



Universitas Médica

ISSN: 0041-9095

revistascientificasjaveriana@gmail.com

Pontificia Universidad Javeriana

Colombia

Acevedo González, Juan Carlos; Becerra, Jaime Eduardo; Silva, José Miguel; Berbeo, Miguel E.; Lee, Óscar Feo; Zorro, Óscar; Díaz, Roberto

La estimulación continua de raíces sacras en el tratamiento de patologías urinarias y fecales:

evaluación clínica de una serie de 18 pacientes implantados

Universitas Médica, vol. 54, núm. 4, octubre-diciembre, 2013, pp. 419-442

Pontificia Universidad Javeriana

Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231029998001>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## ARTÍCULO ORIGINAL

# La estimulación continua de raíces sacras en el tratamiento de patologías urinarias y fecales: evaluación clínica de una serie de 18 pacientes implantados

JUAN CARLOS ACEVEDO GONZÁLEZ,<sup>1</sup> JAIME EDUARDO BECERRA,<sup>2</sup> JOSÉ MIGUEL SILVA,<sup>3</sup>  
MIGUEL E. BERBEO,<sup>4</sup> ÓSCAR FEO LEE,<sup>5</sup> ÓSCAR ZORRO,<sup>5</sup> ROBERTO DÍAZ<sup>5</sup>

### Resumen

**Introducción:** los trastornos en el control de esfínteres llevan a un detrimiento en la calidad de vida de los pacientes que los padecen. **Objetivo:** evaluar los resultados del tratamiento con neuroestimulación de raíces sacras en pacientes con incontinencia fecal, urinaria y trastornos sexuales. **Resultados:** del 2007 al 2012 se implantaron electrodos en 18 pacientes para estimulación de raíces sacras (6 tenían incontinencia urinaria de urgencia; 4, incontinencia mixta; 4, síndrome urgencia-frecuencia; 2, retención urinaria; 2, incontinencia fecal, y 1, eyaculación retrógrada). Se evaluaron registros de pérdidas urinarias o fecales y cuestionario de calidad de vida. Los mejores resultados se presentaron en los pacientes con síndrome urgencia-frecuencia (todos mejoraron), también en los incontinentes fecales y sorprende los buenos resultados en el paciente con eyaculación retrógrada. **Conclusiones:** la estimulación de raíces sacras es una técnica efectiva para el tratamiento de las patologías que producen incontinencia urinaria o fecal, pues se logra mejoría de la calidad de vida superior al 50%.

**Palabras clave:** plexo lumbosacro, incontinencia urinaria, incontinencia fecal, calidad de vida.

- 
- 1 Profesor asistente, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Jefe, Unidad de Neurocirugía, Hospital Universitario San Ignacio, Bogotá, Colombia.
- 2 Residente II año de Neurocirugía, Hospital Universitario San Ignacio-Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- 3 Profesor asistente de Urología, Hospital Universitario San Ignacio-Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- 4 Profesor asistente, Pontificia Universidad Javeriana Bogotá, Colombia. Director, Departamento de Neurociencias, Hospital Universitario San Ignacio, Bogotá, Colombia.
- 5 Neurocirujano, Hospital Universitario San Ignacio, Bogotá, Colombia.

Recibido: 23/01/2013

Revisado: 12/03/2013

Aceptado: 10/05/2013

**Title: Continuous Stimulation of Sacral Roots in the Treatment of Urinary Pathologies and Fecal: Clinical Evaluation of a Series of 18 Patients Implanted**

**Introduction:** Sphincter control pathologies undermine the Quality of Life (QoL). **Objectives:** To assess the results of the treatment with sacral nerve stimulation in patients with urinary and fecal incontinence and with sexual dysfunction. **Results:** From 2007 to 2012, electrodes were implanted in 18 patients for sacral nerve stimulation (6 had urge urinary incontinence; 4, mixed incontinence; 4, urgency frequency incontinence; 2, urinary retention; 2, fecal incontinence, and 1, retrograde ejaculation). We assess records of urinary or fecal leakage and questionnaires on QoL. **Conclusions:** The best results were presented by the urgency frequency patients (they all improved), by the fecal incontinence group and it amazes the good results obtained by the patient with retrograde ejaculation. In conclusion, sacral nerve stimulation is an effective technique for the treatment of illnesses that produce urinary or fecal incontinence obtaining an improvement of QoL over 50 %.

**Key words:** Sacral nerve, urinary incontinence, fecal incontinence, quality of life.

## Introducción

Las enfermedades que afectan el control de los esfínteres tienen una prevalencia promedio del 16 %, lo que equivale a 17 millones de habitantes en Estados Unidos, y se asocian a gran deterioro de la calidad de vida con limitación de su actividad social y laboral [1]. Según la Sociedad Internacional de Continencia, este tipo de enfermedades se clasifican en [2-3]:

## Incontinencias urinarias [2-4]

- Urgencia: pérdida involuntaria de orina luego de un deseo súbito. Llamada también incontinencia hiperactiva.
- Por estrés: pérdida involuntaria de orina asociada a actividades como toser, saltar, reír.
- Continua o por rebosamiento: ocurre por vaciamiento incompleto de la vejiga con goteo continuo.
- Mixta: combinación de los otros tipos de incontinencia.
- Síndrome urgencia-frecuencia y nicturia.
- Situacional.

## Incontinencia de urgencia [4]

Es un síntoma que se puede malinterpretar como parte del proceso de envejecimiento; sin embargo, puede ser temporal en condiciones como infecciones urinarias o vaginales, como efecto adverso a medicamentos, o puede ser crónica. Hay varios tipos:

- Urgencia motora: causada por hiperactividad del detrusor en pruebas urodinámicas.
- Hiperreflexia del detrusor: causada por déficit neurológico central, lesión medular o por déficit neurológico periférico.

- Inestabilidad idiopática del detrusor: no hay causa clara. Se propone hiperactividad parasimpática, anomalías congénitas, etc.
- Urgencia sensitiva: no hay hiperactividad del detrusor en pruebas urodinámicas.
- Inestabilidad uretral: reducción espontánea de la presión uretral asociada a urgencia.

### **Síndrome urgencia-frecuencia [4]**

Caracterizado por un deseo incontrolable de orinar que resulta en micciones de volúmenes pequeños con sensación de vaciamiento incompleto que se puede asociar o no a dolor pélvico crónico. Esto resulta en micciones tan frecuentes como cada 15 a 30 minutos, con nicturia y limitación para la realización de actividades que impliquen movilizarse grandes distancias o reuniones sociales.

### **Retención urinaria [4]**

Puede ser completa (incapacidad para iniciar la micción) o retención parcial ( $>50$  mL de orina residual luego de la micción). Pueden tener sensación de llenado permanente; si no hay sensación de llenado, se puede sufrir de incontinencia por rebosamiento. Puede ser causada por obstrucción de la uretra (cáncer, hiperplasia prostática benigna o hiperactividad uretral), debilidad o ausencia de contracción del detrusor y disfunción del piso pélvico.

### **Incontinencia fecal [2-4]**

Incontinencia para flatos y pérdida involuntaria de heces. Su etiología puede ser por daño del esfínter anal (trauma directo o lesión de la inervación), degeneración idiopática del esfínter, lesión medular o enfermedades neurológicas (esclerosis múltiple). Sus tipos son:

- Activa: la persona es consciente de la incontinencia, pero no puede prevenirla; puede ser para sólidos o para líquidos.
- Pasiva: la persona no es consciente y no se asocia a urgencia.
- Coital.

La incontinencia urinaria de urgencia, el síndrome de urgencia-frecuencia, la retención urinaria y la incontinencia fecal son condiciones prevalentes en la población, que varían del 3,3 % al 8,2 % para los síntomas urinarios, y del 1,4 % al 1,9 % para la incontinencia fecal [4].

