

ARTÍCULO ORIGINAL

Rizotomía sacra percutánea por radiofrecuencia en el tratamiento de la hiperactividad del detrusor neurogénico en pacientes con lesiones de la médula espinal

R. S. Ferreira^{a,b}, C.A. Levi d'Ancona^c, V.P. Dantas-Filho^c,
N. Rodrigues Netto Jr.^c y R. Miyaoka^{c,*}

^a Departamento de Urología, Hospital General de Goiânia, Goiânia – GO, Brasil

^b Departamento de Urología, CRER, Centro de Rehabilitación, Goiânia – GO, Brasil

^c Departamento de Urología, Universidad Estatal de Campinas, UNICAMP, Campinas, SP, Brasil

Recibido el 15 de noviembre de 2010; aceptado el 11 de diciembre de 2010

Accesible en línea el 8 de abril de 2011

PALABRAS CLAVE

Vejiga neurógena;
Lesión de la médula
espinal;
Urodinámica;
Rizotomía sacral;
Incontinencia
urinaria;
Hiperactividad
neurogénica del
detrusor;
Radiofrecuencia

Resumen

Objetivo: Evaluar los efectos de la rizotomía sacral percutánea por radiofrecuencia en pacientes con lesión de la médula espinal sobre parámetros urodinámicos (capacidad cistométrica máxima [CCM] y presión del detrusor a capacidad cistométrica máxima [P_{det}CCM]).

Material y Métodos: En este estudio prospectivo se evaluó a 8 pacientes con LME (4 hombres y 4 mujeres) con una media de edad de 31,3 años (de 22 a 41). El intervalo medio entre la lesión de la médula espinal y la rizotomía fue de 53,5 meses (entre 20 y 96). A todos los pacientes se les practicó un bloqueo anestésico bajo control fluoroscópico de la tercera raíz sacral de forma bilateral con bupivacaína 0,5%. Se eligió para rizotomía sacral percutánea por radiofrecuencia a los que respondieron con un aumento en la capacidad vesical. Se procedió a la evaluación urodinámica de todos los pacientes a los 6 y los 12 meses tras la realización del procedimiento. Se consignaron tanto la CCM como la P_{det}CCM.

Resultados: Todos los pacientes mostraron una mejora significativa en la CCM a los 12 meses. El volumen vesical medio aumentó de los 100,2 ± 57,1 a 282,9 ± 133,4 ml (p < 0,05). La P_{det}CCM se redujo de 82,4 ± 31,7 a 69,9 ± 28,7 cm H₂O (p = 0,2). Tres pacientes con disreflexia autonómica experimentaron un alivio total de los síntomas tras el procedimiento. A los 12 meses se observó una reaparición de la hiperactividad del detrusor en todos los pacientes. Un paciente presentó abolición de las erecciones reflejas tras el procedimiento. No se observaron complicaciones de importancia en relación con la rizotomía.

Conclusiones: La rizotomía sacral percutánea por radiofrecuencia es una técnica mínimamente invasiva, de baja morbilidad, que puede aumentar la CCM. Existe una tendencia hacia la reducción de la P_{det}CCM en pacientes con LME a los 12 meses, a pesar de que no se alcanza un nivel estadísticamente significativo.

© 2010 AEU. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: rmiyaoka@uol.com.br (R. Miyaoka).

KEYWORDS

Neurogenic bladder;
Spinal cord injury;
Urodynamics;
Sacral rhizotomy;
Urinary incontinence;
Neurogenic detrusor
overactivity;
Radiofrequency

Percutaneous radiofrequency sacral rhizotomy in the treatment of neurogenic detrusor overactivity in spinal cord injured patients

Abstract

Introduction: To evaluate the effects of percutaneous radiofrequency sacral rhizotomy in spinal cord injured (SCI) patients on urodynamic parameters (maximum cystometric capacity – MCC and detrusor pressure at maximum cystometric capacity - P_{det}MCC).

