



Revista Urología Colombiana

ISSN: 0120-789X

revistaurologiacolombiana@scu.org.co

Sociedad Colombiana de Urología

Colombia

Velarde, Laura; Gómez, Reynaldo; Campos, Rodrigo; Storme, Oscar; Castaño, Juan Carlos

Electroestimulación de raíces sacras anteriores como tratamiento de la vejiga neuropática de pacientes lesionados medulares: experiencia inicial

Revista Urología Colombiana, vol. XXIV, núm. 1, abril, 2015, pp. 61-68

Sociedad Colombiana de Urología

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=149138607012>

- 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



## REPORTE DE CASO

# Electroestimulación de raíces sacras anteriores como tratamiento de la vejiga neuropática de pacientes lesionados medulares: experiencia inicial



Laura Velarde<sup>a,b,\*</sup>, Reynaldo Gómez<sup>a,b</sup>, Rodrigo Campos<sup>a,b</sup>,  
Oscar Storme<sup>a,b</sup> y Juan Carlos Castaño<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Urología, Hospital del Trabajador, Santiago de Chile, Chile

<sup>b</sup> Facultad de Medicina, Universidad Andrés Bello, Santiago de Chile, Chile

<sup>c</sup> Hospital Pablo Tobón Uribe, Medellín, Colombia

Recibido el 6 de julio de 2014; aceptado el 23 de marzo de 2015

Disponible en Internet el 5 de mayo de 2015

### PALABRAS CLAVE

Vejiga urinaria  
neurogénica;  
Conducto vertebral;  
Traumatismos del  
sistema nervioso;  
Estimulación  
eléctrica

### Resumen

**Introducción:** El *Sacral Anterior Root Stimulator* (SARS) es un dispositivo electrónico implantable que permite a pacientes lesionados medulares (PLM) asumir el control voluntario de la función miccional, defecatoria y eréctil. El procedimiento consiste en efectuar una rizotomía dorsal de las raíces S2-S4 bilateral y la colocación de electrodos alrededor de estas raíces, los cuales van conectados a una antena receptora subcutánea; mediante estimulación transcutánea de radiofrecuencia sobre la antena se pueden activar selectivamente estos electrodos, aplicando distintos programas de estimulación con los que se pueden obtener las diferentes funciones.

**Material y métodos:** Entre enero de 2013 y noviembre de 2014 se realizaron 9 implantes SARS (8 hombres y una mujer) en PLM portadores de vejiga hiperactiva refractaria al tratamiento conservador. La edad promedio fue de 42 años y el promedio de seguimiento fue de 22 meses (rango, 3-25 meses).

**Resultados:** *Función vesical.* Ocho pacientes, utilizan el dispositivo 4-5 veces diarias, logrando micciones de 250 a 300 cc con residuo posmiccional  $\leq 50$  cc. Uno de ellos presentó incontinencia de esfuerzo postoperatoria por incompetencia esfinteriana neuropática que fue resuelto con un cabestrillo suburetral AMS AdVance®. El noveno paciente era portador de una vejiga de mala acomodación y muy baja capacidad que, pese al SARS, no logró incrementar la capacidad y persistió incontinente, por lo que tras 15 meses sin mejoría se decidió realizar un reservorio urinario continente. Se alcanzaron los objetivos miccionales en 8/9 pacientes (89% de éxito).

*Función defecatoria.* Todos los pacientes usan el dispositivo satisfactoriamente una vez al día.

*Función eréctil.* De los 8 pacientes varones, 7 consiguieron erección con SARS. Cuatro de ellos precisan el uso de sildenafil 100 mg para reforzar la erección y uno no presenta ninguna respuesta. Dos pacientes solicitaron implante de prótesis de pene.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [lalaurivelarde@hotmail.com](mailto:lalaurivelarde@hotmail.com) (L. Velarde).

## KEYWORDS

Neurogenic urinary bladder;  
Spinal canal;  
Nervous system trauma;  
Electric stimulation

**Complicaciones.** No se observaron complicaciones postoperatorias ni fallo de los componentes internos. En un paciente se produjo una neurapraxia de la raíz S3 izquierda, resuelta espontáneamente a los 12 meses.

**Conclusión:** En PLM seleccionados el SARS es una excelente alternativa de tratamiento para el manejo miccional y defecatorio, además de ser un apoyo para la función eréctil en algunos de ellos.

© 2014 Sociedad Colombiana de Urología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## Electrostimulation of sacral anterior roots as treatment for neuropathic bladder in spinal cord injury patients: Initial experience

### Abstract

**Introduction:** The Sacral Anterior Root Stimulator (SARS) is an implantable electronic device that allows patients with spinal cord injury to assume voluntary control of micturition, defecation and erectile function. It involves the performing of a S2-S4 dorsal (sensitive) rhizotomy and placement of electrodes around those roots, which are then connected to a subcutaneous receiver antenna. Using transcutaneous radiofrequency stimulation of that antenna, the patient can selectively stimulate the electrodes to activate the different functions.