Los diferentes tipos de incontinencia pueden tener una etiología variada y el tratamiento médico de estas, en un gran número de casos, puede no ser efectivo. Por esta razón se han desarrollado diferentes enfoques terapéuticos. Existen técnicas quirúrgicas como el aumento del volumen vesical, la denervación quirúrgica y la aplicación de fármacos (por ejemplo, toxina botulínica intravesical) [5-8].

Debido a la alta morbilidad de las técnicas quirúrgicas, se han desarrollado técnicas de estimulación eléctrica de la vejiga (detrusor), del piso pélvico, de la médula espinal, de las raíces sacras o de los nervios pélvicos. Estas han demostrado efectividad de diferente grado, aun cuando la estimulación de raíces sacras es la de mayor efectividad en el control de los esfínteres [9-17].

En este trabajo se exponen los resultados que hemos obtenido en los pacientes tratados en el Hospital Universitario San Ignacio en un periodo de cinco años, comprendido entre el 2007 y el 2012.

## **Historia**

La historia de la neuroestimulación tiene una evolución de aproximadamente tres siglos. Pretender exponerla en su totalidad no es el enfoque de nuestro trabajo. Sin embargo, nos parece interesante mencionar algunos eventos importantes como el de Luigi Galvani, anatómista del siglo XVIII, quien en sus experimentos animales describe la contracción muscular y su relación con la electricidad.

Alessandro Volta, en 1800, inventa la pila voltaica, una batería eléctrica que produce una corriente eléctrica constante y demuestra la transmisión eléctrica a través de los músculos. En 1839, Michael Faraday descubre el primer generador eléctrico, al demostrar que puede

emitir una corriente eléctrica a partir de la rotación de un magneto, y al lograr la estimulación continua de un músculo con este impulso eléctrico.

En 1878, el cirujano danés Matthias Saxtorph trata pacientes con retención urinaria al introducir un electrodo metálico transuretral y colocar un electrodo neutral suprapúbico, que estimulaba el detrusor en pacientes con disfunción vesical secundaria a lesiones nerviosas centrales o periféricas. De 1925 a 1935, el neurocirujano Otfried Foerster es el primero en exponer el lóbulo occipital bajo anestesia general y estimularlo eléctricamente a fin de producir una mancha de luz en la visión del paciente y demostrar los alcances de la estimulación eléctrica en el sistema nervioso. En 1934, Chaffee y Light realizaron avances en la implantación de electrodos para estimular las estructuras nerviosas profundas y evitar el riesgo de infección al poner una bobina secundaria bajo la piel y una primaria fuera del cuerpo. Mediante inducción magnética, lograron la transferencia de energía y modulación, que después fue mejorada mediante transferencia por radiofrecuencia [18].

Desde mediados del siglo XX, varios autores propusieron la estimulación eléctrica para el control de la función vesical. Entre ellos, McGuire, Bradley y Caldwell estudiaron la implantación de estimuladores en modelos animales en

diferentes blancos anatómicos, incluido el detrusor, el piso pélvico y el esfínter externo, que lograron diferentes avances en el campo, tal como la descripción que entre más grande sea la vejiga, de mayor tamaño deberá ser el electrodo que se va a implantar [19,20].

En 1957, Ingersoll realiza estimulación en nervios pélvicos y descubre que estos no toleran la estimulación eléctrica crónica y que las fibras parasympáticas se ramifican temprano en el plexo sacro, por lo que la estimulación de los nervios periféricos no es útil. En 1971, Nashold y Friedman son los primeros en intentar lograr la micción estimulando la médula espinal y reportan que la región óptima es S1-S3, con una profundidad de 2-3 mm [21].

Desde 1986, Tanagho, en Estados Unidos, describe resultados favorables en pacientes a quienes se les implantaron electrodos de estimulación de raíces sacras para el tratamiento de la disfunción neurogénica de la micción [3,21]. Sin embargo, a pesar que hasta hoy se han realizado más de ocho mil implantes, las bases fisiológicas de la estimulación aún no se comprenden del todo. Incluso así, la selección del blanco ha variado a lo largo de los años, desde la estimulación del piso pélvico, detrusor, nervios pudendos hasta las raíces sacras, siendo estas últimas las que mejor perfil para estimulación tienen.

## Anatomía

### *Osteología*

El sacro es un hueso de forma triangular que se extiende en la parte inferior de la columna vertebral. Tiene cinco vértebras fusionadas y contiene en su interior los nervios sacros y cocígeos. Se articula por su carilla superior o promontorio con la vértebra L5; por su carilla inferior, con el cóccix, y por sus carillas laterales, con el ilion. Además, se une al isquion por los ligamentos sacroiliaco mayor y menor [21].

Su cara anterior es cóncava y la posterior es convexa, en las cuales ambas presentan forámenes por donde egresan los nervios sacros. En su cara posterior, además, presenta unas elevaciones llamadas crestas sacras, las cuales son tres (medias, intermedias y lateral) y dividen de forma longitudinal la superficie del sacro en tres canales, mientras que los forámenes están en el canal medio [21].

Los forámenes sacros son canales en forma de Y, de los cuales los posteriores son de menor tamaño que los anteriores. Por estos salen los nervios sacros, y todos son equidistantes con una distancia vertical de 2 a 3 cm y una distancia longitudinal al foramen contralateral de 4 cm. Además, el foramen de S3 se puede ubicar 9 cm sobre la unión sacrococígea a nivel de la escotadura ciática [21]. Los nervios sacros y las estructu-

ras vasculares penetran el foramen en su aspecto medial. La vascularización proviene de la arteria sacra lateral, rama de la arteria iliaca interna.

### **Vías neuroanatómicas**

El sistema nervioso central controla el vaciamiento y depósito normal de la orina mediante estímulos inhibitorios, provenientes de neuronas simpáticas de la columna toracolumbar hacia el detrusor, e impulsos excitatorios sobre el esfínter vesical, para promover el depósito de orina [14]. Para el vaciamiento hay estímulos aferentes tensiles provenientes de fibras A $\delta$  y C de la pared vesical, que se estimulan con el nivel de llenado de la vejiga y con sustancias como la capsaicina o con su análogo ultrapotente, la resiniferatoxina, que se asocian a disfunción vesical y que estimulan el centro pónico de la micción, así como estímulos eferentes provenientes del cerebro, a partir del centro pónico para la micción que estimulan el detrusor e inhiben el esfínter vesical externo facilitando la micción [21-23].

Además de los mecanismos centrales para la micción y depósito de orina, existen reflejos centrales que coordinan, amplifican y se activan en el momento correcto para evitar la micción en momentos socialmente inaceptables [24-26]. Estos son estímulos aferentes que viajan por los nervios pudendos y pélvicos hacia el centro de la micción espinal, localizado en la médula en los

niveles S2 a S4 (núcleo de Onuf), que realiza una estimulación sobre el esfínter externo, que lo contrae y, a la vez, inhibe la contracción del detrusor, a fin de evitar así la micción en situaciones como tos o pujo. Este reflejo de protección es inhibido por el cerebro durante la micción [14,21,23].

### **Fisiopatología y mecanismos de acción de estimulación de raíces sacras**

Para empezar a comprender los métodos por los que la estimulación de raíces sacras es efectiva en el tratamiento de la incontinencia es importante mencionar los mecanismos fisiopatológicos de los diferentes tipos de incontinencia y los mecanismos por los cuales la estimulación de raíces sacras es efectiva.

### **Incontinencia urinaria**

Los mecanismos de acción de la estimulación de raíces sacras aún no han sido dilucidados por completo; sin embargo, existen varias hipótesis al respecto. Se ha propuesto que la vejiga hiperactiva tiene tres diferentes tipos de mecanismos de la disfunción: neurogénicos, miogénicos y uretrogénicos [24].

- Miogénicos: cambios en la estructura y la inervación del detrusor que llevan a un aumento de la excitabilidad y conducción de las células, lo que causa contracciones de todo el detrusor [24].