Material and Methods: This prospective study assessed eight patients with SCI (four men and four women) with a mean age of 31.3 years (22 to 41). Mean interval period between spinal cord lesion and rhizotomy was 53.5 months (20 to 96). All patients underwent an anesthetic block of the 3rd sacral root bilaterally using 0.5% bupivacaine under fluoroscopic control. Those who responded with an increase on bladder capacity were selected to undergo the percutaneous radiofrequency sacral rhizotomy. All patients underwent urodynamic evaluation at 6 and 12 months following the procedure. MCC and P_{det}MCC were recorded.

Results: All patients presented a significant improvement on MCC after 12 months. The mean vesical volume increased from 100.2 ± 57.1 to 282.9 ± 133.4 ml ($p < 0.05$). The P_{det}MCC reduced from 82.4 ± 31.7 to 69.9 ± 28.7 cmH₂O ($p = 0.2$). Three patients with autonomic dysreflexia had complete relief of symptoms after the procedure. At 12 months, recurrence of detrusor hyperactivity was observed in all patients. One patient presented abolishment of reflex erections after the procedure. No major complications related to the rhizotomy were noted.

Conclusions: Percutaneous radiofrequency sacral rhizotomy is a minimally invasive technique with low morbidity able to increase MCC. There is a trend towards the reduction of the P_{det}MCC in SCI patients at 12 months, although statistical significance was not reached.

© 2010 AEU. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Las lesiones de la médula espinal (LME) pueden afectar al normal funcionamiento de la vejiga urinaria y conducir a hiperactividad neurogénica del detrusor (HND). La incontinencia urinaria es un aspecto importante del control de la vejiga en personas con LME, y supone un trastorno muy desagradable que puede influir muy negativamente en sus relaciones sociales y calidad de vida¹.

El control del tracto urinario inferior en pacientes con LME persigue conseguir un vaciado adecuado de la vejiga y el mantenimiento de presiones intravesicales bajas, al tiempo que se almacena un volumen adecuado y se controla la incontinencia urinaria². En términos didácticos las opciones de tratamiento de la HND pueden dividirse en dos grupos: terapia para facilitar el llenado de la vejiga o el almacenamiento de la orina, y terapia para facilitar el vaciado de la vejiga³. El tratamiento de primera línea para la HND secundaria a una LME consiste en una combinación de cateterización intermitente con técnica limpia (CIC) y medicación anticolinérgica⁴, y debe optimizarse en la máxima medida posible antes de plantearse cualquier tipo de intervención quirúrgica. Sin embargo, en aquellos pacientes que no responden al tratamiento clínico o muestran efectos secundarios no tolerables se hace necesario recurrir a opciones quirúrgicas. El enfoque quirúrgico de referencia para tratar pacientes con presión vesical elevada y función deficiente incluye cistoplastia de aumento y miomectomía del detrusor^{5,6}.

Descrita en principio por Mierowsky et al⁷ en los años cincuenta, la rizotomía sacral perdió popularidad por las frecuentes complicaciones con que solía estar asociada:

impotencia, disfunción uretral y del esfínter rectal y atrofia de las extremidades inferiores⁸. No obstante, estudios recientes han demostrado que en cohortes específicas de pacientes la rizotomía selectiva asociada o no con estimulación de la raíz del nervio sacro puede aumentar la capacidad de la vejiga, mejorándose la continencia^{9,10}. La raíz S3 parece ser el punto desencadenante de mayor importancia en cuanto a su contribución al control de la vejiga. El bloqueo de la raíz en la S4 aumenta el tono del esfínter en la uretra en reposo. Ello apunta a que participaría en la inervación inhibiendo el músculo liso de la uretra¹¹. Asimismo, en 1978 se describió un estudio de rizotomía sacral percutánea por radiofrecuencia en 7 pacientes con el fin de facilitar la cateterización intermitente con técnica limpia¹².