**Methods:** Between January 2013 and November 2014 nine SARS implants (eight men and one woman) were performed in patients with spinal cord injury-related overactive bladder refractory to standard conservative treatment. The mean age was 42 years and mean follow-up was 22 months (range 3-25).

**Results: Bladder function.** Eight of the nine patients use the device 4-5 times daily, voiding 250-300 cc with  $\leq 50$  cc residual urine. One patient showed de novo postoperative stress incontinence due to sphincter incompetence that was solved with placement of an AMS AdVance® sling. Another patient had a poor compliance and a low capacity bladder that, despite SARS, failed to increase capacity and persisted incontinent. After 15 months he underwent a continent urinary reservoir. Voiding objectives were achieved in 8/9 patients (89% success).

**Defecation.** All patients use the device once a day.

**Erectile function.** Of the eight male patients, seven achieved erection with SARS. Four of them require the use of 100 mg sildenafil to reinforce erection and one shows no response. Two patients requested penile prosthesis implantation.

**Complications.** There were no postoperative complications or failure of internal components. In one patient there was a transient S3 neurapraxia, which resolved spontaneously after 12 months.

**Conclusion:** In selected spinal cord injury patients, SARS is an excellent option for urinary and defecatory control, also being an aid for erectile function in some of them.

© 2014 Sociedad Colombiana de Urología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

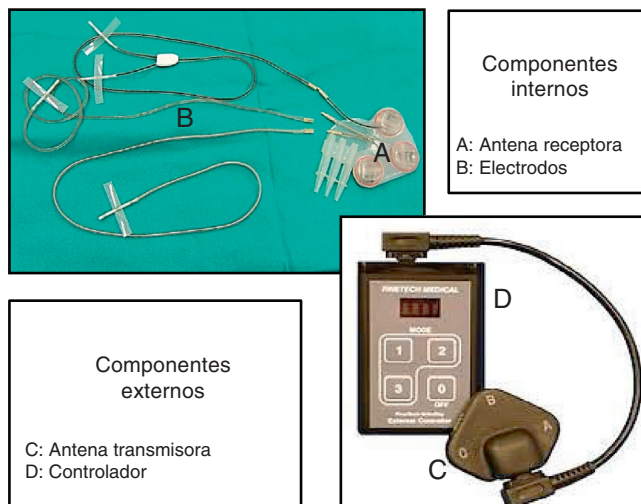
El neuroestimulador de las raíces sacras anteriores (también denominado SARS, por sus siglas inglesas de *Sacral Anterior Root Stimulator*) fue introducido por Brindley con el propósito de obtener el control artificial del funcionamiento de la vejiga mediante la estimulación eléctrica de las raíces sacras, que son las responsables del arco reflejo miccional<sup>1-4</sup>.

Este dispositivo consta de componentes internos (electrodo y antena receptora) implantados quirúrgicamente y componentes externos (controlador y antena transmisora) que son manejados por el paciente (fig. 1). Mediante la activación del controlador externo se genera un estímulo transcutáneo de radiofrecuencia que es transmitido a la

antena interna —alojada en un bolsillo subcutáneo— y a los electrodos que están implantados en las raíces sacras, produciendo su activación<sup>3,4</sup>.

Las raíces sacras, además de controlar la micción, también ejercen el control defecatorio y eréctil. Predominantemente la micción está bajo el control de la raíz S3; la defecación, de la S4, y la erección, de la S2<sup>2</sup>. El SARS permite controlar estas 3 funciones, y el paciente es el que selecciona en el controlador externo el programa que va a usar: miccional, intestinal o eréctil.

La técnica quirúrgica incluye una rizotomía de las raíces sacras dorsales (sensitivas) desde S2 hasta S4<sup>5</sup>, lo cual produce una desaferenciación sensitiva del arco reflejo sacro. Esta maniobra suprime la hiperreflexia vesical y la disiner-gia esfinteriana —logrando una vejiga acontráctil de baja



**Figura 1** Componentes internos y externos del SARS. A: antena receptora; B: electrodos; C: antena transmisora; D: controlador.

presión— y además disminuye la disreflexia autonómica. Esta rizotomía también suprime las erecciones reflejas.

Los PLM candidatos a SARS son aquellos que son portadores de vejiga hiperactiva refractarios al manejo farmacológico conservador (antimuscarínicos y/o toxina botulínica).

Con el SARS los pacientes recuperan una micción fisiológica, mediada por una contracción vesical estimulada, con lo cual se elimina el cateterismo uretral, el uso de anticolinérgicos y de antibióticos profilácticos. Además disminuye el número de infecciones del tracto urinario y sus complicaciones asociadas, reduciendo el número de hospitalizaciones y los costos asociados a su cuidado<sup>6</sup>. Todo esto tiene un gran impacto positivo en la calidad de vida de los PLM operados<sup>7</sup>.