- Neurogénicos: Sensibilización de terminales aferentes en la vejiga o el daño a vías inhibitorias centrales revelan reflejos de micción primitivos que llevan a hiperactividad de reflejos contráctiles de la vejiga [24].
- Uretrogénicos: la contracción vesical es causada por estimulación de la orina que entra a la vejiga en momentos inapropiados por una posible disminución del grosor del músculo liso de la uretra, lo que lleva a contracciones del detrusor inducidos por estrés (maniobras de Valsalva que aumentan la presión intrabdominal) [24].
- Inhibe las interneuronas involucradas en reflejos espinales segmentarios [14].
- Inhibe las neuronas posganglionares [13,21].
- Puede inhibir la vía aferente primaria [13,21].
- Puede suprimir de forma indirecta los reflejos de protección, al inhibir la aferencia sensitiva de la vejiga a las interneuronas del esfínter uretral externo o a las neuronas simpáticas del esfínter interno [13,21].
- Estimulación posganglionar que activa neuronas posganglionares e induce la actividad vesical, pero al mismo tiempo puede inhibir el reflejo vejiga-vejiga, al impedir la transmisión de interneuronas [14,21,23,24].

La estimulación de raíces sacras activa axones somáticos aferentes que modulan el procesamiento sensorial y las vías de reflejos de la micción en la médula espinal. Así, la retención urinaria y la micción disfuncional pueden ser resueltas por la inhibición de los reflejos de protección, y la vejiga hiperactiva se puede tratar con la inhibición directa de neuronas preganglionicas parasimpáticas, así como inhibiendo la transmisión interneuronal en la rama aferente del reflejo de la micción [21].

Se han propuesto los siguientes mecanismos de acción de la estimulación de raíces sacras:

- Inhibe neuronas espinales involucradas en el reflejo de la micción [13,21].

### **Incontinencia fecal**

Los mecanismos de continencia fecal están conformados por una doble inervación muscular dada por el plexo sacro; allí se mezcla la información nerviosa del esfínter y de los músculos del piso pélvico. Por ello, al estimular las raíces sacras, ambos mecanismos se activan mejorando la continencia fecal [22].

El mecanismo de acción fisiológico de la estimulación de raíces sacras en la incontinencia fecal aún no está dilucidado, pero los estudios han sugerido que este sea multifactorial. Sin embargo, se

ha propuesto que se deba a estimulación de fibras  $\alpha$ -motoras [22].

### **Eyaculación retrógrada**

La eyaculación es un proceso que involucra emisión, eyaculación anterógrada y cierre del cuello vesical [27]. Las fibras simpáticas que se originan de las astas intermediolaterales de T12-L2 y los ganglios espinales toracolumbares forman el nervio hipogástrico. Este envía ramas postsinápticas a la próstata, a las vesículas seminales y al conducto deferente, por lo que la inervación simpática es responsable de la emisión seminal y la eyaculación de la inervación parasimpática [28]. El probable mecanismo de acción de la estimulación eléctrica se da por medio de neuronas ganglionares postsinápticas simpáticas [28].

### **Evaluación diagnóstica**

Dado que la neuromodulación es un campo dinámico, la recomendación de una evaluación diagnóstica universal es difícil [21]. La historia clínica permite identificar potenciales candidatos al tratamiento, al cuantificar la gravedad de sus síntomas, clasificar el tipo de enfermedad y descartar contraindicaciones al procedimiento [13] como:

- Infección de vías urinarias.
- Cálculos en las vías urinarias.
- Tumores vesicales, intestinales o ginecológicos.

- Prolapso vesical.
- Neuropatía periférica no diagnosticada.
- Epilepsia.

Se le pide al paciente que documente sus síntomas de forma objetiva con el uso de un diario de micción que incluye hora, cantidad de orina, si tiene orina residual, gravedad, cantidad y momentos en que presenta episodios de incontinencia [13,21]. La objetivización de los síntomas permitirá comparar los resultados posteriores a la implantación del estimulador de nervio periférico y, así, el médico tratante tendrá una base sobre la cual establecer los parámetros del tratamiento y si esta funciona en el paciente.

Los exámenes paraclínicos frecuentemente realizados de rutina son uroanálisis, hemograma, evaluación radiológica del tracto urinario, cistoscopia, y tests urodinámicos para determinar la causa de la disfunción urinaria [13,21]. En el caso de vejiga neurogénica, se complementa el estudio con una imagen de resonancia magnética de la columna vertebral.

### **Indicaciones**

La estimulación de raíces sacras ha mostrado ser una técnica segura y efectiva en pacientes con disfunción de vaciamiento crónico [5]. Así es como desde la década de los ochenta esta terapia ha evolucionado, y en 1997 y 1999, la Food and Drug

Administration (FDA) aprueba la terapia para el tratamiento de la incontinencia urinaria de urgencia (vejiga hiperactiva), síndrome de urgencia-frecuencia y retención urinaria no obstructiva, dado por vaciamiento incompleto con más de 50 cm<sup>3</sup> de residuo urinario y retención completa con imposibilidad de iniciar la micción normal [8,13,21].

Esta técnica solo debe ser usada una vez todas las modalidades de tratamiento conservador hayan sido agotadas, cuando los pacientes deben realizarse cateterismos vesicales de forma permanente o si van a ser llevados a cirugía abdominal invasiva [21].

Aunque todavía no se han definido de forma adecuada los factores pronósticos que predigan el éxito o falla de la terapia, sí se han hecho ciertas observaciones al respecto. El paciente debe estar neurológicamente intacto, y si hay defectos neurológicos, estos deben ser parciales, tal como una sección medular incompleta. La edad avanzada y la presencia de tres o más enfermedades crónicas fueron demostradas por Amundsen como factores asociados con menor tasa de respuesta a la terapia con estimulación de raíces sacras [25]. Los datos de estudios a largo plazo demuestran una tasa de éxito del 74% a un año y del 64% a cinco años para el tratamiento de las tres indicaciones mencionadas previamente [8].

No obstante, el factor más importante que determina si la terapia será efectiva o no en el paciente es una estimulación de nervio periférico previo a la implantación o fase de prueba que mejore en más del 50% los síntomas del paciente; sin embargo, no se puede catalogar como factor predictivo, dado que los pacientes que no mejoran no son implantados y no se pueden comparar los grupos de forma estadística [21].

Recientemente, desde la década de los noventa, se han expandido las indicaciones del uso de la estimulación de raíces sacras, pues se han observado también resultados positivos en pacientes que no solo presentaban disfunción vesical, sino también intestinal como incontinencia fecal, constipación y dolor pélvico crónico [7,8]. Dentro de estas nuevas indicaciones están la incontinencia de urgencia neurogénica refractaria (hiperreflexia del detrusor), la cistitis intersticial, el dolor pélvico crónico, la incontinencia fecal y la constipación crónica [8,13,21]. Cabe anotar que la respuesta a la estimulación de raíces sacras en estos nuevos escenarios es menor que para las indicaciones ya establecidas, pero los pacientes que mejoran lo hacen de forma significativa, y con ello su calidad de vida [13,25].

## Materiales

Del 2007 al 2012 se implantaron en total 18 pacientes. La edad media fue de  $47 \pm 14,7$  años en un rango de 22

a 66 años, con 11 hombres (61 %) y 7 mujeres (39 %). De ellos, 6 pacientes (35 %) tenían incontinencia urinaria de urgencia; 4 (23 %), incontinencia mixta; 4 (23 %), síndrome urgencia-frecuencia; 2 (11 %), retención urinaria; 2, incontinencia fecal, y 1 (6 %), eyaculación retrógrada. Los 18 pacientes incluidos en este estudio se dividen en varios grupos de análisis.