Hemos evaluado los efectos que la rizotomía sacral percutánea por radiofrecuencia tiene sobre parámetros urodinámicos tales como la capacidad cistométrica máxima (CCM) y la presión del detrusor a capacidad cistométrica máxima (P_{det}CCM) en pacientes con lesión de la médula espinal.

Material y métodos

Seleccionamos 8 pacientes en nuestra clínica uroneurológica entre julio de 2003 y diciembre de 2004. Se sometió a todos los sujetos a una evaluación urológica y física completa. Los procedimientos complementarios de valoración fueron el análisis en sangre del nitrógeno ureico y la creatinina, cultivo de orina, cistograma y sonografía del tracto urinario. La urodinámica se realizó de acuerdo con las recomendaciones formuladas por la *International Continence Society* (ICS)¹³.

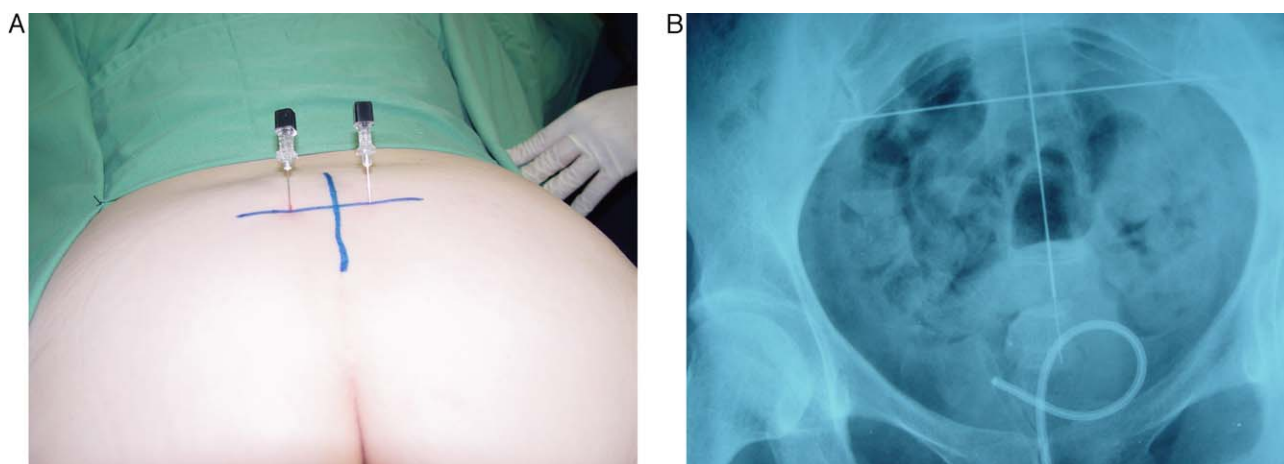


Figura 1 A y B. Ubicación del agujero de la S3.

Como parámetros urodinámicos se compararon la capacidad cistométrica máxima (CCM) y la presión del detrusor a capacidad cistométrica máxima ($P_{det.CCM}$) antes y después del tratamiento. En pacientes con la sensibilidad deteriorada, la CCM se definió como el volumen a partir del cual se observaban pérdidas de orina⁷.

El presente estudio fue aprobado por el Comité de Ética para la Investigación Humana de nuestra institución, siendo firmado por los pacientes.

Los criterios de inclusión para la rizotomía sacral percutánea por radiofrecuencia fue de un aumento en la capacidad vesical superior al 100% respecto al valor de referencia consignado tras el bloqueo sacral por anestesia. Los criterios de exclusión omitieron a los pacientes que no aceptaron el tratamiento propuesto o no podían realizar CIC.

