

# Estimulación medular en el síndrome de dolor regional complejo refractario. Un estudio prospectivo

David Suárez-Villanueva, Nicolás Cordero-Tous, Carmen Paul-Ríos, Carlos Sánchez-Corral, Isabel M. Ortiz-García, Majed Jouma-Katati, Rafael Gálvez-Mateos, Gonzalo Olivares-Granados

**Introducción y objetivos.** En el tratamiento del síndrome de dolor regional complejo se pretende aliviar el dolor y restaurar la función de la extremidad afectada. El objetivo de este estudio es evaluar la estimulación de la médula espinal como terapia para pacientes a quienes se les diagnosticó síndrome de dolor regional complejo, en los que no se ha podido conseguir un control adecuado del dolor con otros tratamientos previos.

**Pacientes y métodos.** Se realizó un estudio prospectivo de 2018 a 2020. Se incluyó a pacientes diagnosticados de síndrome de dolor regional complejo refractario a otros tratamientos o técnicas, clasificados por datos demográficos. Posteriormente, se hizo seguimiento de la eficacia, la funcionalidad y la dependencia de opioides de cada paciente durante un año.

**Resultados.** Siete de los 13 (53,84%) pacientes incluidos en el estudio consiguieron un alivio significativo de su dolor con la estimulación medular. Se obtuvo mejoría del dolor y de la funcionalidad, y ambas fueron estadísticamente significativas ( $p < 0,001$  y  $p = 0,003$ , respectivamente). La mejoría en el *Oswestry Disability Index/Neck Disability Index* (ODI/NDI) se asoció significativamente con el índice de masa corporal (IMC) ( $p = 0,011$ ) y fue menor cuanto mayor era el IMC.

**Conclusiones.** Los resultados sugieren que la estimulación de la médula espinal es una opción terapéutica eficaz para pacientes con SDRC refractario a otros tratamientos. Además, el IMC y el ODI/NDI mostraron una correlación significativa.

**Palabras clave.** Dolor crónico. Dolor refractario. Estimulación epidural medular. Estimulación subparestésica. Estimulación tónica. Síndrome de dolor regional complejo.

## Introducción

El tratamiento del síndrome de dolor regional complejo (SDRC) es un reto al que nos enfrentamos hoy en día. El SDRC es una afección dolorosa crónica caracterizada por dolor regional espontáneo y evocado, que suele comenzar en una extremidad distal y que es desproporcionado en magnitud o duración con respecto al curso típico del dolor tras un estímulo tisular [1]. El síndrome se clasifica en dos tipos: SDRC de tipo I, también llamado distrofia simpática refleja, y SDRC de tipo II, también llamado causalgia [2]. El tipo I representa el 90% de los SDRC [3]. El objetivo del tratamiento es aliviar el dolor y restaurar la función de la extremidad afectada. Se basa principalmente en el tratamiento sintomático con terapias físicas y psicológicas, analgésicos y procedimientos intervencionistas, como bloqueos nerviosos, estimulación de la médula espinal y estimulación de ganglio de la raíz dorsal [4].

La estimulación epidural medular en el SDRC está hoy en pleno auge. Aunque es un procedimiento de neuromodulación habitual, su uso está indi-

cado en la actualidad cuando los pasos anteriores no han sido eficaces [1]. Hay estudios que sugieren que, según los principios SAFE (seguridad, adecuación, tiempo hasta la neutralidad fiscal y eficacia), la estimulación de la médula espinal no debería utilizarse como terapia de último recurso, sino antes [4]. Además, otro estudio encontró correlaciones moderadas y fuertes con el riesgo de depresión, el deterioro del estado funcional y el empeoramiento del dolor cuando el tratamiento con estimulación de la médula espinal se retrasaba más de 12 meses tras el diagnóstico [5]. Su fundamento académico se basa en la teoría 'gate control', aunque todavía no se comprende completamente. Se cree que el electrodo actúa, por un lado, inhibiendo la transmisión de mensajes nociceptivos y la hiperactividad de las neuronas nociceptivas en el asta dorsal de la médula espinal, y, por otro, potenciando mecanismos supraespinales, incluida la activación de las vías descendentes inhibitorias [5]. En la actualidad existen varios tipos de onda de estimulación, y la estimulación tónica es la más utilizada (50-90 Hz), que induce parestesias perceptibles. Existen otras moda-