Presentamos los primeros casos de implante SARS en nuestra institución.<sup>a</sup>

## Material y métodos

En nuestro centro, el manejo de los PLM con hiperactividad vesical es inicialmente conservador y se basa en cateterismo intermitente y el uso —según necesidad— de antimuscarínicos y/o toxina botulínica intravesical. Los pacientes refractarios a este esquema son sometidos a cirugía de ampliación vesical. A partir de junio de 2012 se incorporó el SARS como una alternativa a la ampliación vesical en estos casos refractarios al manejo conservador tradicional. Se instituyó entonces un protocolo de evaluación multidisciplinaria y multinstitucional para la adecuada selección de los candidatos.

## Criterios de selección

Los criterios de inclusión preliminar consideran aquellos PLM con lesión medular suprasacral completa de más de un año

de evolución con vejiga hiperactiva refractaria al tratamiento conservador y, por lo tanto, candidatos a cirugía de ampliación vesical. Los pacientes debían haber alcanzado un estatus de estabilidad en el proceso de rehabilitación consecutivo a su lesión medular y haberse reintegrado a su ambiente social y familiar, debían estar libres de escaras y no tener otros problemas médicos sin resolver. Además, debían tener un nivel intelectual básico para comprender adecuadamente el uso y la operación del dispositivo.

La inclusión definitiva se establece mediante una evaluación con estudio urodinámico, cistografía y uretroscopia en condiciones basales (sin tratamiento antimuscarínico por 7 días o toxina botulínica en los últimos 6 meses). El estudio urodinámico debe confirmar la existencia de hiperactividad vesical, con contracciones desinhibidas del detrusor > 50 cm de agua y una capacidad vesical reducida, la cistografía debe mostrar una buena apertura del cuello vesical con la contracción vesical y la uretroscopia debe descartar una estrechez uretral.

En todos los pacientes se evaluó el status miccional mediante anamnesis y cartilla miccional. Se les interrogó sobre su manejo intestinal (uso de laxantes, estimulación digital) y status sexual (existencia de erecciones reflejas, uso de inhibidores de la 5 fosfodiesterasa o inyecciones intracavernosas).

Se determinó el sitio de colocación de la antena receptora según las características, la destreza y la fuerza de los miembros superiores (especialmente en los tetrapléjicos).

## Características del dispositivo

El SARS está constituido por componentes internos (los electrodos y la antena receptora) y componentes externos (el controlador y la antena transmisora). Los programas disponibles en el controlador están numerados (0: apagado, 1: programa miccional, 2: programa intestinal, 3: programa eréctil) (fig. 1).

## Técnica quirúrgica

En todos los casos se utilizó la misma profilaxis antibiótica, técnica anestésica, posicionamiento del paciente y técnica quirúrgica.

La profilaxis antibiótica utilizada fue ceftriaxona 1 g y vancomicina 1 g i.v.

En el procedimiento de anestesia general no se utilizaron relajantes musculares para evitar su efecto a nivel vesical y que pueda comprometer la respuesta de las raíces sacras durante la estimulación intraoperatoria.

Tanto el acceso a las raíces sacras como el implante de los electrodos receptores en las raíces motoras se realizaron con técnica extradural<sup>8,9</sup>.

En el primer tiempo quirúrgico se colocó al paciente en decúbito prono con exposición de la región anal y de los pies, con el objetivo de identificar las respuestas motoras durante la estimulación sacra intraoperatoria. Para acceder a las raíces se efectuó una laminectomía sacra; una vez expuestas desde S2 hasta S4, se abrió la vaina común de cada raíz. Mediante disección bajo magnificación óptica y electroestimulación selectiva se identificaron y separaron la división sensitiva (dorsal) de las fibras motoras (ventrales), procediendo a seccionar las fibras sensitivas (rizotomía dorsal). A continuación se implantaron 3 electrodos en las raíces

<sup>a</sup> SARS®, Finetech Medical, Reino Unido.

anteriores: un electrodo alrededor de ambas raíces S3-S4 izquierdas, otro alrededor de ambas raíces S3-S4 derechas y otro electrodo doble para S2 bilateral.

A continuación se realizó el segundo tiempo quirúrgico, en el que se posicionó al paciente en decúbito lateral para tunelizar lateralmente los cables de los electrodos en dirección posteroanterior y caudocraneal y conectarlos a la antena receptora, la cual se aloja en un bolsillo subcutáneo creado en la región inframamaria.