Se localizó el agujero de la S3 bilateralmente a nivel del borde inferior de la articulación sacroilíaca. Con el paciente en posición prona, y bajo guía fluoroscópica, se introdujo una aguja para raquianestesia calibre 22 en la superficie cutánea como marcador radioopaco para orientar el alineamiento de las apófisis espinosas de las vértebras lumbares y, de esa forma, determinar la ubicación precisa de la línea media. Se trazó una segunda línea para conectar el borde más inferior de las articulaciones sacroilíacas, utilizando una vez más la aguja como marcador radioopaco. Estas dos referencias (las apófisis espinosas y el borde inferior de las articulaciones sacroilíacas) pueden verse con claridad y sin confusiones bajo fluoroscopia en todos los pacientes con independencia de su peso. El agujero de la S3 se encuentra en posición superior externa respecto a la intersección de estas dos líneas imaginarias (figs. 1A y 1B). Debido a la



Figura 2 Generador de lesiones por radiofrecuencia (MRFG-01B, MICROMAR, São Paulo, Brasil).

superficie angular del agujero de la S3 es preciso introducir la aguja en la piel entre 1 y 4 cm por encima de la ubicación prevista del agujero de la S3, dependiendo del tamaño del sujeto (el grosor del tejido blando sobre el periostio sacral)¹¹. Se inyectaron 3 ml de cloruro de bupivacaína 0,5% en el agujero sacro bajo control fluoroscópico. Transcurridos 30 minutos se realizó un estudio urodinámico, consignándose los efectos, tanto en la CCM como en la P_{detCCM} .

La rizotomía sacral percutánea por radiofrecuencia se llevó a cabo a la semana del bloqueo anestésico. El equipo se componía de un generador de lesiones por radiofrecuencia (MRFG-01B, MICROMAR, São Paulo, Brasil) (fig. 2) y un electrodo 22G con una exposición de la punta de 5 mm (fig. 3).

Se sedó a los pacientes y el procedimiento se inició con la punción percutánea del tercer agujero sacro bilateralmente y de acuerdo con la técnica antes descrita. Se identificó la raíz del nervio sacro a ambos lados de la S3 mediante un impulso de estimulación de 1,0 ms, 30 Hz y 0,1 V. Se aumentó gradualmente la tensión en intervalos de 0,1 V hasta constatar la contracción del detrusor en la urodinámica durante el procedimiento, o al observarse signos externos de estimulación en la S3 (por ejemplo flexión plantar del dedo gordo del pie y/o contracción del esfínter anal)¹². La termocoagulación se confirmó por comprobación de la corriente eléctrica y comparación de la impedancia tisular antes y después del procedimiento. El proceso de termolesión se extendió 15 segundos, después de los cuales se retiró el electrodo de manera progresiva unos 5 mm. El procedimiento se repitió tres veces a cada lado. Se evaluó a los pacientes a uno, 6 y 12 meses tras la rizotomía, registrándose los parámetros urodinámicos en cada visita.

Para el análisis estadístico se utilizó la prueba de la «t» de Student pareada. Se tomó en cuenta un nivel de significación estadística de $p < 0,05$.

Resultados

En un principio se incluyó en el estudio a 8 pacientes con LME (4 hombres y 4 mujeres) con una edad media de 31,3

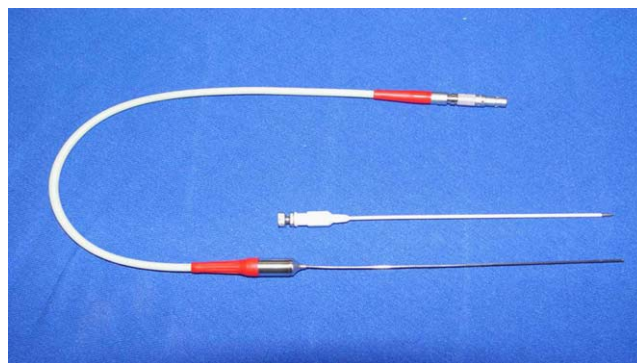


Figura 3 Electrodo 22 G con exposición de 5 mm de la punta empleado para la punción del agujero de la S3 y para estimulación.