Departamento de Neurocirugía (D. Suárez-Villanueva, N. Cordero-Tous, C. Sánchez-Corral, I.M. Ortiz-García, M. Jouma-Katati, G. Olivares-Granados). Departamento de Anestesiología, Reanimación y Terapéuticas del Dolor. Unidad del Dolor. Hospital Universitario Virgen de las Nieves (R. Gálvez-Mateos). Graduada en Medicina. Universidad de Granada. Granada, España (C. Paul-Ríos).

### Correspondencia:

Dr. Nicolás Cordero Tous.  
Departamento de Neurocirugía.  
Hospital de Neurotraumatología y Rehabilitación. Hospital Universitario Virgen de las Nieves.  
Av. Juan Pablo II, s/n, 4.ª planta.  
E-18013 Granada.

### E-mail:

ncorderotous@gmail.com

### ORCID:

<https://orcid.org/0000-0001-7265-3519> (N.C.T.).

### Aceptado tras revisión externa:

05.07.24.

### Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses.

### Consideraciones éticas:

Este trabajo se ha llevado a cabo de acuerdo con los principios de la Declaración de Helsinki. El objetivo del estudio es relevante y el método propuesto está diseñado con rigor científico. Los participantes en el estudio han sido seleccionados de manera justa, el riesgo asociado a la intervención está plenamente justificado y la relación riesgo/beneficio es favorable. Son tratados con respeto en todo momento, teniendo en cuenta su privacidad y la protección de sus datos personales. Todos ellos han dado su consentimiento voluntariamente tras haber sido correctamente informados de los objetivos del



estudio y de la metodología que se iba a utilizar.

#### Cómo citar este artículo:

Suárez-Villanueva D, Cordero-Tous N, Paul-Ríos C, Sánchez-Corral C, Ortiz-García I, Jouma-Katati M, et al. Estimulación medular en el síndrome de dolor regional complejo refractario. Un estudio prospectivo. *Rev Neurol* 2024; 79: 99-105. doi: 10.33588/rn.7904.2024087.

© 2024 Revista de Neurología

lidades, como la estimulación en ráfaga, la estimulación de alta frecuencia (10.000 Hz) o la estimulación de alta densidad, con el fin de evitar la percepción de parestias o incluso aumentar el alivio del dolor [6,7].

El objetivo de este estudio es evaluar el rendimiento de la neuroestimulación a nivel medular como terapia en pacientes con SDRC en los que no se ha podido conseguir un control adecuado del dolor con otros tratamientos previos. El estudio se realizó en un centro hospitalario de referencia para la terapia de neuromodulación en Granada, el Hospital de Neurotraumatología y Rehabilitación.

## Pacientes y métodos

Siguiendo el protocolo de nuestra institución y la aprobación del Comité Multidisciplinar de Implantes, reclutamos a un grupo de pacientes con SDRC en los que otros tratamientos no habían sido efectivos y que presentaban aún un alto nivel de dolor y discapacidad. Se les ofreció una primera intervención en la que colocamos el electrodo o electrodos espinales necesarios para el control del dolor, conectados a una batería externa que, tras un período de prueba, reemplazamos por una interna en una segunda intervención. Las intervenciones se realizaron en el tiempo comprendido entre enero de 2018 y septiembre de 2020.

