinencia al superar las presiones vesicales la capacidad de cierre uretral. Los lesionados medulares presentan vejigas de éste tipo una vez estabilizada la lesión; según García Reneses *et al.*<sup>11</sup> la prevalencia estimada de lesionados medulares en España sería de 12.000 (3/100.000 habitantes) y una incidencia de 1.017 casos nuevos el año 1991, con una edad media de 33 años.

Para controlar la hiperreflexia y la acomodación se realizará rizotomía dorsal de las raíces sacras, para convertir la vejiga en arrefléxica, y por tanto de bajo riesgo, ésta medida es irreversible y es la que produce más rechazo en la indicación de ésta técnica; posteriormente la colocación de electrodos en raíces sacras de forma no selectiva para producir la contracción del detrusor y el vaciado vesical mediante estímulo eléctrico externamente inducido.

La neuroestimulación está indicada por tanto como paso previo o como sustituto de la plastia vesical de aumento. Siendo

el candidato ideal aquel con: lesión medular completa<sup>12,13</sup>, por la posibilidad de percepción dolorosa a la amplitud necesaria para la contracción del detrusor, y por pérdida de sensibilidad tras la rizotomía; lesión suprasacra, por las posibles alteraciones anatómicas; y mujer, porque el hombre tiene al menos el 40%<sup>7,14</sup> de probabilidades, dependiendo de las series, de no conseguir erecciones electroinducidas, perdiendo las reflexogénicas por la sección del arco reflejo. Aunque no se excluyen otras causas de lesión medular, la traumática es la ideal por la estabilización de la lesión neurológica, grupo de edad joven y cooperador.

### Técnica

El primer paso a realizar es la comprobación de la vía eferente parasimpática y el arco reflejo sacro: pudiéndose realizar mediante estimulación transrectal según propone Brindley<sup>15</sup>, o mediante la estimulación de raíces sacras con agujas propuesto por Schmidt y Tanagho<sup>16</sup>, con monitorización de la presión vesical en ambos casos<sup>12</sup>. Siendo el sistema de agujas el más utilizado porque explora toda la vía eferente y selectivamente las raíces S2,3 y 4 según su respuesta somática y vegetativa.

El paso siguiente será la rizotomía dorsal S2,3,4 y 5 si la hubiere<sup>17</sup>. La rizotomía es un tratamiento ensayado desde los años 50<sup>18</sup> para la vejiga hiperrefléxica y acomodación disminuida, abandonada en los años posteriores por alto porcentaje de recidivas<sup>19</sup>, sin embargo estudios recientes han demostrado baja incidencia de recidiva a largo plazo mediante rizotomía ampliada<sup>20</sup>. Si la rizotomía es completa desaparece la disiner-gia vesicoesfinteriana activa y la disrreflexia autonómica por sección del arco reflejo. Los inconvenientes son: pérdida de las erecciones reflexogénicas y de lubricación vaginal, así como abolición de la motilidad del colon empeorando así el estreñimiento de éstos pacientes; parcialmente subsanables con la neuroestimulación selectiva, como veremos más adelante.

La rizotomía puede realizarse por vía intradural, técnicamente más sencilla al ser más fácil separar las raíces ventrales de las dorsales, con menor riesgo de lesión neurológica, aunque requiere un acceso de laminectomía más alto en zona ósea más móvil<sup>14,21</sup>, y añade los riesgos de abrir la duramadre. También puede realizarse por vía extradural, más difícil y con mayores riesgos de lesionar raíces ventrales, con la ventaja que se realiza por equipos urológicos, precisando de la asistencia de neurocirujanos para el acceso intradural<sup>21,22</sup>.

Según la técnica de la UCSF<sup>21</sup> se colocan los electrodos por vía extradural mediante fijaciones helicoidales sobre cada raíz nerviosa, no existiendo diferencias en la estimulación al colocarlo distal a la rizotomía<sup>22</sup>, eligiendo las raíces en función de la respuesta por monitorización vesical. Según la técnica diseñada por Brindley<sup>15</sup>, la colocación de los electrodos es intradural sobre unos "libros" sobre los que descansan las raíces nerviosas por pares S2,3 y 4, pudiéndose estimular selectivamente en éste sistema, lo que conlleva la utilización de programa para erección electroinducida (S2) y defecación electroinducida (S4). Existe una tercera técnica diseñada por el Instituto Guttmann de Barcelona grupo que aplica actualmente la neuroestimulación en España<sup>23,24</sup>, que consiste en realizar rizotomía dorsal intradural y colocación extradural del dispositivo Brindley, en ocasiones en un segundo tiempo.

Una vez fijados los electrodos se realiza un túnel subcutáneo hasta el abdomen inferior donde se coloca en un bolsillo un

estimulador con batería que se programa desde el exterior por ondas de radiofrecuencia, o se coloca un receptor de emisión externa de impulsos (que utilizan ambas escuelas), aplicándose un emisor transcutáneo cada vez que se realiza una micción. La monitorización peroperatoria y postoperatoria nos proporciona los parámetros necesarios para cada paciente, que suelen ser mayores en las primeras semanas postoperatorias por fibrosis y lesión neurológica reversible. Dichos impulsos eléctricos son ondas rectangulares y monofásicas con una potencia máxima de 10 voltios, duración entre 50 y 500 microseg y una frecuencia de 8 a 50 por seg.<sup>14,22,25,26</sup>, siendo imprescindible un test de estímulo postoperatorio temprano<sup>14</sup> para conocer los parámetros adecuados a cada paciente, aunque éstos varíen con el tiempo por degeneración waleriana.