*Incontinencia urinaria de urgencia.* Fueron 6 pacientes, de los cuales solo 3 presentaron mejoría con la estimulación de raíces sacras, que mostró una eficacia del 50 %. De los pacientes que no mejoraron, 2 presentaban incontinencia secundaria a vejiga neurogénica por trauma raquímedular y uno por vejiga hiperactiva.

*Retención urinaria.* Fueron 2 pacientes, de los cuales uno presentó mejoría con la estimulación de raíces sacras, que mostró una eficacia del 50 % en este grupo. El paciente que no mejoró evidenció una retención por vejiga neurogénica secundaria a trauma raquímedular con sección medular completa.

*Síndrome de urgencia-frecuencia.* En el grupo de urgencia-frecuencia había 4 pacientes, de los cuales 3 presentaron mejoría inicialmente; pero una paciente tenía como complicación erosión de la piel con dehiscencia de la herida e infección de esta seis meses después de la implantación, por lo que se debió retirar el estimulador.

*Incontinencia fecal.* Solo hubo un paciente en esta serie con incontinencia fecal pura secundaria a lesión por antecedente de trauma obstétrico, quien presentaba dos episodios de incontinencia fecal al día, los cuales aparecían de repente, y esta no podía posponer la deposición.

*Incontinencia mixta.* En el grupo de incontinencia mixta había 4 pacientes, de los cuales 3 mejoraron con la estimulación de raíces sacras; no obstante, uno de ellos presentó dehiscencia de la herida con infección del sitio operatorio, por lo que se tuvo que retirar el sistema, y el otro paciente que no mejoró presentaba incontinencia secundaria a una lesión del plexo sacro.

*Disfunción sexual.* Hay un caso de un paciente con eyaculación retrógrada secundaria a una lesión del plexo sacro secundario a una resección retroperitoneal de un ganglioneuroma.

### **Tratamientos previos**

En general, los pacientes con incontinencia urinaria fueron tratados previamente, sin mejoría, con anticolinérgicos, dilataciones uretrales a repetición, cistoscopias, aplicación de toxina botulínica en casos de detrusor hiperactivo y cateterismos vesicales intermitentes o sonda vesical permanente.

Los pacientes con incontinencia fecal habían recibido tratamiento quirúrgico con esfinteroplastias anales, y el paciente con

eyaculación retrógrada había recibido tratamiento con  $\alpha$ -adrenérgicos, sin mejoría.

De estos pacientes, todos fueron llevados a fase de prueba; pero solo 11 (61 %) fueron llevados a estimulación definitiva e implantación del generador de pulso. El periodo de prueba comprendía de una a tres semanas y con un estimulador externo se implantaron los electrodos para la estimulación de raíces sacras. Posteriormente, un generador de pulso, ubicado en el cuadrante inferior derecho del abdomen, reemplazó al estimulador externo en la fase definitiva. Se consideró un éxito terapéutico cuando hubo mejoría de al menos el 50 % en la:

- Reducción del número de micciones o deposiciones al día.
- Reducción de episodios de incontinencia al día.
- Reducción de la cantidad de pañales usados al día.
- Mejoría en la calidad de vida según la Escala Global de Calidad de Vida.

A los pacientes que no presentaban mejoría se les retiraron los electrodos. Se describen, además, los efectos adversos y las complicaciones asociados a este procedimiento.

### **Criterios de inclusión**

- Pacientes con incontinencia urinaria tipo urgencia, frecuencia o retención secundario a vejiga neurogénica.

- Pacientes con incontinencia fecal o aneyaculación.
- Dos años de enfermedad.
- Pacientes con deterioro de la calidad de vida menor al 50 %, según la Escala Global de Calidad de Vida.
- Refractariedad a tratamiento médico.
- Capaz de llevar su diario y asistir a controles.

### **Métodos**

La cirugía tiene dos fases: la primera, en la que se realiza estimulación de prueba del plexo sacro por vía percutánea, y la segunda, en la que se implanta el estimulador definitivo [14,21].

#### ***Fase de prueba y estimulación de plexo sacro***

La fase de prueba es el primer paso para determinar la efectividad de la técnica en el paciente. Identifica de forma adecuada la localización, la función y la integridad de los nervios sacros y si los pacientes mejoran sus síntomas [14,21].

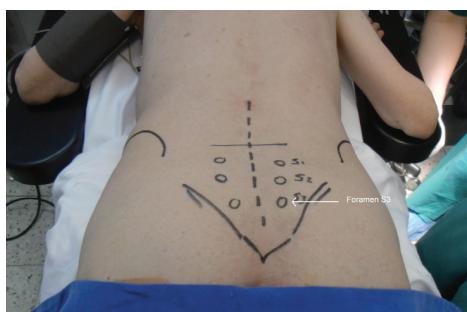
#### ***Preparación del paciente***

Se posiciona el paciente en decúbito prono con 25 grados de flexión tanto de cadera como de rodillas (figura 1), y se ubican mediante palpación las diferentes estructuras óseas.

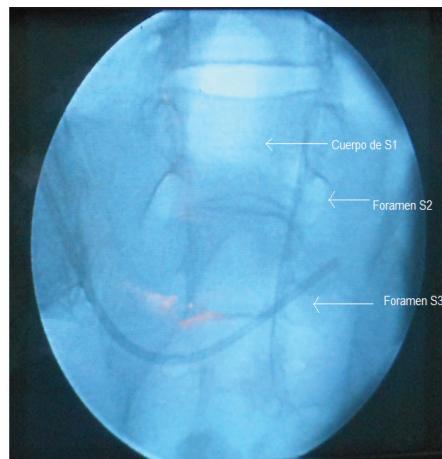


**Figura 1.** Se posiciona al paciente en decúbito prono con flexión de la cadera y las rodillas a 25 grados

Demarcación sobre la piel del paciente los límites laterales del sacro, crestas ilíacas, línea media del sacro, forámenes (S1, S2 y S3) y promontorio (figura 2). Se realiza fluoroscopia para confirmar la demarcación (figura 3). Se le administra sedación al paciente. Se verifica la adecuada posición del paciente y se realiza asepsia y antisepsia colocando campos estériles.



**Figura 2.** Paciente en decúbito prono. Se identifican las superficies anatómicas mediante palpación como las caras laterales del sacro, los forámenes de S1 a S3 de forma bilateral, las crestas ilíacas, la línea media y el promontorio



**Figura 3.** Se identifican los reparos anatómicos del sacro mediante fluoroscopia (proyección PA). Se identifican los cuerpos vertebrales sacros y los forámenes

### Intervención

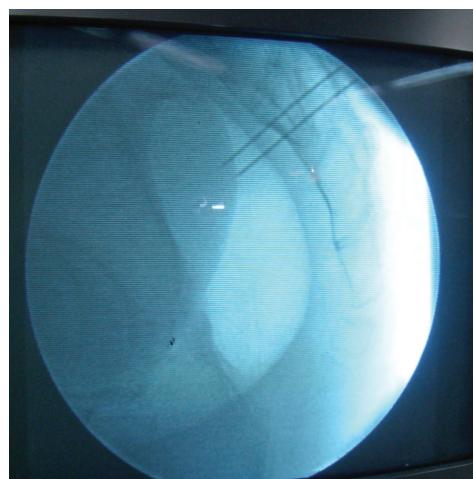
Se infiltra la piel, los tejidos subcutáneos y la superficie sacra posterior sobre los forámenes demarcados con un anestésico local. Sobre el borde lateral del foramen

previamente demarcado en la piel del paciente, se introduce la aguja de prueba, en un ángulo de 60 grados con dirección caudal, a fin de preservar las estructuras neurales y vasculares [12-14,21]. Se profundiza la aguja mediante confirmación fluoroscópica (figura 4).