### Procedimiento y criterios de selección de pacientes

Para recibir la terapia de neuroestimulación, estos pacientes requirieron la aprobación del Comité Multidisciplinar de Implantes (formado por neurocirujanos, anestesiólogos, rehabilitadores, neurólogos y neurofisiólogos) y una evaluación de su salud mental. Todos los pacientes fueron evaluados en la consulta específica de neurocirugía y se les explicó en qué consistía el estudio. Fue obligatorio firmar un consentimiento informado para que aceptaran los términos del estudio para ser incluidos en él. Una vez finalizada esta fase, los pacientes eran candidatos al tratamiento.

El procedimiento se realizó colocando uno o más electrodos en el espacio epidural medular de forma percutánea controlada radioscópicamente, bajo sedación y anestesia local, con el paciente en decúbito prono. Si sólo se colocaba un electrodo, se situaba ligeramente homolateral al lado del dolor y en la línea media vertebral para el dolor más extenso. Si se colocaba un segundo electrodo, se colocaba paralelo al primero y a unos milímetros de la lí-

nea media. Los electrodos se conectaron mediante cables, que se tunelizaron, a un dispositivo externo temporal. Tras este período de 2-3 semanas, si el alivio de los síntomas era igual o superior al 50%, se implantaba de forma permanente el sistema de estimulación medular colocando la batería definitiva en una zona cómoda para el paciente. Si el alivio era menor, se retiraba todo el sistema, ya que se asumía que los electrodos no conseguían una eficacia suficiente.

Se reclutó a pacientes diagnosticados de SDRC que no habían conseguido alivio con otros tratamientos. Se excluyó del estudio a los pacientes que, o bien no superaron la evaluación de salud mental o bien no eran candidatos a intervenciones quirúrgicas por otras patologías.

Se siguió a los pacientes durante un año tras la implantación definitiva del electrodo o electrodos en consulta o mediante llamadas telefónicas. Se utilizaron sistemas de estimulación, de alta frecuencia y de alta densidad. Inicialmente se colocaron electrodos para estimulación tónica en todos los pacientes. Si la estimulación tónica no lograba una buena cobertura de la zona dolorosa o no aliviaba el dolor, se utilizaban las formas de onda restantes.

### Recogida de datos y monitorización

Se recogió información sobre variables demográficas y personales (por ejemplo, peso y altura). Se utilizó el cuestionario *Douleur Neuropathique 4 Items* para identificar el dolor neuropático. En función de la existencia o no de lesión nerviosa específica, se clasificó como SDRC de tipo I y SDRC de tipo II, respectivamente. La intensidad del dolor a nivel de la extremidad afectada se analizó mediante la escala visual analógica (EVA) y la mejoría percibida. El nivel de dolor y discapacidad funcional se midió mediante el *Oswestry Disability Index* (ODI) y el *Neck Disability Index* (NDI). Por último, se recogió información sobre el tipo de SDRC, el tiempo de evolución, la dependencia previa de morfina y el uso de técnicas percutáneas previas.

Durante el ensayo de estimulación se monitorizó el funcionamiento del dispositivo y se realizaron cambios en los programas de estimulación si era necesario, con el fin de conseguir la mejor cobertura para el paciente. Además, se supervisaron las heridas quirúrgicas en consultas externas. Una vez finalizado el ensayo de estimulación, asumimos que la neuroestimulación fue efectiva si se consiguió una mejoría del dolor superior al 50%, medido por la EVA tras la intervención. Posteriormente, se procedió a la implantación de la batería interna defini-

tiva. Al cabo de un año, se volvió a evaluar en consulta la mejoría del dolor utilizando las escalas mencionadas.

Tras completar el reclutamiento y el seguimiento de estos pacientes, se analizaron los estadísticos de frecuencia de las distintas variables. La eficacia del tratamiento y la mejora de la calidad de vida se evaluaron mediante la prueba *t* de Student. También se realizó un análisis ANOVA para determinar el efecto de otras variables en el éxito de la terapia. Los valores de  $p < 0,05$  se consideraron estadísticamente significativos. Para el análisis estadístico se utilizó el programa IBM SPSS Statistics 21.0.0.