(22-41) años (tabla 1). El intervalo medio entre el suceso en que se produjo la lesión en la médula ósea y la fecha de realización del procedimiento fue de 53,5 (20-96) meses.

Los parámetros urodinámicos de los pacientes sometidos a bloqueo anestésico sacral se muestran en la tabla 2.

Los pacientes presentaron un aumento significativo de la CCM, pasando de $99,2 \pm 57,9$ ml a $330,5 \pm 139,3$ ml (media \pm DT), $p < 0,05$. La P_{detCCM} se redujo de forma significativa de $90,0 \pm 25,0$ cm H₂O a $46,0 \pm 21,1$ cm H₂O ($p < 0,05$).

Los parámetros urodinámicos de los pacientes sometidos a rizotomía sacral percutánea por radiofrecuencia se muestran en la tabla 3.

Al cabo de 12 meses del tratamiento los pacientes experimentaron un aumento significativo de la CCM, de $100,2 \pm 57,1$ ml a $282,9 \pm 133,4$ ml ($p < 0,05$), sin descenso significativo de la P_{detCCM} (de $82,4 \pm 31,7$ a $69,9 \pm 28,7$ cm H₂O; $p = 0,2$).

En tres de los cuatro pacientes (75%) que padecían disreflexia autonómica los síntomas desaparecieron totalmente tras el procedimiento. En un paciente se observó desaparición total del reflujo vesicoureteral unilateral de grado II a los 6 meses de la rizotomía sacral percutánea por

Tabla 1 Características demográficas de los pacientes

Paciente	Sexo	Edad (años)	Lesión	Nivel neurológico	Puntuación ASIA	Tiempo de la lesión (en meses)
1	F	27	Traumática	T8	A	72
2	M	28	Traumática	C6/C7	A	72
3	M	40	Traumática	T9	A	60
4	F	41	Traumática	C5/C6	A	24
5	M	22	Traumática	C5/C6	A	60
6	F	37	Traumática	T12	A	96
7	M	33	Traumática	L1	A	20
8	F	23	Traumática	C5	A	24

Tabla 2 Parámetros urodinámicos de pacientes sometidos a bloqueo anestésico sacral

	Referencia (n = 8)	Bloqueo anestésico del sacro posterior (n = 8)	p
CCM (ml)	99,2 (\pm 57,9)	330,5 (\pm 139,3)	< 0,05
P_{detCCM} (cm H ₂ O)	90,0 (\pm 25,0)	46,0 (\pm 21,0)	< 0,05

CCM: capacidad cistométrica máxima; P_{detCCM} : presión del detrusor a capacidad cistométrica máxima.

Tabla 3 Datos de los pacientes sometidos a rizotomía sacral percutánea por radiofrecuencia

	Referencia (n = 8)	6 meses (n = 8)	12 meses (n = 8)
CCM (ml)	100,2 (± 57,1)	313,7(± 103,1) p < 0,05	282,9 (± 133,4) p < 0,05
P _{det} CCM (cm H ₂ O)	82,4 (± 31,7)	64,5 (± 18,8) p = 0,1	69,9 (± 28,7) p = 0,2

radiofrecuencia. En otro paciente se encontró una abolición total de las erecciones reflejas tras el procedimiento.

Discusión

En el tratamiento de la HND el principal objetivo es conservar la funcionalidad del tracto urinario superior. El uso de anticolinérgicos para fomentar la estabilización de las contracciones involuntarias es la primera línea de tratamiento⁵. No obstante, los sorprendentes efectos secundarios de la terapia anticolinérgica, como son sequedad de boca, estreñimiento, visión borrosa, debilidad y somnolencia son factores que ponen en compromiso el cumplimiento de la terapia de mantenimiento por parte del paciente. Asimismo, los efectos que estos fármacos tienen sobre la vejiga no suelen ser suficientes para promover una mejora total de los síntomas clínicos¹⁴.