### Plan de seguimiento

A todos los pacientes se les realizó una primera prueba miccional al sexto día; el objetivo de realizarla en este momento es porque aún no se ha producido la degeneración walleariana y las respuestas motoras están aún conservadas. Esto nos permite diferenciar, en el caso de no obtener micción ante una estimulación SARS, si se trata de un fallo del dispositivo o una falta de respuesta motora.

El primer control urodinámico y programación del neuroestimulador se realizó al noveno día postoperatorio. Se evaluó la respuesta contráctil vesical ante la estimulación de cada raíz por separado, definiendo en el programador los parámetros de estimulación del programa miccional de acuerdo a las respuestas observadas (programa 1). Algo similar se realizó para la estimulación eréctil (programa 3). Finalmente se definieron los parámetros para la estimulación defecatoria (programa 2), que fue probada en los días subsiguientes. La estadía hospitalaria media fue de 10 días.

Posteriormente se realizaron urodinamias y ajustes de la programación del neuroestimulador en el primer, segundo y tercer mes postoperatorio, de acuerdo con la respuesta obtenida en cada uno de los programas.

### Adiestramiento y uso del *Sacral Anterior Root Stimulator*

Tras la primera prueba del SARS se inicia el adiestramiento y el uso del dispositivo por parte del paciente, sus familiares o sus cuidadores. A todos se les entregó un manual de instrucciones y se les capacitó para su uso.

### Satisfacción

Tras el implante SARS, se evaluó la satisfacción de la función miccional mediante anamnesis y cartilla miccional; de la función defecatoria, por el número de deposiciones obtenidas mediante la estimulación SARS, y de la función sexual, por la utilidad de la erección durante la relación sexual.

## Resultados (tabla 1)

Desde enero de 2013 hasta noviembre de 2014 se han implantado 9 SARS. Se trata de 8 varones y una mujer: 6 parapléjicos y 3 tetrapléjicos; edad promedio, 42 años (rango, 30-59 años). El tiempo promedio transcurrido entre la lesión medular y la cirugía fue de 43,4 meses (rango, 12-145 meses). Los hallazgos urodinámicos en condiciones basales (sin antimuscarínicos ni efecto de toxina botulínica) demostraron contracciones desinhibidas del detrusor vesical de > 50 cm de agua y capacidad vesical promedio de 71 cc (rango, 50-100 cc). El tiempo operatorio medio fue de 6 h (4 h de procedimiento quirúrgico y 2 h de preparación y salida de anestesia). El seguimiento promedio fue de 21,5 meses (rango, 3 a 25 meses).

## Función vesical

En 8 de los 9 pacientes aumentó la capacidad vesical tras la rizotomía dorsal. Este dato se demostró en los controles urodinámicos postimplante, en los que se realizaba el llenado vesical hasta 400-500 cc sin objetivar contracciones desinhibidas del detrusor vesical, escape ni cuadros de disreflexia. Posteriormente, con la activación del programa 1 del SARS se obtuvo la respuesta motora vesicoesfinteriana y, como consecuencia, el vaciado vesical con escaso residuo posmiccional. Estos pacientes utilizan el dispositivo 4-5 veces diarias, orinando espontáneamente volúmenes de 250-300 cc con residuo posmiccional  $\leq 50$  cc, sin necesidad de cateterismo intermitente, antimuscarínicos o anti-bióticos profilácticos. Uno de estos 8 pacientes presentó incontinencia de esfuerzo por incompetencia esfinteriana neuropática que fue resuelta con un cabestrillo suburetral AMS AdVance<sup>®b</sup>. Otro paciente era portador de una vejiga de mala acomodación y de muy baja capacidad que, pese a haber realizado la rizotomía dorsal completa y tener buena respuesta motora con el SARS, no logró incrementar la capacidad vesical persistiendo incontinente; por este motivo, tras 15 meses postimplante sin obtener mejoría se decidió realizar un reservorio urinario continente. Ocho de 9 pacientes usan el SARS para la micción y están continentes (89% de éxito).

## Función defecatoria

Todos los pacientes usan el dispositivo de manera satisfactoria una vez al día (activación del programa 2).

## Función eréctil

De los 8 pacientes varones, 7 tenían erecciones reflejas previas al SARS que fueron suprimidas con la rizotomía dorsal. Luego del SARS, 7 de los 8 consiguieron erección mediante activación del programa 3, y uno no presentó ninguna respuesta. Cuatro de ellos, además del SARS, precisaron el uso de sildenafil 100 mg para reforzar la erección.

Sin embargo, si bien el programa 3 resultó eficaz para obtener erección, hubo dificultades para una adecuada fijación de la antena transmisora durante la relación sexual, ya que si el movimiento desplaza la antena se pierde inmediatamente la erección, lo cual fue motivo de insatisfacción en 6 de los 7 pacientes. Esto hizo que 2 pacientes (25%) solicitaran una prótesis peneana. A ellos se les implantó una prótesis de pene inflable de 3 componentes con muy buen resultado.