Las fibras somáticas del nervio pudiendo que inervan la musculatura periuretral son fibras mielinizadas de mayor diámetro que las parasimpáticas, y por ello precisa de mayor frecuencia y amplitud la contracción del detrusor que la musculatura periuretral<sup>14,27</sup>. Por ello se han propuesto diferentes soluciones para evitarlo cómo la sección selectiva de fibras somáticas ventrales<sup>26</sup>, fatigar el esfínter mediante estímulo de alta frecuencia<sup>28</sup>, bloquear el estímulo del pudendo mediante otro estímulo más distal<sup>29</sup>, o el bloqueo anodal propuesto por el grupo de Nijmegen<sup>30</sup>. Sin embargo en la clínica sólo se ha utilizado la micción postestímulo introducido por Jonas y Tanagho<sup>31</sup>, produciéndose la micción al agotarse las fibras somáticas interrumpiéndose entonces el estímulo con intención de no agotar el detrusor, y reiniciarlo antes de terminar el flujo miccional inducido, lo que da como resultado micción intermitente sobre resistencia uretral pasiva con presiones detrusorianas progresivamente mayores<sup>27,32</sup>.

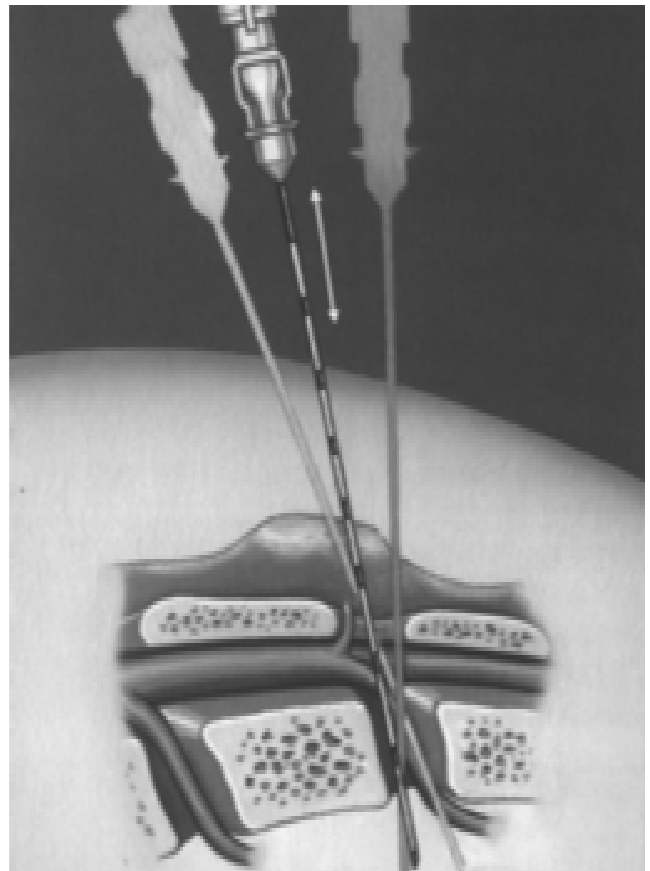
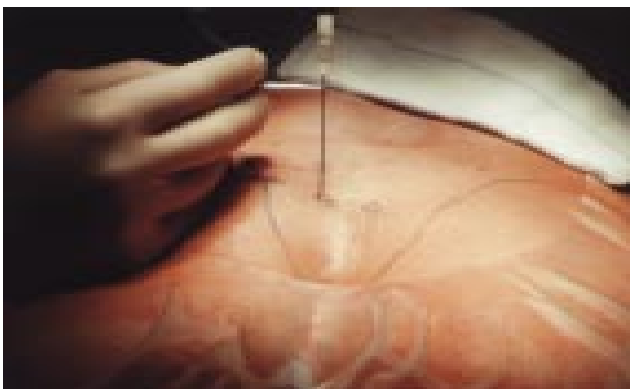
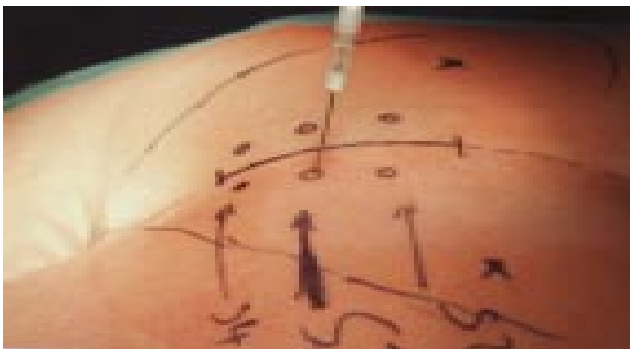
### Resultados

Brindley<sup>9</sup> divulgó su experiencia hacia otros grupos; Van Kerrebroeck *et al.*<sup>33</sup> revisaron la experiencia mundial con el dispositivo desarrollado por Brindley, habiéndose colocado hasta entonces 572 implantes, pudiendo recoger datos completos en 184, siendo continentes 159 (86%), con capacidad vesical aumentada y residuo disminuido el 93%. El 69% de los pacientes presentaban infecciones urinarias previas al implante, reduciéndose al 14% tras su colocación. Ocho pacientes sufrían dilatación del tracto urinario superior, desapareciendo en 7 tras el implante. Refiriendo el 20% defecación electroinducida y el 23% erecciones; y reduciéndose la disrreflexia autonómica de un 15% a un 5% postoperatoriamente.

En 1992 el grupo de Tanagho y Schmidt<sup>20</sup> presentó los resultados en 17 pacientes con la técnica extradural, obteniendo un significativo aumento de la capacidad vesical postoperatoria, de los cuales 14 estaban completamente secos, preservando 7 de 9 varones las erecciones, no refiriendo alteraciones en el ritmo intestinal.

En 1995 Borau *et al.*<sup>24</sup> presentaron su serie de 21 pacientes con magníficos resultados del grupo del Instituto Guttmann. Obteniendo 19 pacientes completamente continentes, y los dos restantes sólo con leves fugas con el esfuerzo, normalizándose las alteraciones del tracto urinario superior, 4 de 6 varones con erecciones, desapareciendo la disrreflexia autonómica y la disiner-gia vesicoesfinteriana, mejorando la acomodación vesical en un 40%, buena capacidad vesical, con flujos máximos de

**Figura 2.** Localización del foramen sacro S3 con anestesia local para la estimulación percutánea de la tercera raíz sacra



12,6 ml/seg de media con residuos que no alcanzaban en ningún caso los 50 ml.