Mierowsky et al⁷ fueron los primeros en proponer la desnervación quirúrgica de la vejiga urinaria con el fin de mejorar su función como depósito. En nuestros días la desnervación vesical se lleva a cabo mediante una rizotomía dorsal de las raíces del nervio sacro (S2-S4/5), que suele realizarse junto con la implantación de un neuroestimulador de las raíces sacrales ventrales¹⁵.

Para evaluar el estado del detrusor antes de la rizotomía sacral se llevó a cabo un bloqueo de las raíces del nervio sacro con el fin de seleccionar a los pacientes. Tras dicho procedimiento podría producirse un aumento significativo de la capacidad vesical, con lo que mejoraría su función como depósito y se permitiría la realización de cateterización intermitente con técnica limpia en intervalos regulares¹⁶.

El bloqueo anestésico a nivel del sacro es un método muy válido en la selección de pacientes para rizotomía sacral¹⁶. No obstante, el procedimiento no siempre va a predecir cuál será el resultado final de la cirugía. El análisis de los cambios en la capacidad vesical tras el bloqueo anestésico sacral no siempre se corresponde con los resultados del seguimiento postoperatorio de la rizotomía en fases tardías¹⁷.

En nuestro estudio, en el que sólo se bloqueó bilateralmente la tercera raíz nerviosa sacra (S3), se observó un aumento significativo de la capacidad de la vejiga tras la realización del procedimiento en todos los pacientes, viéndose también una reducción de la presión del detrusor. Estos datos concuerdan con lo manifestado por otros autores, que informaron de un bloqueo combinado de las raíces a nivel S2-S4/5^{10,16-18}.

Al cabo de un mes 6 de los 8 pacientes (75%) mostraban una mejora significativa de los patrones urodinámicos. No obstante, a los 6 meses de seguimiento se produjo una recaída en la hiperactividad del detrusor.

Tras neurectomía sacral total puede observarse una reducción en la distensibilidad vesical. Algunos autores apuntan a que una de las posibles causas de la falta de adaptación de la vejiga sería el impacto mecánico que tiene una pared distendida que ha estado anteriormente contraída, o los efectos de algún componente neural generado a partir de la desnervación^{19,20}. Durante el seguimiento no se observaron cambios en la adaptación vesical en nuestra cohorte.

Transcurridos 12 meses todos los pacientes mostraron recaídas en la hiperactividad del detrusor, aunque en todos se observó el mantenimiento del aumento significativo en la capacidad vesical anteriormente conseguido. Este problema puede tener su causa en el desarrollo de vías reflejas alternativas, o en la proliferación de terminaciones alfa-adrenérgicas en el cuerpo de la vejiga tras la desnervación parasimpática^{21,22}. Por otra parte, Kerrebroeck et al han dado cuenta de 52 pacientes sometidos a rizotomía que no mostraron recaída en la hiperactividad del detrusor a los dos años¹⁵.

Tras la rizotomía sacral percutánea se observó una mejora significativa de los síntomas de disreflexia autonómica en tres pacientes durante la fase de almacenamiento, pero con persistencia de episodios de incontinencia urinaria. La disreflexia autonómica es una complicación potencialmente letal y propia de pacientes cuyas lesiones medulares se sitúan por encima de la T6^{15,19,23}. Las fibras aferentes del reflejo viscerovascular de la vejiga afectan a los nervios pélvico e hipogástrico; por consiguiente, la preservación de los nervios hipogástricos podría explicar por qué la disreflexia autonómica no desaparece tras la rizotomía sacral, sobre todo durante la fase de vaciado²³.