## Complicaciones

En un paciente (11%) se produjo una neurapraxia de la raíz motora S3 izquierda que se resolvió espontáneamente a los 12 meses post-SARS (Clavien 1). No hemos observado

<sup>b</sup> American Medical Systems, Minnetonka, Minnesota, Estados Unidos.



**Tabla 1** Resultados implante SARS en el Hospital del Trabajador de Santiago de Chile

Paciente	Sexo	Edad	Nivel lesión	Status médico preoperatorio	Tiempo acc-SARS	Seguimiento	Resultados
ATM	F	42	TC C6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vesical: VH, CI, Ox, ITU</li> <li>• Intestinal: constipación</li> <li>• Sexual: sin pareja</li> </ul>	11 meses	25 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Micción: continente</li> <li>• Intestinal: deposición diaria</li> <li>• Muy satisfecha</li> </ul>
JSM	M	35	TC C4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vesical: VH, CI, DA, escape orina, oxib + botox</li> <li>• Intestinal: constipación</li> <li>• Sexual: erección refleja. Sildenafil</li> </ul>	13 meses	25 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Micción: continente</li> <li>• Intestinal: deposición diaria</li> <li>• Sexual: erección completa</li> <li>• Muy satisfecho</li> </ul>
AMA	M	37	PC L1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vesical: VH, CI, Ox. ITU. IUE</li> <li>• Intestinal: constipación</li> <li>• Sexual: erección refleja. Sildenafil</li> </ul>	44 meses	25 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Micción: IUE. Advance</li> <li>• Intestinal: deposición diaria</li> <li>• Sexual: erección incompleta. PP</li> <li>• Muy satisfecho</li> </ul>
RCB	M	40	PC T9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vesical: VH, CI, oxib. Lesión uretral secundaria a CI, uretroplastia 2010</li> <li>• Intestinal: constipación</li> <li>• Sexual: erección refleja. Sildenafil</li> </ul>	145 meses	25 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Micción: continente</li> <li>• Intestinal: deposición diaria</li> <li>• Sexual: erección incompleta. PP</li> <li>• Muy satisfecho</li> </ul>
LGB	M	30	PC T4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vesical: VH, CI, Ox. Lesión uretral secundaria a CI, ITU</li> <li>• Intestinal: constipación</li> <li>• Sexual: erección refleja. Sildenafil</li> <li>• Fibrosis pulmonar secundaria a NFT</li> </ul>	51 meses	23 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Micción: continente</li> <li>• Intestinal: deposición diaria</li> <li>• Sexual: erección completa</li> <li>• Satisfecho</li> </ul>
EOM	M	59	PC T3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vesical: VH, CI, Ox</li> <li>• Intestinal: constipación</li> <li>• Sexual: erección refleja. Sildenafil</li> </ul>	15 meses	23 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Micción: buena respuesta motora, no logra buena acomodación y capacidad. RUCA</li> <li>• Intestinal: deposición diaria</li> <li>• Sexual: sin erección</li> <li>• Satisfecho parcial</li> </ul>
JIV	M	54	TC C6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vesical: VH, CI, Ox + botox, DA</li> <li>• Intestinal: constipación</li> <li>• Sexual: DE. Sildenafil</li> <li>• ACV secundario a DA</li> </ul>	28 meses	15 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Micción: continente</li> <li>• Intestinal: deposición diaria</li> <li>• Sexual: erección completa</li> </ul>
EHC	M	30	PC T9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vesical: VH, CI, Ox</li> <li>• Intestinal: constipación</li> <li>• Sexual: no erecciones reflejas</li> </ul>	23 meses	3 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Micción: continente</li> <li>• Intestinal: deposición diaria</li> <li>• Sexual: erección completa</li> <li>• Satisfecho</li> </ul>
JAB	M	54	PC T11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vesical: VH, CI, Ox</li> <li>• Intestinal: constipación</li> <li>• Sexual: erecciones reflejas</li> </ul>	61 meses	3 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Micción: continente</li> <li>• Intestinal: deposición diaria</li> <li>• Sexual: Erección</li> <li>• Satisfecho</li> </ul>

ACV: accidente cerebrovascular; CI: cateterismo intermitente; DA: disreflexia autonómica; ITU: infección del tracto urinario; IUE: incontinencia urinaria de esfuerzo; NFT: nitrofurantoina; Ox: oxibutina; PC: paraplejía completa; PP: prótesis de pene; RUCA: reservorio urinario continente autocateterizable; TC: tetraplejía completa; VH: vejiga hiperactiva.

complicaciones postoperatorias ni fallo de los componentes internos.

## Satisfacción

Tras el implante SARS, se evaluó la satisfacción de los pacientes para la función miccional mediante anamnesis y cartilla micción. Ocho de los 9 pacientes se sienten satisfechos con los resultados miccionales del SARS (89%). El noveno paciente necesitó una cirugía de ampliación vesical.