#### **Complicaciones**

Las complicaciones con el aumento de la experiencia se han reducido de forma importante<sup>33,20,14</sup>: las infecciones a pesar de la utilización de material protésico son excepcionales desde la utilización rutinaria de antibiótico pre y postoperatoriamente, y el lavado de todo el material implantado con solución antibiótica.

En la técnica intradural las cefaleas son frecuentes, pero poco importantes. La fístula de líquido cefalorraquídeo es una complicación seria pero ya rara, que la mayoría de las veces se puede manejar conservadoramente. La lesión de fibras ventrales que ya hemos apuntado es por neuropraxia en la inmensa mayoría y se puede esperar su reversión entre 6 semanas y 6 meses después. Quizá la complicación más frecuente es el fallo de algún elemento del sistema, también en claro descenso, que Van Kerrebroeck *et al.* estimaron<sup>14</sup> en 1 fallo por cada 18 implantes y año.

## Neuromodulación

Entendemos por neuromodulación la estimulación eléctrica definitiva de la raíz sacra S3, que por mecanismos aún no bien conocidos, restablece el balance excitatorio-inhibitorio del ciclo de la micción que encontramos en disfunciones miccionales crónicas (DMC).

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.

### Indicaciones

La DMC es la indicación principal de la neuromodulación de raíces sacras. Clásicamente hemos dividido la DMC en tres grupos clínicos para su evaluación: incontinencia por urgencia, síndrome de urgencia frecuencia y dificultad de vaciado. Estará indicado cuando hayamos agotado los tratamientos conservadores a nuestro alcance (Figura 1) y cómo paso previo a derivaciones urinarias agresivas que son demandadas por la gran afectación de la calidad de vida del paciente. Aquel paciente candidato se someterá a una prueba de estimulación temporal percutánea, y en el caso que la respuesta sea mayor del 50% de su sintomatología, por acuerdo, será candidato a implante definitivo<sup>34</sup>.

Desde el año 1999 se creó en España el Grupo Español de Neuromodulación Sacral (GENS) en el que participan más de 12 grupos nacionales, para realizar un registro de los casos implantados en nuestro país y sus resultados están disponibles hasta abril de 2003 (datos comunicados y no publicados), abierto a todos los grupos que quieran participar en la neuromodulación.

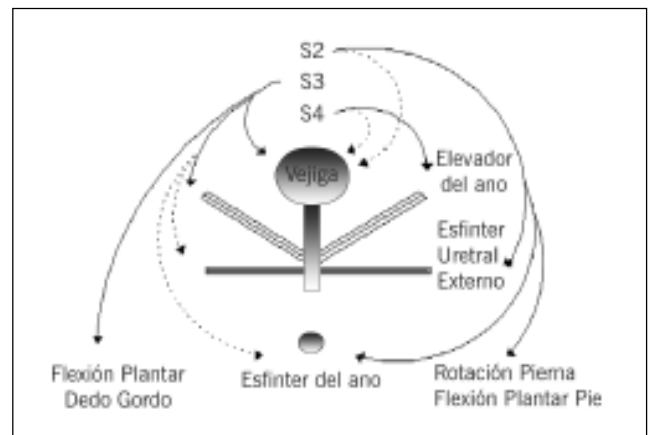
En la actualidad las indicaciones de la neuromodulación se van ampliando, en muchos grupos abarcan enfermedades como el dolor pélvico crónico, el síndrome de Fowler, la cistopatía intersticial, vejiga neurógena y trastornos fecales, tanto por incontinencia como por estreñimiento.

### Técnica

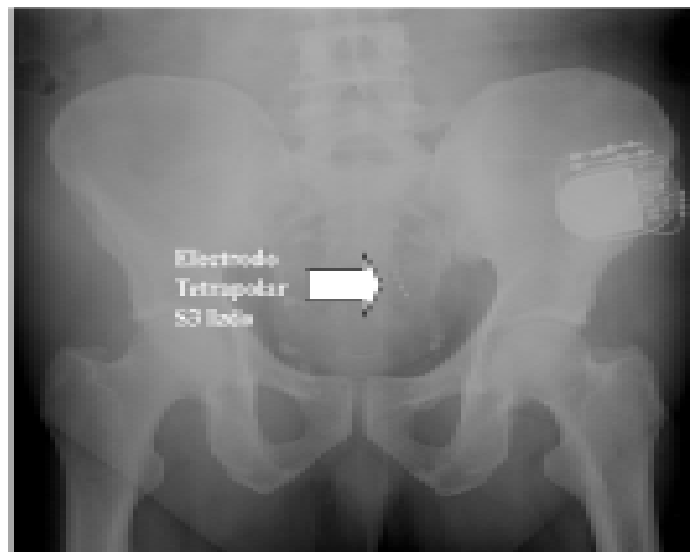
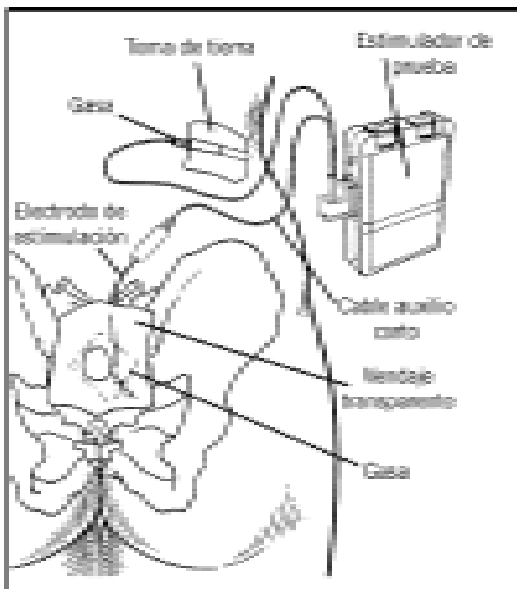
La localización del tercer foramen sacro y la colocación de un electrodo en la raíz sacra S3 se realiza de modo muy sencillo con anestesia local, comprobándose su correcta colocación por la respuesta motora y sensitiva o con la ayuda de rayos x si se cree necesario (Figuras 2 y 3).