Uno de los pacientes mostró la total resolución de un reflujo vesicoureteral de grado bajo a los 6 meses de seguimiento, y ninguno de los pacientes mostró empeoramiento del estado del tracto urinario superior tras el procedimiento. Otros investigadores han relatado que la dilatación del tracto urinario superior puede desaparecer a las 6 semanas de la cirugía. En tres de los 6 uréteres con reflujo vesicoureteral preoperatorio se produjo la resolución total a los 6 meses de seguimiento. Otros tres mostraron una reducción del grado del reflujo. En esta serie no se observó un progreso de las lesiones del tracto urinario superior¹⁵.

Inmediatamente después de la rizotomía sacral percutánea por radiofrecuencia, uno de los pacientes presentó disfunción eréctil, que se mantendría a lo largo de los 12 meses de seguimiento. Algunos investigadores mencionan la pérdida de erecciones tras la rizotomía sacral¹⁹. Por otra parte, otros informan del mantenimiento de la función eréctil en todos los pacientes sometidos a rizotomía sacral posterior^{8,24,25}.

En el estudio actual fue posible destacar que la rizotomía sacral percutánea por radiofrecuencia es un procedimiento sencillo y mínimamente invasivo asociado con una baja

incidencia de complicaciones, aunque sus resultados parecen ser temporales. Esta técnica puede practicarse de forma ambulatoria, e incluso podría repetirse en casos de hiperactividad recurrente del detrusor, así como la termo-coagulación de raíces distintas a la S3 (raíces S2 y S4/5)²⁶.

Pensamos que un procedimiento invasivo como la entrocistoplastia debe mantenerse como último recurso para solucionar problemas de presión elevada en vejigas disfuncionales. La rizotomía sacral percutánea por radiofrecuencia en pacientes con hiperactividad del detrusor puede no ser la conclusión de un plan terapéutico, sino considerarse como una de las etapas en dirección al tratamiento definitivo.

Conclusiones

La rizotomía sacral percutánea por radiofrecuencia es un procedimiento sencillo y seguro que se asocia con una baja incidencia de morbilidades, por lo que puede emplearse como procedimiento clínico habitual. Los resultados a los 12 meses demuestran un aumento significativo de la capacidad cistométrica máxima; dichos resultados parecen sin embargo ser temporales, y esperándose la reaparición de la hiperactividad del detrusor transcurrido un año del procedimiento.

Financiación

Este proyecto fue financiado por la Fundação de Apoio à Pesquisa (FAPESP).