La satisfacción de la función defecatoria fue evaluada por el número de deposiciones obtenidas mediante la estimulación SARS. Todos los pacientes se sienten satisfechos con la respuesta obtenida.

La satisfacción de la función sexual fue evaluada por la utilidad de la erección durante la relación sexual. De los 7 pacientes varones que obtienen erección con la estimulación SARS, 6 (86%) reportan insatisfacción por la dificultad de fijación de la antena. Cuatro de ellos, además del SARS, precisaron el uso de sildenafil 100 mg, y 2 pacientes solicitaron una prótesis peneana.

## Discusión

Los objetivos principales del manejo urinario en los pacientes lesionados medulares son la preservación de la función renal y de la continencia urinaria. El manejo tradicional de estos pacientes incluye cateterismo intermitente asociado a tratamiento farmacológico cuando es necesario (antimuscarínicos y/o toxina botulínica) a fin de obtener una vejiga de baja presión, buena acomodación y continente. Cuando este tratamiento es ineficaz, suele requerirse cirugía de ampliación vesical.

El conocimiento de la fisiología de la micción y de la fisiopatología de los trastornos secundarios a la lesión medular ha permitido desarrollar otra alternativa de manejo, orientada a recuperar las funciones perdidas. En 1969 Brindley<sup>1,2</sup> inició los primeros estudios de estimulación de las raíces sacras en monos babuinos y luego, a partir de 1978, en humanos, con gran éxito<sup>3</sup>. Posteriormente, Tanagho<sup>8</sup> y Schmidt<sup>9</sup> llevaron a cabo estudios similares. Estos estudios condujeron al desarrollo del *Sacral Anterior Root Stimulator* (SARS), dispositivo electrónico implantable que le permite a PLM asumir el control voluntario de la función miccional, defecatoria y eréctil.

El dispositivo SARS está constituido por componentes internos (los electrodos estimuladores y la antena receptora) que son implantados durante la cirugía, y por componentes externos (el controlador y la antena transmisora) que son de fácil manejo para el paciente. El controlador tiene en su placa base impresos los programas para cada función (1: micción, 2: defecación, 3 erección, 0: apagado)<sup>14</sup> (fig. 1). El impulso eléctrico producido por la activación de uno de los programas del controlador externo genera un estímulo transcutáneo de radiofrecuencia que es transmitido a la antena interna (implantada en un bolsillo subcutáneo) y de ahí a los electrodos implantados en las raíces sacras, produciendo su activación<sup>15</sup>.

El principio del funcionamiento fisiológico de este dispositivo se basa en las respuestas motoras que se producen al estimular las raíces sacras. La estimulación de la raíz S2 está

implicada principalmente en la erección del pene, la S3 en la micción y la S4 en la defecación<sup>2,8</sup>. A la estimulación selectiva es necesario asociar una rizotomía de las raíces dorsales (sensitivas) de S2 hasta S4 (introducida por Sauerwein<sup>5</sup> en 1990) para obtener una desaferentación del reflejo sacro y con ello una disminución de la disreflexia autonómica y supresión de la hiperactividad del detrusor vesical y de la disinergia esfinteriana. El resultado es una vejiga de baja presión, sin contracciones reflejas y continente.

Desde el punto de vista miccional, la estimulación eléctrica de las raíces sacras produce despolarización de las fibras de los nervios pélvicos y pudendos ocasionando una contracción simultánea del músculo detrusor vesical y del esfínter estriado uretral. La contracción del músculo detrusor vesical (músculo liso) es de respuesta lenta, y la del esfínter uretral externo (músculo estriado) es de respuesta rápida; esto hace que al interrumpir la estimulación la contracción del esfínter ceda inmediatamente, pero la del detrusor se mantiene. El programa 1 aprovecha este fenómeno y entrega una secuencia de estimulación intermitente, con lo cual se obtiene una contracción vesical sostenida y un patrón miccional intermitente, logrando un vaciado vesical completo<sup>7,10</sup>.

De manera similar, el controlador incorpora programas de estimulación para las raíces S2 a fin de activar la erección y de las raíces S4 para inducir contracción del recto-sigmoides y favorecer la defecación, solo o en combinación de laxantes<sup>11-13</sup>.

Para implantar el dispositivo SARS, el acceso a las raíces sacras puede realizarse por vía intradural (Brindley<sup>3,5,16,17</sup>) o por vía extradural (Tanagho y Schmidt<sup>18</sup>). En la técnica intradural se realiza una laminectomía lumbar desde L3 a L5 y la rizotomía a nivel del cono medular<sup>16</sup>, mientras que en la extradural la laminectomía es lumbosacra desde L5 y la rizotomía se realiza a nivel de la vecindad del ganglio raquídeo<sup>18</sup>. Se ha reportado también la llamada «técnica Barcelona», que considera un primer tiempo intradural para la rizotomía sensitiva y un segundo tiempo extradural para la implantación de los electrodos<sup>19</sup>.