En la actualidad podemos realizar la prueba con un electrodo sencillo conectado a un estimulador externo (Figura 4)

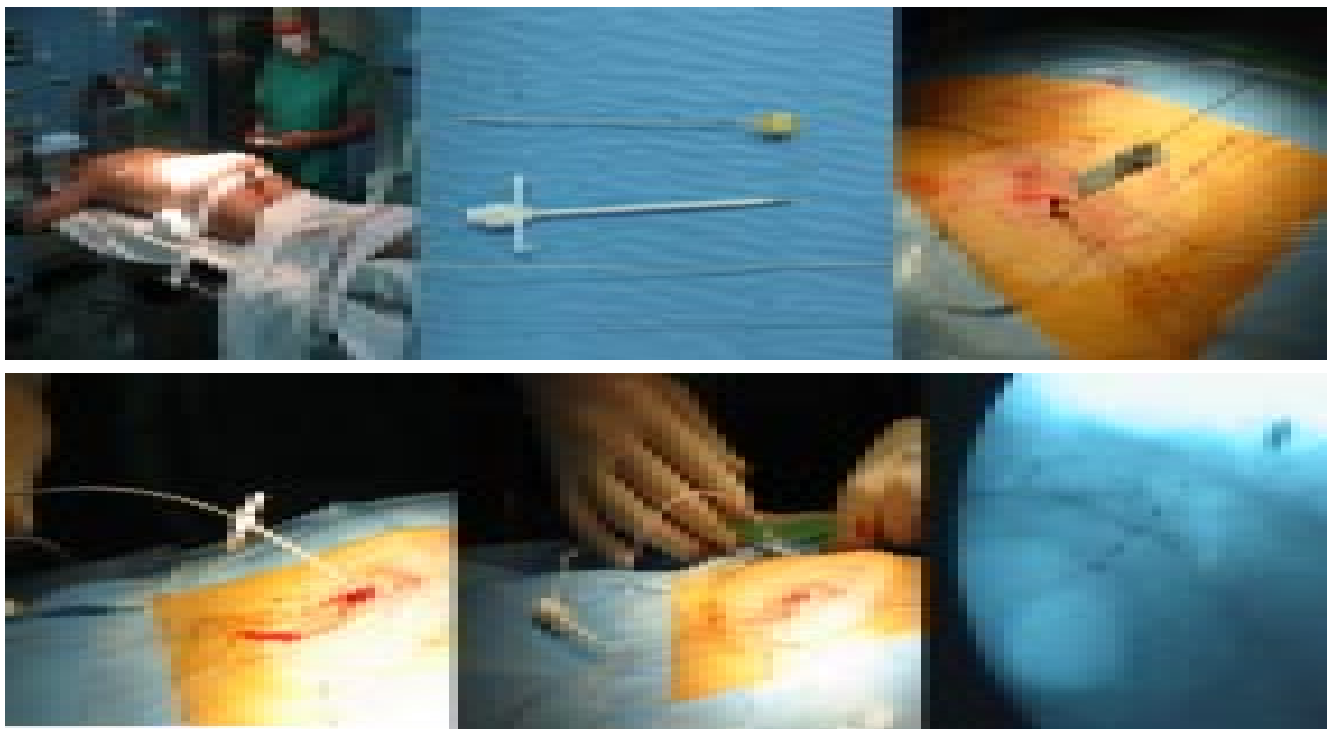
**Figura 3.** Esquema de las diferentes respuestas a la estimulación de las tres raíces sacras



**Figura 4.** Esquema de la estimulación percutánea temporal de la raíz sacra S3 con electrodo sencillo. Y Rx simple del electrodo tetrapolar correctamente colocado en S3 conectado al generador permanente



**Figura 5.** Colocación percutánea con anestesia local del electrodo tetrapolar con autofijación (“Tined Lead”)



monitorizando la respuesta por un período no superior a 7 días<sup>35</sup>; también tenemos la posibilidad de colocar el electrodo definitivo, tetrapolar, y que permite varias combinaciones de estímulo según la localización del electrodo, mediante un sistema percutáneo con guía que se fija mediante el estiramiento de unos ganchos elásticos en forma de ancla (“Tined Lead”) (Figura 5). Esto permite una prueba más fiable, disminuyendo los falsos negativos, permite un período de estímulo más amplio, hasta 30 días y si la prueba resulta positiva se coloca el marcapasos también con anestesia local y se conecta, mediante las adecuadas extensiones, al electrodo (Figura 4). Es lo que llamamos implante en dos tiempos, y que nos permite en el momento actual realizar todo el procedimiento sólo con anestesia local y ambulante.

### Resultados

Realizaremos un repaso de los resultados obtenidos en los tres grupos clásicos en la literatura y la experiencia del GENS, así como unas pinceladas de las nuevas indicaciones o de enfermedad específica, como el caso del Síndrome de Fowler.

#### Incontinencia urinaria de urgencia

Se caracteriza por contracción involuntaria del detrusor, que conlleva pérdida involuntaria de orina con sensación de urgencia. La neuromodulación 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>36</sup>. Estudios multicéntricos han demostrado una efectividad del tratamiento del 41 al 100%<sup>37</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.

El GENS ha obtenido en 29 pacientes con una media de 5,85 escapes diarios de orina mejorías mantenidas en el tiempo (Figura 6) al igual que en el número de compresas, con seguimientos aún escasos pero siendo las mejorías muy importantes como se observa en la gráfica.