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Hansen RB, Biering-Sorensen F, Kristensen JK. Urinary incontinence in spinal cord injured individuals 10-45 years after injury. *Spinal Cord*. 2010;48:27-33.
- Sugimura T, Arnold E, English S, Moore J. Chronic suprapubic catheterization in the management of patients with spinal cord injuries: analysis of upper and lower urinary tract complications. *BJU Int*. 2008;101:1396-400.
- Ku JH. The management of neurogenic bladder and quality of life in spinal cord injury. *BJU Int*. 2006;98:739-45.
- Patki PS, Hamid R, Arumugam K, Shah PJ, Craggs M. Botulinum toxin-type A in the treatment of drug-resistant neurogenic detrusor overactivity secondary to traumatic spinal cord injury. *BJU Int*. 2006;98:77-82.
- Elliott DS, Boone TB. Recent advances in the management of the neurogenic bladder. *Urology*. 2000;56(6 Suppl 1):76-81.
- Franco I, Storrs B, Firlit CF, Zebold K, Richards I, Kaplan WE. Selective sacral rhizotomy in children with high pressure neurogenic bladders: preliminary results. *J Urol*. 1992;148(2 Pt 2):648-50.
- Meirowsky AM, Scheibert CD, Hinchey TR. Studies on the sacral reflex arc in paraplegia; response of the bladder to surgical elimination of sacral nerve impulses by rhizotomy. *J Neurosurg*. 1950;7:33-8.
- Gasparini ME, Schmidt RA, Tanagho EA. Selective sacral rhizotomy in the management of the reflex neuropathic bladder: a report on 17 patients with long-term followup. *J Urol*. 1992;148:1207-10.
- Houle AM, Vernet O, Jednak R, Pippi Salle JL, Farmer JP. Bladder function before and after selective dorsal rhizotomy in children with cerebral palsy. *J Urol*. 1998;160(3 Pt 2):1088-91.
- Toczek SK, McCullough DC, Gargour GW, Kachman R, Baker R, Luessenhop AJ. Selective sacral rootlet rhizotomy for hypertonic neurogenic bladder. *J Neurosurg*. 1975;42:567-74.
- Chai TC, Mamo GJ. Modified techniques of S3 foramen localization and lead implantation in S3 neuromodulation. *Urology*. 2001;58:786-90.
- Mulcahy JJ, Young AB. Percutaneous radiofrequency sacral rhizotomy in the treatment of the hyperreflexic bladder. *J Urol*. 1978;120:557-8.
- Schafer W, Abrams P, Liao L, Mattiasson A, Pesce F, Spangberg A, et al. Good urodynamic practices: uroflowmetry, filling cystometry, and pressure-flow studies. *Neurourol Urodyn*. 2002;21:261-74.
- Leippold T, Reitz A, Schurch B. Botulinum toxin as a new therapy option for voiding disorders: current state of the art. *Eur Urol*. 2003;44:165-74.
- Van Kerrebroeck EV, Van der Aa HE, Bosch JL, Koldewijn EL, Vorsteveld JH, Debryne FM. Sacral rhizotomies and electrical bladder stimulation in spinal cord injury. Part I: Clinical and urodynamic analysis. Dutch Study Group on Sacral Anterior Root Stimulation. *Eur Urol*. 1997;31:263-71.
- Rockswold GL, Bradley WE, Chou SN. Differential sacral rhizotomy in the treatment of neurogenic bladder dysfunction. Preliminary report of six cases. *J Neurosurg*. 1973;38:748-54.
- Diokno AC, Vinson RK, McGillicuddy J. Treatment of the severe uninhibited neurogenic bladder by selective sacral rhizotomy. *J Urol*. 1977;118:299-301.
- Young B, Mulcahy JJ. Percutaneous sacral rhizotomy for neurogenic detrusor hyperreflexia. *J Neurosurg*. 1980;53:85-7.
- MacDonagh RP, Forster DM, Thomas DG. Urinary continence in spinal injury patients following complete sacral posterior rhizotomy. *Br J Urol*. 1990;66:618-22.
- McGuire EJ, Savastano JA. Urodynamic findings and clinical status following vesical denervation procedures for control of incontinence. *J Urol*. 1984;132:87-8.
- Opsomer RJ, Klarskov P, Holm-Bentzen M, Hald T. Long term results of superselective sacral nerve resection for motor urge incontinence. *Scand J Urol Nephrol*. 1984;18:101-5.
- Torrington J, Petersen T, Klemar B, Sogaard I. Selective sacral rootlet neurectomy in the treatment of detrusor hyperreflexia. Technique and long-term results. *J Neurosurg*. 1988;68:241-5.
- Schurch B, Knapp PA, Jeanmonod D, Rodic B, Rossier AB. Does sacral posterior rhizotomy suppress autonomic hyper-reflexia in patients with spinal cord injury? *Br J Urol*. 1998;81:73-82.
- Clarke SJ, Forster DM, Thomas DG. Selective sacral neurectomy in the management of urinary incontinence due to detrusor instability. *Br J Urol*. 1979;51:510-4.
- Torrens MJ, Griffith HB. Management of the uninhibited bladder by selective sacral neurectomy. *J Neurosurg*. 1976;44:176-85.
- Mulcahy JJ, Young AB. Long-term follow-up of percutaneous radiofrequency sacral rhizotomy. *Urology*. 1990;35:76-7.