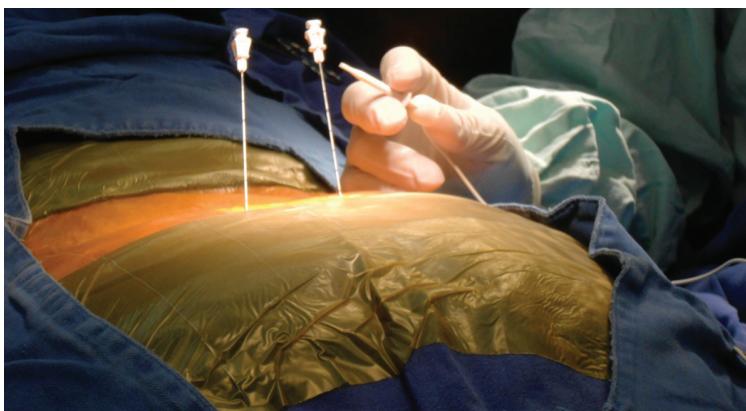


**Figura 4.** Se introducen las agujas de estimulación en los forámenes de S3 de forma bilateral (proyección fluoroscópica PA)

Una vez dentro del foramen (figura 5), las raíces sacras se estimulan a través de las agujas (figura 6). Una respuesta adecuada es aquella en la que el paciente refiere: contracción del piso pélvico, flexión plantar del hallux de forma bilateral y parestesias en periné, escroto y vagina [14,21].

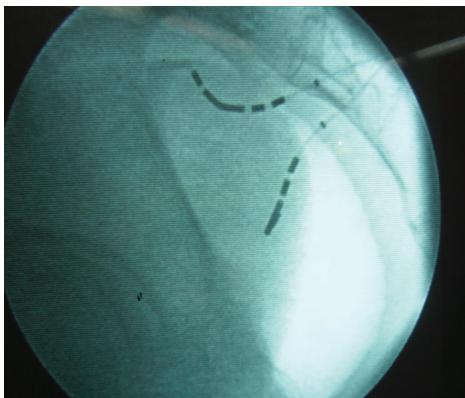


**Figura 5.** Se ubican agujas a través de los forámenes de S3 (proyección fluoroscópica PA)



**Figura 6.** Estimulación de plexo sacro intraoperatorio donde se observa que el estimulador externo al contacto con las agujas de prueba crea un arco eléctrico que estimula las raíces sacras

Se introduce un electrodo cuadripolar (figura 7) que se fija a la piel externa o se interioriza extrayéndolo por la cara lateral del abdomen (figura 8) y se conecta a un estimulador externo (figura 9). Con este se pueden modificar los parámetros de la estimulación dentro de un rango establecido por el programador y el médico, y así se mantiene una estimulación fuerte, al igual que la comodidad del paciente [14,15,21].



**Figura 7.** Se colocan electrodos en los forámenes (proyección fluoroscópica lateral)



**Figura 8.** Tres heridas: una en el flanco derecho, donde se exteriorizan las extensiones hacia el estimulador externo en la fase de prueba, y dos posteriores, sobre los forámenes de S3 de forma bilateral

El estimulador externo se puede mantener hasta por tres semanas, durante las cuales el paciente debe registrar el diario de micción para determinar si los síntomas mejoran o no.

### **Fase de implantación**

La segunda fase del procedimiento consiste en implantar un generador de pulso (estimulador con batería interna) [14,21].

### **Preparación del paciente**

Bajo anestesia general, se ubica al paciente en decúbito supino con lateralización izquierda y se demarca la incisión



**Figura 9.** Estimulador externo

lineal sobre la pared anterior del abdomen en el cuadrante inferior derecho (figura 10).

Se confirma una adecuada posición del paciente y realiza asepsia y antisepsia colocando campos estériles.

### **Intervención**

En esta parte se infiltran la piel y los tejidos subcutáneos con un anestésico local. Se realiza la incisión sobre el abdomen disecando por planos hasta la fascia abdominal, creando un bolsillo epifascial donde se introducirá el generador de pulso definitivo.

Simultáneamente se retiran los puntos de sutura de la herida del flanco y se desconecta el estimulador externo. Posterior a esto se “tunelizan” en el tejido celular subcutáneo las extensiones

de los electrodos entre las dos heridas (figura 11).

Se procede a conectar las extensiones a los electrodos en la herida del flanco y al generador de pulso en la herida abdominal, el cual se introduce en el bolsillo abdominal (figura 12).

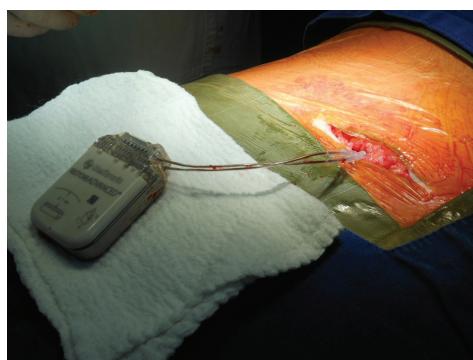
Finalmente se suturan las heridas y el paciente, al finalizar, solo presenta cuatro



**Figura 11.** Interiorización y tunelización de extensiones de electrodos hacia el bolsillo subcutáneo abdominal



**Figura 10.** Paciente en decúbito supino con lateralización izquierda, con marcación de la herida para el bolsillo subcutáneo del generador de pulso definitivo en cuadrante inferior derecho de la pared abdominal anterior



**Figura 12.** Implantación y conexión de generador de pulso a extensiones de electrodos e introducción en bolsillo subcutáneo

heridas: dos sacras bilaterales sobre el foramen de S3, una en el flanco derecho y otra en la pared abdominal anterior (figura 13).

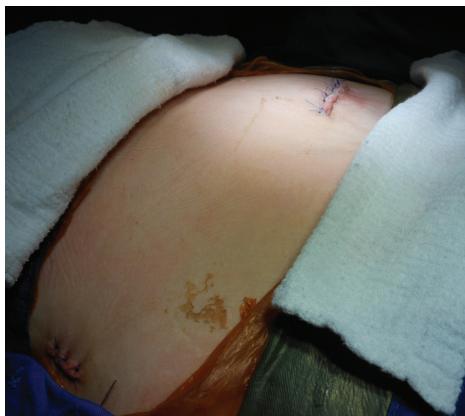
### *Análisis estadístico*

Para cada uno de los grupos se evaluó la cantidad de personas que mejoraron con la estimulación de raíces sacras. Además, se realizaron comparaciones estadísticas de cada parámetro evaluado entre los valores previos y los valores posteriores a la implantación, usando análisis de medidas y T de Student para datos apareados, a fin de determinar la significancia estadística entre las dos variables medidas. Una tasa de éxito mayor al 50% de mejoría clínica es calculada para la variable registrada en el diario de micción y la calidad de vida. Se asume que los pacientes que no responden en la fase de prueba y se les retiran los electrodos regresan a la línea de base.

### *Efectos adversos*

Los posibles mecanismos de lesión del nervio, secundarios a la implantación del electrodo, se deben tanto a factores mecánicos como a eléctricos. Los mecánicos son por la configuración del electrodo y su ajuste al nervio, trauma quirúrgico, formación de cicatrices y la tensión de los cables del electrodo. Los eléctricos se deben a factores electroquímicos en la interfaz electrodo-nervio, toxicidad de los productos del electrodo, degeneración axonal temprana (debido a la estimulación prolongada) y de alta intensidad por la actividad neural inducida por rápida despolarización e hiperpolarización de las membranas axonales y electroporación [21].

Así es como la selección de los electrodos debe ser de materiales suaves y flexibles. Igualmente, deben ajustarse de forma adecuada al nervio sin constreñirlo, sin que pierda su posición inicial. Los materiales que tenga el electrodo no deben ser tóxicos al degradarse y el protocolo del estímulo debe ser intermitente, y la frecuencia —así como la amplitud del estímulo— no debe exceder lo requerido por el paciente [15,21]. Por estas razones, la evidencia ha demostrado que la estimulación de raíces sacras es más segura y efectiva que otros blancos usados previamente, pues la raíz de S3 es más práctica y usada en la estimulación crónica [8].