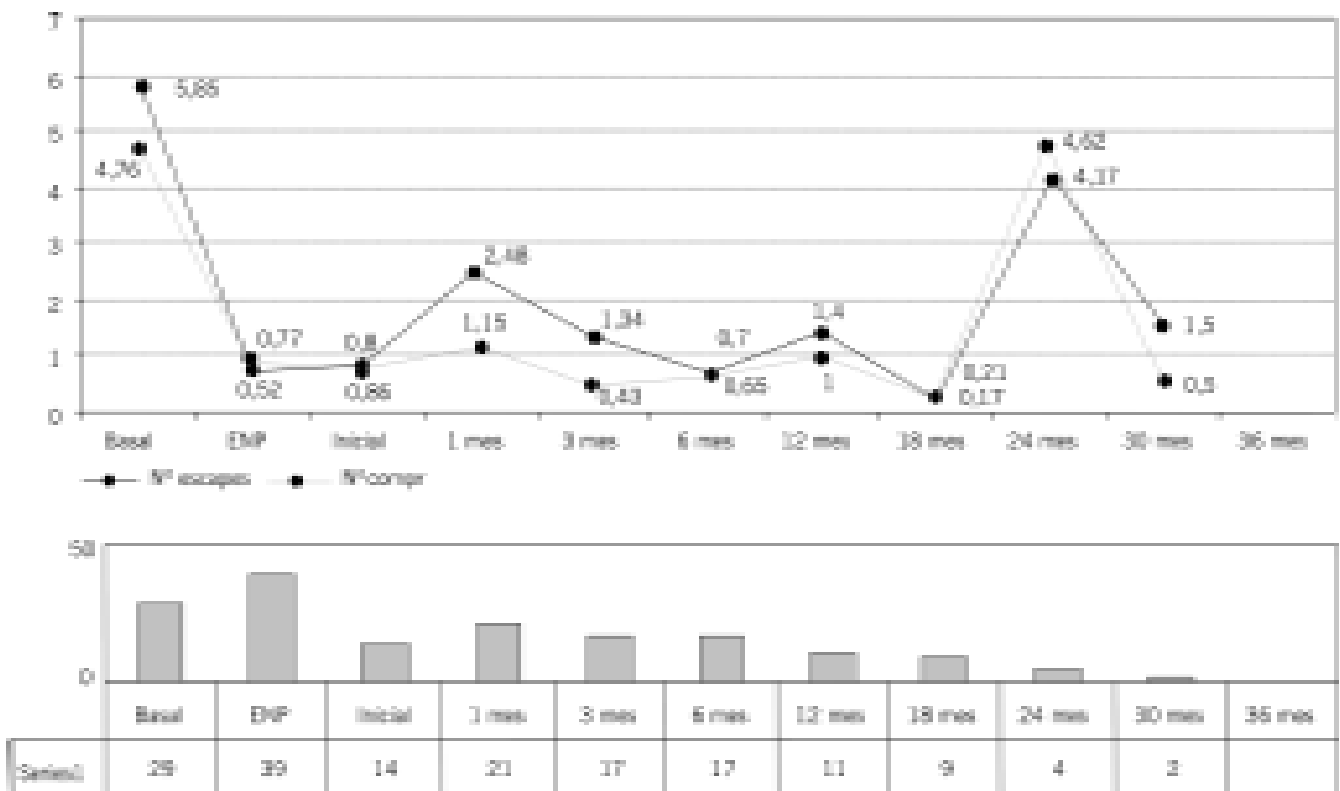
#### Síndrome de urgencia frecuencia

Es otra manifestación de hiperactividad de la vejiga. Se caracteriza por una imperiosa necesidad de orinar, con mínimas cantidades de orina vaciadas; ocasionalmente este cortejo se puede acompañar de dolor y de incontinencia, siendo este último 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>38</sup> se observó un beneficio en el 56%; aumentando la cantidad de volumen con cada vaciado y 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>37,39</sup>.

La experiencia española (Figura 7) en 29 pacientes observase la evolución del número de micciones diurnas y nocturnas con medias iniciales de 15,10 de media diurnas y 5,65 de media en la noche.

#### Dificultad miccional

La etiología funcional de ésta disfunción miccional crónica la hace difícil de tratar ya que habitualmente desconocemos la

**Figura 6.** Incontinencia de Urgencia: seguimiento de los pacientes implantados

causa. Fisiopatológicamente es un detrusor hipoactivo o existe una disiner-gia vesicoesfinteriana. La clínica varía desde retención urinaria completa a 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. De un total de 177 pacientes, 69% de ellos dejaron de precisar sondaje para el vaciamiento vesical, frente a sólo el 9% del grupo control<sup>40</sup>.

En España se implantaron 23 pacientes recogidos por el GENS con la evolución que podemos ver en la (Figura 8) con una media de 3 cateterismos y 232 ml de volumen residual previo al implante.

#### Síndrome de Fowler

Descrito por primera vez en 1988 por Fowler, 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 presentaban en su mayoría ovarios poliúísticos 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 siendo para muchos autores un factor predictivo de buen resultado de la neuromodulación<sup>41</sup>.

#### Incontinencia urinaria de urgencia por vejiga neurógena

Forma parte de los reflejos miccionales, que la estimulación de la aferencia sacra puede inhibir la hiperactividad del detrusor, siendo S3 el haz nervioso más adecuado para la estimulación crónica. Diversos estudios han ofrecido óptimos resultados en pacientes con lesión medular y esclerosis múltiple. La eficacia de la neuromodulación en pacientes con vejiga hiperrefléxica secundaria a esclerosis múltiple o sección incompleta de la médula está alrededor del 50% según las series<sup>42,43</sup>; mientras que Hohenfellner *et al.* no encontraron ningún tipo de respuesta en pacientes con lesión completa de la médula espinal<sup>44</sup>.