Independientemente de la técnica quirúrgica elegida, siempre se efectúa una monitorización intraoperatoria de las respuestas periféricas y viscerales que se producen al estimular las raíces sacras (contracción anal [S3-S4], flexión plantar [S2], flexión primer orjejo [S3], contracción del músculo detrusor vesical [S3-S4] y disreflexia [S3-S4])<sup>10,14,18</sup>. Esto permite realizar un mapeo de cuáles son las raíces motoras con mejor respuesta para cada programa y verifica que la rizotomía sensitiva haya sido completa.

El objetivo principal del SARS es permitir el control voluntario de la micción; como objetivo secundario se consigue facilitar la evacuación intestinal y lograr la erección del pene<sup>7,10,17</sup>. Está indicado en aquellos pacientes con lesión medular suprasacral completa e hiperactividad del detrusor que no responden a los tratamientos convencionales y/o hayan presentado complicaciones (infección urinaria persistente, traumatismo uretral secundario al cateterismo intermitente, litiasis intravesical, reflujo vesicoureteral, insuficiencia renal). El SARS no está indicado en los casos de lesión incompleta, y que podrían manifestar dolor durante la estimulación<sup>20,21</sup>, y debe ser discutido en el caso de los pacientes con erecciones reflejas útiles, ya que la rizotomía dorsal las suprime.

El análisis de costo-efectividad del SARS realizado por Graham y Creasey<sup>6</sup> mostró que los costos asociados al cuidado de los PLM disminuyen considerablemente tras su implante. El ahorro se obtiene por la reducción del número de infecciones urinarias, por la disminución de las complicaciones asociadas al cateterismo intermitente y por eliminación del tratamiento de la incontinencia urinaria, además de reducir los costos en el manejo de la constipación intestinal y en algunos pacientes de la disfunción eréctil.

Las complicaciones reportadas<sup>21,22</sup> incluyen fallas técnicas de los componentes internos del dispositivo (8%), fistulas de líquido cefalorraquídeo en la técnica intradural (2-3%), infecciones (2%) y lesiones de las raíces sacras anteriores (0,4%). La infección del implante es la complicación más grave, ya que requiere la retirada completa del dispositivo. En nuestra serie observamos solo una complicación (Clavien 1), correspondiente a una lesión parcial intraoperatoria de la raíz S3 izquierda, que se resolvió espontáneamente tras 12 meses. Solo en uno de nuestros casos no se obtuvo la respuesta miccional esperada, pero no fue por una complicación en sí, sino porque a pesar de una adecuada rizotomía sensitiva y de tener una buena respuesta motora con la estimulación SARS, no se logró mejoría en la acomodación ni en la capacidad vesical, persistiendo incontinente. Por este motivo, a los 15 meses postimplante se realizó un reservorio urinario continente con ostomía umbilical. Desde entonces el paciente está continente y se autocateteriza sin dificultad 4 veces al día con volúmenes entre 500 y 800 cc.

Analizando los resultados reportados en la literatura, el 90% de los pacientes con SARS mejora significativamente su calidad de vida de acuerdo a la escala Qualiveen<sup>7</sup>, cuestionario que mide el impacto específico de los problemas urinarios en la calidad de vida de pacientes lesionados medulares. El 57-100% recuperan definitivamente la continencia y disminuyen significativamente las complicaciones. El 70-100% usan SARS para conseguir micción y el 29-100% para la defecación. Sin embargo, existe una limitación en la función eréctil, pues solo el 0-32% usan el SARS para obtener erecciones, ya que muchas veces las erecciones obtenidas son insuficientes para el coito o el efecto del estímulo disminuye en el tiempo<sup>10</sup>.

Nuestros resultados están en coincidencia con lo reportado en otros centros. El 89% de nuestros pacientes usan el SARS para la micción, están continentes y sin complicaciones, y todos usan el dispositivo para la defecación. Si bien el 87,5% de nuestros pacientes varones logran erecciones con SARS, la mayoría no se declaran satisfechos con su efecto: el 57% precisan el uso de sildenafil para reforzarlas y 2 pacientes (25%) solicitaron el implante de una prótesis de pene. El principal problema práctico observado fue la dificultad para el manejo y la fijación de la antena transmisora durante la actividad sexual, ya que si la antena se mueve se pierde inmediatamente la erección, situación no descrita previamente en la literatura. Esta circunstancia debe ser discutida en detalle con aquellos candidatos que tengan erecciones reflejas y que estén sexualmente activos con ellas.