**Figura 13.** Heridas suturadas del paciente al finalizar el procedimiento

Para la adecuada selección de un blanco de tratamiento o del estímulo eléctrico se debe tener en cuenta la especificidad del órgano blanco, la tolerancia a la electricidad, la efectividad en el control de la micción y las posibles complicaciones y ventajas de la estimulación en un nivel dado. Así, en el periodo de 1984 a 1999 en Pasadena, California, Estados Unidos, se desarrollaron varios modelos y los diseños actuales de los electrodos usados para la estimulación de nervio periférico, tanto de raíces sacras como para la estimulación del nervio vago en epilepsia [21].

## Resultados

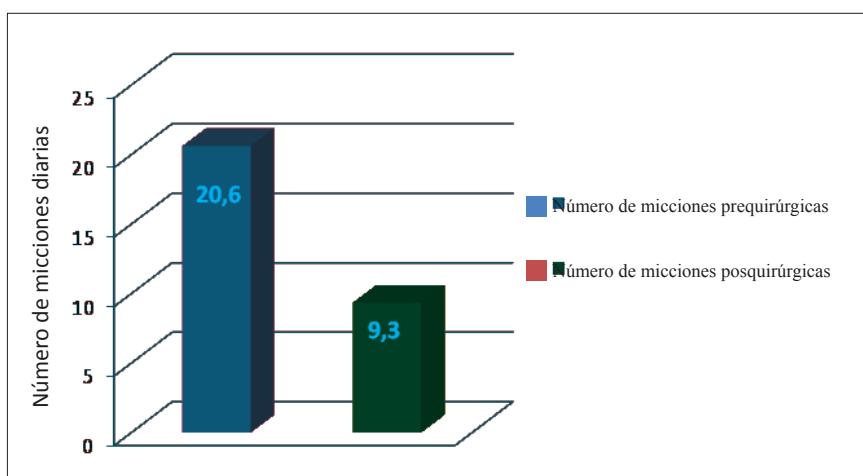
### *Incontinencia urinaria de urgencia*

El promedio de episodios de incontinencia preoperatoria en este grupo es de  $11,3 \pm 4$ , el cual decrece a  $3,1 \pm 4$  en el periodo postoperatorio. Se demuestra una

disminución del número de micciones diarias de  $13,6 \pm 5$  en el preoperatorio a  $7,6 \pm 2$  en el postoperatorio, y disminución en el número de pañales de  $3,3 \pm 1$  a  $1,5 \pm 2$ . La tasa de mejoría en episodios de incontinencia, micciones diarias y número de pañales usados es del 72 %, 44 % y 54 %, respectivamente. La calidad de vida preoperatoria es del 23 %, la cual mejora hasta el 58 % posterior a la estimulación (figura 14).

### *Retención urinaria*

El promedio de episodios de incontinencia preoperatoria en este grupo es de  $6,5 \pm 5$ , el cual disminuye a  $5,5 \pm 5$  en el periodo postoperatorio. Hay una disminución en el número de micciones de  $10 \pm 0$  en el preoperatorio a  $6,5 \pm 5$  en el postoperatorio y disminución en el número de pañales de  $3,5 \pm 1$  a  $1,5 \pm 2$ . También cabe mencionar una reducción de la cantidad de cateteris-



**Figura 14.** Promedio de micciones diarias pre y posquirúrgicas

mos intermitentes diarios de  $4 \pm 0$  en el periodo preoperatorio a  $2,5 \pm 2,1$  en el postoperatorio. La tasa de mejoría en episodios de incontinencia, micciones diarias y número de pañales usados es del 15%, 35% y 57%, respectivamente. La calidad de vida promedio preoperatoria es del 20%, que mejora hasta un 50%, postoperatoria.

### **Síndrome de urgencia-frecuencia**

El promedio de episodios de incontinencia preoperatoria es de  $51,2 \pm 27$ , el cual disminuye a  $3,7 \pm 4$  en el periodo postoperatorio. Se demuestra, además, una disminución en el número de micciones diarias de  $59 \pm 33$  en el preoperatorio a  $22 \pm 26$  en el postoperatorio, y disminución en la cantidad de pañales usados de  $3,5 \pm 1$  a  $1 \pm 1$ . La tasa de mejoría de episodios de incontinencia, micciones diarias y número de pañales usados es del 92%, 62% y 71%, respectivamente. La calidad de vida preoperatoria en este grupo es del 18%, en promedio, y posterior al tratamiento es del 76%.

### **Incontinencia fecal**

En cuanto a la paciente con incontinencia fecal, dado que no podía posponer la deposición, su calidad de vida era de solo del 10%, según la Escala Global de Calidad de Vida. Posterior a la implantación de la estimulación de raíces sacras, la paciente ya no presentaba episodios imprevistos de deposición y hubo una

disminución del uso de pañales de 2 a 0 en el periodo postoperatorio, tanto inmediato como tardío, y mejoría de la calidad de vida hasta en un 80%, según la Escala Global de Calidad de Vida.

### **Incontinencia mixta**

El promedio de episodios de incontinencia urinaria es de  $5,2 \pm 3$  en el periodo preoperatorio y  $1 \pm 1$  en el periodo postoperatorio, y el promedio de episodios de incontinencia fecal es de  $1,25 \pm 1$  y  $0,25 \pm 1$ , respectivamente. Hay disminución en el número de micciones de  $7,25 \pm 2$  en el periodo postoperatorio a  $1 \pm 1$  en el postoperatorio; así como disminución en el número de pañales usados al día de  $5 \pm 3$  a  $3 \pm 5$ . La tasa de mejoría de episodios de incontinencia urinaria, incontinencia fecal, número de micciones y uso de pañales al día es del 80%, 80%, 86% y 40%, respectivamente. La calidad de vida preoperatoria en promedio es del 30%, y posterior al tratamiento es del 70%, en promedio.

### **Disfunción sexual**

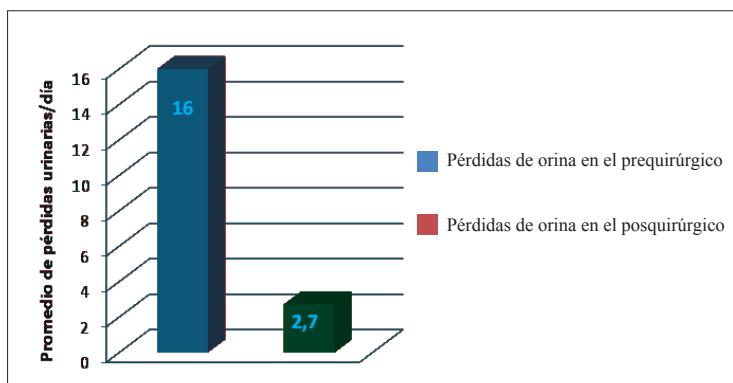
El paciente con eyaculación retrógrada refiere que posterior a la implantación su calidad de vida mejoró del 20% preoperatoria al 80% en el postoperatorio inmediato, y se mantiene de forma tardía a 12 meses. Refiere que con la estimulación logra eyacular y tener sensación orgásmica hasta en un 70%-80% de las ocasiones.

## Resultados globales

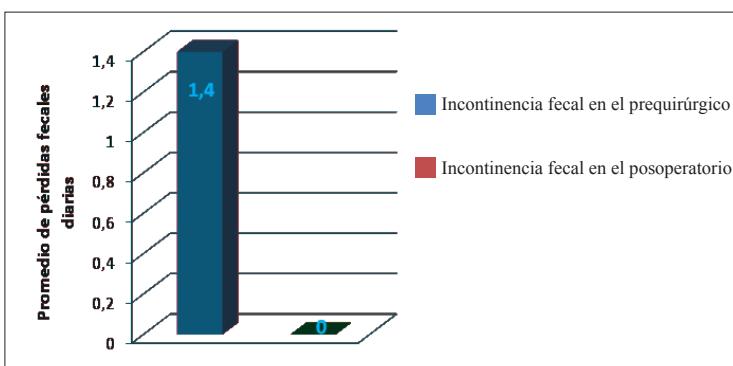
Al analizar los datos del grupo en general, se evidencia que el número promedio de micciones diarias preoperatorias es de  $20,6 \pm 25,6$  y de  $9,3 \pm 13$  en el periodo postoperatorio ( $p<0,05$ ) (figura 15). El número de episodios de incontinencia urinaria es de  $16 \pm 22,8$  en el preoperatorio y de  $2,7 \pm 3,5$  en el postoperatorio ( $p<0,05$ ) (figura 16).