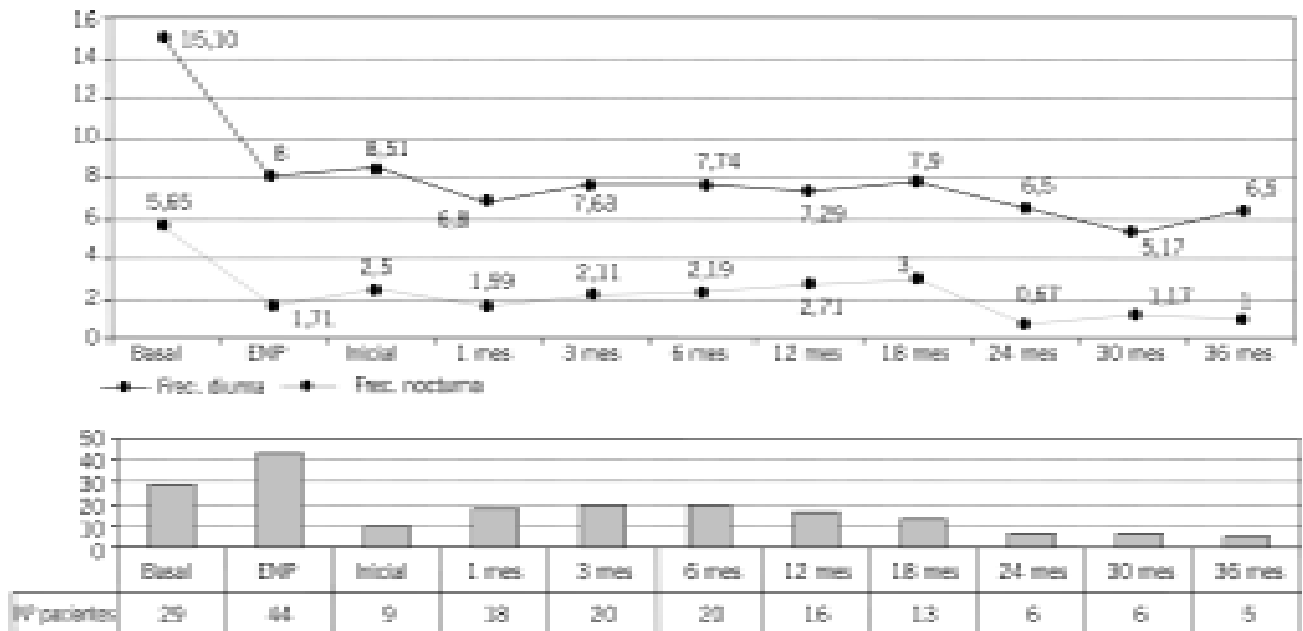
#### Cistitis intersticial

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>45</sup>.

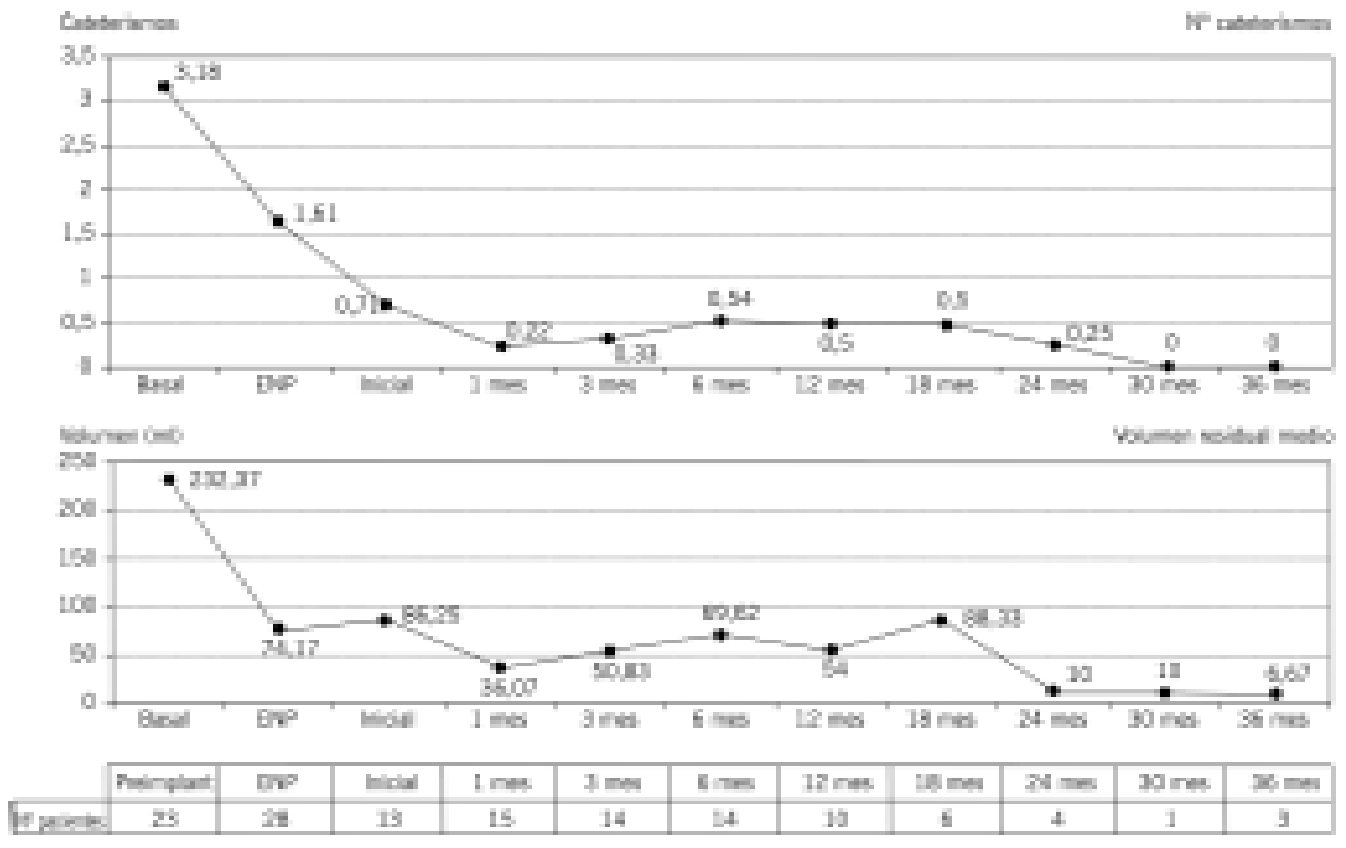
#### Dolor pélvico

El diagnóstico del síndrome de dolor pélvico crónico, es por exclusión de patología inflamatoria, irritativa, 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. La

**Figura 7.** Síndrome de Urgencia-Frecuencia: evolución de los pacientes implantados



**Figura 8.** Dificultad de vaciado vesical: seguimiento de los pacientes implantados



patogenia de este síndrome es 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.