## Conclusión

En nuestra experiencia inicial, la rizotomía sacra dorsal asociada a la implantación de SARS es una técnica factible,

segura y eficaz para el control de la función miccional y defecatoria. Si bien tiene un buen efecto en la función eréctil, su aplicación práctica puede estar limitada.

## Nivel de evidencia

Nivel de evidencia III.

## Conflicto de intereses

No existen conflictos de intereses.

## Bibliografía

1. Brindley GS. Electrode arrays for making long-lasting electrical connections to spinal roots. *J Physiol.* 1972;222:135.
2. Brindley GS. Emptying the bladder by stimulating sacral ventral roots. *J Physiol.* 1973;237:15-6.
3. Brindley GS, Polkey CE, Rushton DN. Sacral anterior root stimulators for bladder control in paraplegia. *Paraplegia.* 1982;20:365-81.
4. Brindley GS, Polkey CE, Rushton DN, Cardozo L. Sacral anterior root stimulators for bladder control in paraplegia: The first 50 cases. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1986;49:1104-14.
5. Sauerwein D. Die operative Behandlung der spastischen Blasen~ihmung bei Querschnittl~hmung. *Urologe.* 1990;29:196-203.
6. Graham H, Creasey MB. Economic consequences of implanted neuroprosthesis bladder and bowel management. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82:1520-5.
7. Martens F, den Hollander P, Snoek G, Koldewijn E, Van Kerrebroeck P, Heesakkers J. Quality of life in complete spinal cord injury patients with a Brindley bladder stimulator compared to a matched control group. *Neurourol Urodyn.* 2011;30:551-5.
8. Schmidt RA, Bruschini H, Tanagho EA. Sacral root stimulation in controlled micturition: Peripheral somatic neurotomy and stimulated voiding. *Invest Urol.* 1979;16:130-4.
9. Schmidt RA, Bruschini H, Tanagho EA. Urinary bladder and sphincter responses to stimulation of dorsal and ventral sacral roots. *Invest Urol.* 1979;16:300-4.
10. Martens F, Heesakkers J. Clinical results of a Brindley procedure: Sacral anterior root stimulation in combination with a rhizotomy of the dorsal roots. *Advances in Urology.* 2011;1-7, <http://dx.doi.org/10.1155/2011/709708>.
11. Chang SM, Yu GR, Ying Diao YM, Zhang MJ, Wang SB, Hou CL. Sacral anterior root stimulated defecation in spinal cord injuries: An experimental study in canine model. *World J Gastroenterol.* 2005;11:1715-8.
12. Paris G, Gsourcerol G, Leroi AM. Management of neurogenic bowel dysfunction. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2011;47:661-75.
13. Worsøe J, Rasmussen M, Christensen P, Krogh K. Neurostimulation for neurogenic bowel dysfunction. *Gastroenterology Research and Practice.* 2013;1-8, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/563294>.
14. Thon WE, Baskin LS, Jonas U, Tanagho EA, Schmidt RA. Surgical principles of sacral foramen electrode implantation. *World J Urol.* 1991;9:133-7.
15. Gleason CA. Electrophysiological fundamentals of neurostimulation. *World J Urol.* 1991;9:110-3.
16. Van Kerrebroeck EV, Koldewijn E, Wijkstra H, Debruyne FMJ. Intradural sacral rhizotomies and implantation of an anterior sacral root stimulator in the treatment of neurogenic bladder dysfunction after spinal cord injury. *World J Urol.* 1991;9:126-32.



17. Madersbacher H. Intradural spinal stimulation approach to selection/follow-up. *World J Urol.* 1991;9:122–5.
18. Schmidt RA, Tanagho EA. Neuromicturition. Extradural sacral nerve-root stimulation: Guidelines for patient selection and implant technique. *World J Urol.* 1991;9:114–21.
19. Borau A, Rodríguez A, Dachs F. Electro-estimulación de raíces sacras. *Urol Integr Invest.* 2006;11:353–435.
20. González-Chamorro F, Gómez García I, Fernández Fernández E, Llorente Abarca C. Neuroestimulación y neuromodulación en la incontinencia urinaria. *Rev Med Univ Navarra.* 2004;48:75–84.
21. Kutzenberger J. Surgical therapy of neurogenic detrusor overactivity (hyperreflexia) in paraplegic patients by sacral deafferentation and implant driven micturition by sacral anterior root stimulation: Methods, indications, results, complications, and future prospects. *Acta Neurochir Suppl.* 2007;97:333–9.
22. Vaidyanathan S, Soni BM, Oo T, Hughes PL, Mansour P, Singh G. Infection of Brindley sacral anterior root stimulator by *Pseudomonas aeruginosa* requiring removal of the implant: Long-term deleterious effects on bowel and urinary bladder function in a spinal cord injury patient with tetraplegia: A case report. *Cases J.* 2009;2:9364.