El número de episodios de incontinencia fecal es de  $1,4 \pm 0,5$  en

el preoperatorio y de  $0,05 \pm 0,2$  en el postoperatorio ( $p>0,05$ ) (figura 17), y el número de pañales usados al día en el preoperatorio es de  $3,5 \pm 1,9$  y de  $1,5 \pm 2,5$  en el postoperatorio ( $p<0,05$ ) (figura 18). Finalmente, la calidad de vida preoperatoria es del  $22\% \pm 13\%$  y del  $66\% \pm 23\%$  en el postoperatorio ( $p<0,05$ ) (figura 19). Así, 12 pacientes presentan mejoría de la calidad de vida sobre un 50% y 6 no presentan mejoría de la calidad de vida sobre el 50%. La tasa de mejoría del número de miccio-



**Figura 15.** Promedio de episodios de incontinencia urinaria en el pre y postoperatorio



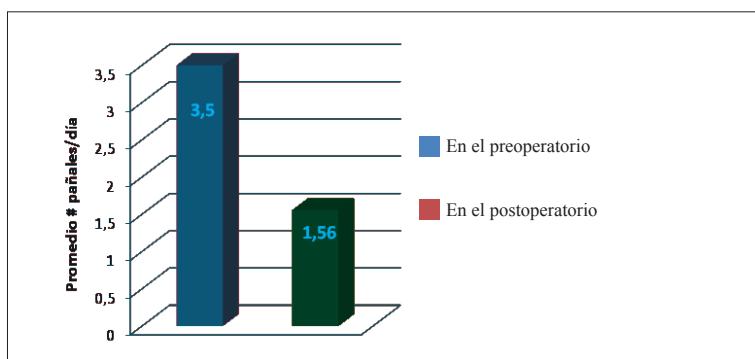
**Figura 16.** Promedio de episodios de incontinencia fecal en el pre y postoperatorio

nes diarias, episodios de incontinencia urinaria, incontinencia fecal, número de pañales usados al día fue del 54%, 83%, 96%, 57%, respectivamente.

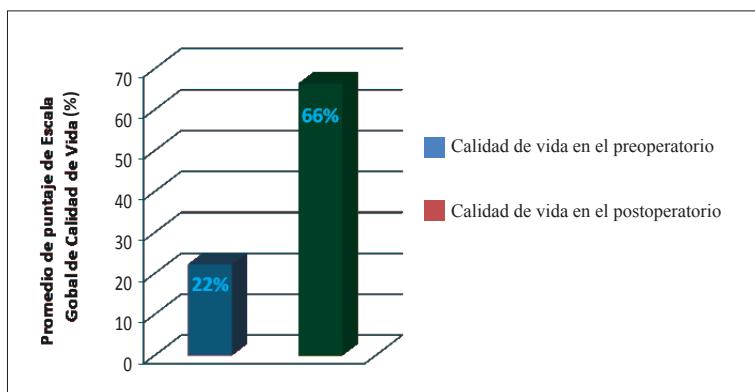
### **Complicaciones y efectos adversos**

Se presentan los datos de todos los pacientes implantados en la fase definitiva y a quienes se les retiraron los electrodos por no eficacia en la terapia con estimulación de raíces sacras durante la fase de prueba. En total, solo se presentaron tres complicaciones asociadas al generador de pulso,

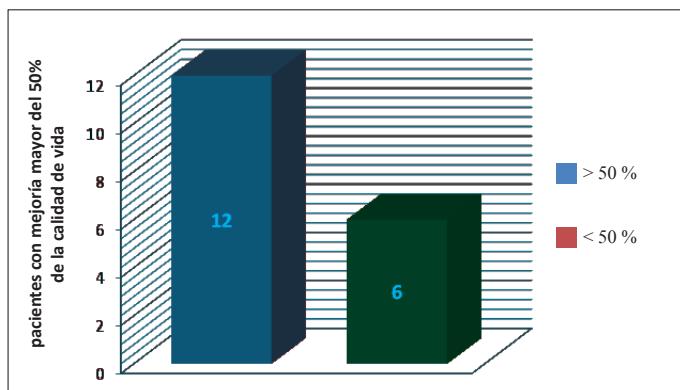
dadas por erosión de la piel y dehiscencia de la herida abdominal con infección del sitio operatorio en dos casos, por lo que se debió retirar el generador de pulso y los electrodos, a pesar de que inicialmente habían presentado mejoría clínica con esta terapia. En el otro caso se realiza reimplantación del estimulador y se manejan las heridas dehiscentes con curaciones periódicas. Solo un caso presenta dolor asociado al sitio de implantación. No hay evidencia de migración de los electrodos en nuestra serie.



**Figura 17.** Promedio de pañales usados al día en el pre y postoperatorio



**Figura 18.** Promedio de calidad de vida según la Escala Global de Calidad de Vida en el pre y postoperatorio



**Figura 19.** Número de pacientes que mejoran su calidad de vida por encima de 50% según la Escala Global de Calidad de Vida

## Discusión

Esta serie de casos pretende revisar los resultados de la estimulación de raíces sacras en nuestro centro como parte del manejo de diferentes tipos de incontinencia refractarios a tratamiento médico. Esta técnica, inicialmente introducida por Tanagho y colaboradores, en 1988 [29], ha mostrado su eficacia en los últimos años [3,6,8,17,21].

La incontinencia urinaria tiene una prevalencia aproximada del 16% al 40% [30-32]. Un importante número de pacientes no responde al tratamiento médico, por lo que se hace necesario recurrir a técnicas invasivas o métodos quirúrgicos. La estimulación de raíces sacras, como una de las opciones quirúrgicas, ha demostrado tasas de éxito hasta del 70% [17].

En nuestro medio, el reporte en la literatura sobre la utilización de este tipo de

técnicas es deficiente, por lo que consideramos que puede ser valiosa la introducción de este tipo de abordajes para nuestro centro. De igual manera, creemos que este estudio puede llegar a ser pertinente para ampliar los criterios existentes [21] en la utilización de la estimulación de raíces sacras.

Dentro de las limitaciones de este estudio, una de las más importantes fue el tamaño muestral, ya que el acceso a pacientes que cumplieran los criterios de inclusión en nuestro medio fue relativamente bajo, y esto podría dificultar determinar el verdadero impacto del azar en los resultados. La aplicación de la Escala Global de Calidad de Vida en pacientes intervenidos en años anteriores podría llegar a sesgar la recolección de la información, pues esta depende de un testimonio que no puede ser verificado por terceros, suponiendo una carga subjetiva importante en la medición de la

variable. Esto nos hace sospechar que se pueda incurrir en sesgos de medición y de memoria.

Sin embargo, encontramos que de los 18 paciente estudiados, 12 de ellos presentan mejoría de su calidad de vida sobre un 50% según la Escala Global de Calidad de Vida con una diferencia estadísticamente significativa con respecto al puntaje previo al tratamiento, siendo el grupo con síndrome urgencia-frecuencia el que logra mayor mejoría con calidad de vida postoperatoria de hasta el 76%.