### 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>46,47</sup>. El mecanismo de actuación es multifactorial: 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 nerviosos 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>48</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>46,49</sup>.

### 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>50</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 inercial.

### Complicaciones

Las complicaciones de esta técnica varían según las series del 22 al 43%<sup>51,52</sup>, con una incidencia de reintervención variable según las series del 6 al 50%<sup>53,54</sup>.

El estudio multicéntrico de la firma Medtronic (MDT-103), en Norteamérica y Europa, que sirvió para la aprobación por la FDA, englobó a 633 pacientes siendo implantados 250 de ellos.

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.

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 migración del electrodo, alteraciones sensitivas o motoras de las piernas, pérdida de eficacia o dolor en la zona del implante; 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 técnicos del aparato.

## Conclusiones

La neuroestimulación es una técnica compleja que resuelve una situación grave de pacientes neurógenos además de la continencia urinaria, sin embargo sus maniobras agresivas está haciendo que su aplicación sea actualmente muy restringida.

La neuromodulación de las raíces sacras es una técnica sencilla y eficaz para el tratamiento de la DMC, en pacientes en los que no existe mejoría o curación con los tratamientos convencionales menos agresivos. Desde el primer implante en 1981 por Tanagho las indicaciones van siendo más amplias, incluyendo dolor pélvico crónico, incontinencia fecal, cistitis intersticial.

En la actualidad, por la experiencia con la técnica y por los datos de la literatura ha dejado de ser un tratamiento experimental para convertirse en una alternativa soportada por la evidencia científica de eficacia para nuestros pacientes, lo que creemos nos obliga a incorporarla al arsenal terapéutico urológico.

## Bibliografía

1. Boyce WH, Latham JE, Hunt LD. Research related to the development of an artificial electrical stimulator for the paralyzed human bladder. *J Urol* 1964;91:41-51.
2. Bradley WE, Timm GW, Chou SN. A decade of experience with electronic stimulation of the micturition reflex. *Urol Int* 1971;26: 283-302.
3. Jonas U, Jones LW, Tanagho EA. Spinal cord versus detrusor stimulation. A comparative study in six acute dogs. *Invest Urol* 1975;13:171-4.
4. Timm GW, Bradley WE. Electrostimulation of the urinary detrusor to effect contraction and evacuation. *Invest Urol* 1969;6:562-8.
5. Koldewijn EL, Van Kerrebroeck EV, Schaafsma E *et al.* Bladder pressure sensors in an animal model. *J Urol* 1994;152:1379-84.
6. Holmquist B. Electromicturition by pelvic nerve stimulation in dogs. *Scand J Urol Nephrol* 1968;(suppl 2):1-27.
7. Brindley GS, Rushton DN: Long-Term follow-up of patients with sacral Anterior Root Stimulator Implants. *Paraplegia* 1990;28: 469-75.
8. Thuroff JW, Schmidt RA, Bazeed MA, Luu DJ, Tanagho EA. Chronic stimulation of the sacral roots in dogs. *Eur Urol* 1983;9:102-108.
9. Brindley GS. An implant to empty the bladder or close the urethra. *J Neurol Neurosurg Psychiatr* 1977;40:358-69.
10. Tanagho EA, Schmidt RA, Orvis BR. Neural stimulation for control of voiding dysfunction: A preliminary report in 22 patients with serious neuropathic voiding disorders. *J Urol* 1989;142:340-5.

11. Garcia Reneses J, Herruzo Cabrera R. Epidemiología descriptiva de la prevalencia de la lesión medular en España. *Médula Espinal* 1995;1:111.
12. Madersbacher H, Fischer J. Sacral Anterior Root Stimulation: Prerequisites and Indications. *NeuroUrol Urodyn* 1993;12:489-94.
13. Brindley GS. History of the sacral anterior root stimulator, 1969-1982. *NeuroUrol Urodyn* 1993;12:481-483.
14. Van Kerrebroeck EV, Koldewijn E, Wijkstra H *et al.* Intradural sacral rhizotomies and implantation of an anterior root stimulator in the treatment of neurogenic bladder dysfunction after spinal cord injury. *World J Urol* 1991;9:126-132.
15. Brindley GS. Electroejaculation: Its technique, neurological implications and use. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1981;44: 9-18.
16. Schmidt RA. Applications of Neurostimulation in Urology. *NeuroUrol Urodyn* 1988;7:585.
17. Mersdorf A, Schmidt RA, Tanagho EA. Topographic-Anatomical basis of sacral neurostimulation: Neuroanatomical variations. *J Urol* 1993;149:345-9.
18. Meirowsky AJ, Scheibert CD, Hinchey TR. Studies on the sacral reflex arc in paraplegia. I. Response of the bladder to surgical elimination of the sacral nerve impulses by rhizotomy. *J Neurosurg* 1950;7:33.
19. Toczek SK, McCullough DC, Gargour GW, Kachman B, Baker R, Luessenhop AJ. Selective sacral rootlet rhizotomy for hypertonic neurogenic bladder. *J Neurosurg* 1975;42:567-74.
20. Gasparini ME, Schmidt RA, Tanagho EA. Selective sacral rhizotomy in the management of the reflex neuropathic bladder: A report on 17 patients with long-term followup. *J Urol* 1992; 148:1207-10.
21. Schmidt RA, Tanagho EA. Neuromicturition. Extradural sacral nerve-root stimulation: guidelines for patient selection and implant technique. *World J Urol* 1991;9:114-121.
22. Hohenfellner M, Paick JS, Trigo-Rocha F, Schmidt RA, Kaula NF, Thuroff JW, Tanagho EA. Site of deafferentation and electrode placement for bladder stimulation: clinical implications. *J Urol* 1992;147:1665-70.
23. Sarrías M, Sarrías F, Borau A. The Barcelona Technique. *NeuroUrol Urodyn* 1993;12:495-6.
24. Borau A, Vidal J, Sarrías F *et al.* Electro-estimulación de las raíces sacras anteriores para el control esfinteriano en el lesionado medular. *Médula Espinal* 1995;1:128.
25. Martínez-Piñero L, García-Matres MJ, Martínez-Piñero JA. Tratamiento de las disfunciones vesicales neurogénicas mediante técnicas de electroestimulación y sección nerviosa. "Disfunción Vesicouretral Neurológica" Tallada M *et al.* Tema Monográfico LX Congreso Nacional de Urología 1995.
26. Tanagho EA, Schmidt RA. Electrical stimulation in the clinical management of the neurogenic bladder. *J Urol* 1988;140:1331-9.
27. Brindley GS. Physiological considerations in the use of sacral anterior root stimulators. *NeuroUrol Urodyn* 1993;12:485-6.
28. Thuroff JW, Bazeed MA, Schmidt RA, Wiggan DM, Tanagho EA. Functional pattern of sacral root stimulation in dogs: I. Micturition. *J Urol* 1982;127: 1031-3.
29. Sweeney JD, Mortimer JT, Bodner DR. Acute animal studies on electrically induced collision block of pudendal nerve motor activity. *NeuroUrol Urodyn* 1989;8:521-4.
30. Koldewijn EL, Rijkhoff NJM, van Kerrebroeck PhEV, Debruyne FM, Nijstra M. "Selective sacral root stimulation for bladder control: Acute experiments in an animal model. *J Urol* 1994;151:1674-9.
31. Jonas U, Tanagho EA. Studies on the feasibility of urinary bladder evacuation by direct spinal cord stimulation. Post-stimulus voiding: a way to overcome outflow resistance. *Invest Urol* 1975; 13:151-3.
32. Madersbacher H, Fischer J, Ebner A. Anterior sacral root stimulator (Brindley): Experiences especially in women with Neurogenic Urinary Incontinence. *NeuroUrol Urodyn* 1988;7: 593-5.
33. Van Kerrebroeck PEV, Koldewijn EL, Debruyne FMJ. Worldwide experience with the Finetech-Brindley Sacral Anterior Root Stimulator. *NeuroUrol Urodyn* 1993;12:497-503.
34. González-Chamorro F, Verdú Tartajo F, Hernández Fernández C. Estado actual de la neuroestimulación y neuromodulación para la disfunción vesicouretral. *Arch Esp Urol* 1997;50:687-94.
35. González-Chamorro F, Esteban Fuertes M, Tamayo Ruiz JC *et al.* Estimulación eléctrica de raíces sacras para el tratamiento de la incontinencia urinaria por inestabilidad del detrusor: Inicio de una técnica y resultado en un caso clínico. *Arch Esp Urol* 1998;51:278-83.
36. 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;37:161-71.
37. 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;16:313-21.
38. Hassouna MM, Group NSS. Effect of sacral neuromodulation on urinary urgency frequency. *J Urol* 1999;162:254.
39. Shaker H, Hassouna MM. Sacral root neuromodulation in the treatment of various voiding and storage problems. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 1999;10:336-43.
40. Jonas U, Fowler Q, Chancellor MB *et al.* Efficacy of sacral nerve stimulation for urinary retention: results 18 months after implantation. *J Urol* 2001;165:15-9.
41. Swinn MJ, Kitchen ND, Goodwin RJ. Sacral neuromodulation for women with Fowler's syndrome. *Eur Urol* 2000;38:439-43.
42. Ishigooka M, Suzuki Y, Hashimoto T. A new technique for sacral nerve stimulation: a percutaneous method for urinary incontinence caused by spinal cord injury. *Br J Urol* 1998;81:315-8.
43. Chartier-Kastler EJ, Ruud Bosch JL, Perrigot M. Long-term results of sacral nerve stimulation (S3) for the treatment of neurogenic refractory urge incontinence related to detrusor hyperreflexia. *J Urol* 2000;164:1476-80.
44. Hohenfellner M, Dahms SE, Matzel K. Sacral neuromodulation for treatment of lower urinary tract dysfunction. *BJU Int* 2000; 85 (Suppl 3):10-9.
45. 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;55:643-6.
46. Matzel KE, Stradelmaeier U, Hohenfellner M, Gall FP. Electrical stimulation of sacral spinal nerve for treatment of faecal incontinence. *Lancet* 1995;346:1124-7.
47. Matzel KE, Stradelmaeier U, Hohenfellner M *et al.* Cronical sacral nerve stimulation for faecal incontinence: long term results with foramen and cuff electrode. *Dis Colon Rectum* 44:59-66.
48. 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;44:407-12.
49. Malouf AJ, Vaizey CJ, Nicholls RJ, Kamm MA. Permanent sacral nerve stimulation for faecal incontinence. *Ann Surg* 2000;232: 143-8.
50. Agachan F, Chen T, Pfeifer J *et al.* A constipation score system to simplify evaluation and management of constipated patients. *Dis Colon Rectum* 1996;39:681-5.
51. Dijkema HE, Weil EH, Mijs PT *et al.* Neuromodulation of sacral nerves for incontinence and voiding dysfunctions. Clinical results and complications. *Eur Urol* 1993;24:72-6.
52. Grünewald 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.
53. 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 and implantable neural prosthesis. *J Urol* 1995;154:504-7.
54. Koldewijn EL, Meuleman EJ, Bemelmans BLH *et al.* Neuromodulation effective in voiding dysfunction despite high reoperation rate. *J Urol* 255 (abstract 984).