Así mismo, se observa mejoría en la reducción absoluta del número de micciones y cantidad de pañales usados al día, al igual que el número de episodios de incontinencia urinaria. Además, se observó mejoría en reducción en la cantidad de deposiciones y pérdidas fecales con gran mejoría de la calidad de vida. Los seis pacientes restantes no reportaron mejoría de su sintomatología luego de un periodo de prueba de hasta tres semanas, por lo que se les fueron retirados los electrodos.

Esto puede explicarse por diferentes razones: en tres de los casos existía el antecedente de vejiga neurogénica secundaria a sección medular completa por trauma raquímedular y un paciente presentaba lesión del plexo sacro. Estos pacientes fueron intervenidos como último recurso terapéutico. Los últimos dos casos correspondían a un paciente

con cistitis intersticial, quien durante los primeros seis meses respondió al tratamiento y logró una mejoría progresiva de hasta 70% en la Escala Global de Calidad de Vida, presentó erosión de la piel con dehiscencia de la herida e infección del estimulador.

Se retiraron tanto electrodos como estimulador a petición de la paciente, pese a la recomendación del equipo médico de continuar manejo antibiótico y no retiro del dispositivo. El último paciente que no respondió al tratamiento presentaba una vejiga hiperactiva, caso en el cual no se puede explicar una falla terapéutica atribuible a una causa específica.

Pese a las dificultades de implementar una nueva técnica, la aparición de eventos adversos es baja, con una tasa del 16% y una tasa de éxito del 66,6%, en este estudio. Estudios similares han reportado tasas de complicaciones del 11% al 22% y tasas de éxito de hasta el 70% [17,18,21].

Gracias a este estudio hemos podido demostrar que la estimulación de raíces sacras es una opción válida y aplicable para los diferentes centros de nuestro medio, como parte del manejo de los diferentes tipos de incontinencia, con buenos resultados y baja tasa de complicaciones. Consideramos que estos resultados deben ser confirmados por estudios de tipo prospectivo con grupos de control y con un tamaño muestral más grande.

## Conclusión

Se puede concluir con este trabajo que la estimulación de raíces sacras es una técnica segura, efectiva y reversible, viable en nuestro medio, que resulta en mejoría de la calidad de vida en nuestros pacientes con bajas tasas de complicaciones y eventos adversos. La posible aplicación para otras patologías, más allá de las aceptadas por la FDA, constituye un tema interesante para futuras investigaciones.

## Referencias

1. Haylen B, de Ridder D, Freeman R, et al. An International Urogynecological Association (IUGA)/International Continence Society (ICS) Joint Report on the Terminology for Female Pelvic Floor Dysfunction. *Int Urogynecol J.* 2010 Jan;21(1):5-26.
2. Parsons M, Cardozo L. The classification of urinary incontinence. *Reviews in Gynaecological Practice.* 2003;3:57-64.
3. Brazzelli M, Murray A, Fraser C. Efficacy and safety of sacral nerve stimulation for urinary urge incontinence: A systematic review. *J Urology.* 2006;175 (3 Pt 1):835-41.
4. Health Quality Ontario. Sacral nerve stimulation for urinary urge incontinence, urgency-frequency, urinary retention, and fecal incontinence: An evidence-based analysis. *Ont Health Technol Assess Ser.* 2005;5(3):1-64.
5. Butrick CW. Patient selection for sacral nerve stimulation. *Int Urogynecol J.* 2010;21 Suppl 2: S447-51.
6. Chartier-Kastler E. Sacral neuromodulation for treating the symptoms of overactive bladder syndrome and non-obstructive urinary retention: >10 years of clinical experience. *BJU International.* 2008;101(4):417-23.
7. Dudding TC. Future indications for sacral nerve stimulation. *Colorectal Dis.* 2011;13 Suppl 2: 23-8.
8. Herbison GP, Arnold EP. Sacral neuromodulation with implanted devices for urinary storage and voiding dysfunction in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2009;(2) CD004202.
9. Hoda MR, Fornara P. Sacral neuromodulation in urology: The emperor's new clothes or effective high-tech medicine? *Der Urologe.* 2010;49(10):1254-9.
10. Leroi AM. The role of sacral neuromodulation in double incontinence. *Colorectal Dis.* 2011;13 Suppl 2:15-8.
11. Mowatt G, Glazener C, Jarrett M. Sacral nerve stimulation for fecal incontinence and constipation in adults: A short version Cochrane review. *Neurourol Urodyn.* 2008;27(3):155-61.
12. Norderval S, Rydningen M, Lindsetmo RO, Lein D, Vonen B. Sacral nerve stimulation. *Tidsskrift for Den Norske Laegeforening.* 2011;131(12):1190-3.
13. Peeren F, Hoebelke P, Everaert K. Sacral nerve stimulation: Interstim therapy. *Expert Rev Med Devices.* 2005;2(3):253-8.
14. Rittenmeyer H. Sacral nerve neuromodulation (InterStim). Part I: Review of the InterStim system. *Urol Nurs.* 2008;28(1):15-20.
15. Rittenmeyer H. Sacral nerve neuromodulation (InterStim). Part II: Review of programming. *Urol Nurs.* 2008;28(1):21-5.
16. Rittenmeyer H. Sacral nerve neuromodulation (InterStim). Part III: Case studies. *Urol Nurs.* 2008;28(1):26-8.
17. Van Kerrebroeck PE, van Voskuilen AC, Heesakkers JP, et al. Results of sacral neuromodulation therapy for urinary voiding dysfunction: Outcomes of a prospective, worldwide clinical study. *J Urol.* 2007;178(5):2029-34.

18. Yakovlev AE, Resch BE. Treatment of urinary voiding dysfunction syndromes with spinal cord stimulation. *Clin Med Res.* 2010;8(1):22-4.
19. Bradley WE, Timm GW, Chou SN. A decade of experience with electronic stimulation of the micturition reflex. *Urol Int.* 1971;26:283.
20. Caldwell KPS. Urinary incontinence following spinal injury treated by electronic implant. *Lancet.* 1985;1:846.
21. Dunitz M, Jonas U, Grunewald V. New perspectives in sacral nerve stimulation for control of lower urinary tract dysfunction. *Londres:* s. e.; 2002.
22. Brazier MAB. A history of neurophysiology in the 17<sup>th</sup> and 18<sup>th</sup> Centuries. New York: Raven Press; 1984.
23. Franco I. Overactive bladder in children. Part 1: Pathophysiology. *J Urol.* 2007;178:761-8.
24. Kwon C, Sand PK. Management of overactive bladder and urinary tract infections in women. New York: McMahon Publishing Group; 2003.
25. Apostolidis A. Neuromodulation for intractable OAB. *Neurourol Urodyn.* 2011;30(5):766-70.
26. Franco I. The central nervous system and its role in bowel and bladder control. *Current Urol Reports.* 2011;12:153-7.
27. Roberts M, Jarvi K. Steps in the investigation and management of low semen volume in the infertile man. *Can Urol Assoc J.* 2009;3(6):479-85.
28. Bennet CJ, Seager SW, Vasher EA, et al. Sexual dysfunction and electroejaculation in men with spinal cord injury: review. *J Urol.* 1988;139:453-7.
29. Tanagho EA, Schmidt RA. Electrical stimulation in the clinical management of the neurogenic bladder. *J Urol.* 1988;140:1331-9.
30. Hashin H, Abrams P. Overactive bladder: an update. *Curr Opin Urol.* 2007;17:231-6.
31. Milsom I, Abrams P, Cardozo L, et al. How widespread are the symptoms of an overactive bladder and how are they managed?: A population-based prevalence study. *Br J Urol Int.* 2001;87:760.
32. Stewart W, Herzog AR, Wein A, et al. Prevalence and impact of overactive bladder in the US: Results from the NOBLE program. *Neurourol Urodyn.* 2001;20:406.

#### *Correspondencia*

Juan Carlos Acevedo González  
 Departamento de Neurociencias  
 Hospital Universitario San Ignacio  
 Bogotá, Colombia  
 jacevedog@gmail.com