## Resultados

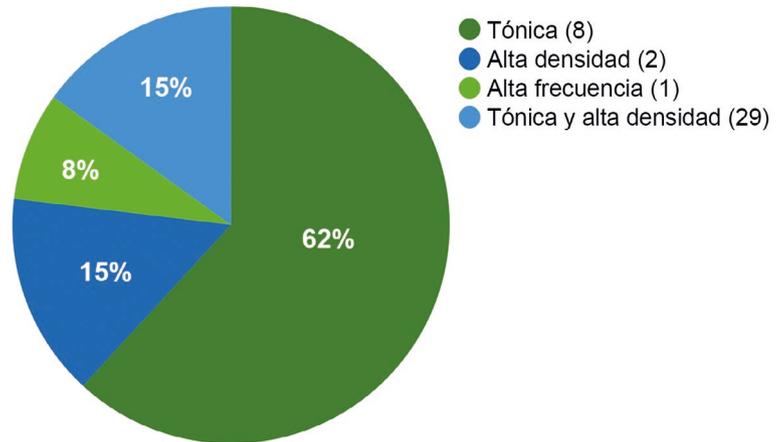
Se incluyó a todos los pacientes del período de estudio ( $n = 13$ ). Ninguno cumplió los criterios de exclusión y todos aceptaron el tratamiento. Los resultados se recogieron un año después de la colocación del dispositivo. No hubo pérdidas durante el seguimiento.

Mostramos los resultados de las características demográficas y personales en la tabla I. Todos los pacientes cumplían los criterios de dolor neuropático. Se calcularon estadísticas de frecuencia para las variables de grupo, cuyos datos podemos ver en la tabla II. Seis de ellos no tenían lesión nerviosa específica, por lo que se clasificaron como con SDRC de tipo I, y los otros siete sí tenían una lesión específica, por lo que les correspondió con SDRC de tipo II.

## Eficacia del tratamiento

Ocho pacientes de los 13 que superaron la fase de pruebas (el 61,54% del total) utilizaron corrientes de estimulación tónica, otros dos (el 15,38% del total) utilizaron estimulación de alta densidad, uno (el 7,69% del total) utilizó estimulación de alta frecuencia y, por último, dos (el 15,38% del total) utilizaron simultáneamente corrientes de estimulación tónica y de alta intensidad (Fig. 1). Los resultados de cada paciente durante el estudio, según los criterios establecidos, se muestran en la tabla II. Teniendo en cuenta las condiciones propuestas, el 53,84% de los pacientes logró una mejoría de la EVA superior al 50% al cabo de un año. En la figura 2 se muestra la mejoría media según la EVA medida en la extremidad afectada y en la mejoría percibida durante el seguimiento. Para el dolor en la extremidad, la mejoría media en la EVA fue del 43,46 (intervalo de confianza al 95%: 34,2-52,72), mientras que la mejoría percibida fue de 48,85 (intervalo de

**Figura 1.** Clasificación de los pacientes según el tipo de frecuencia que recibieron tras la colocación de los electrodos.



**Tabla I.** Frecuencias de las variables demográficas y personales.

	m ( $\sigma$ )	n (%)
Edad (años)	45,77 (11,15)	
Sexo	Hombre	5 (38,5)
	Mujer	8 (61,5)
Peso (kg)	71 (19,68)	
Altura (cm)	167 (11,33)	
IMC	Normopeso (< 25)	7 (53,8)
	Sobrepeso (25-29,9)	5 (38,5)
	Obesidad ( $\geq 30$ )	1 (7,7)
Diagnóstico	SDRC-I	6 (46,2)
	SDRC-II	7 (53,8)
Uso de opioides	Sí	8 (61,5)
	No	5 (38,5)
Técnicas percutáneas previas	Sí	7 (53,8)
	No	6 (46,2)
Duración de la patología (años)	6,42 (6,92)	

IMC: índice de masa corporal; m: media; n: número de la muestra;  $\sigma$ : desviación típica; SDRC-I: síndrome de dolor regional complejo de tipo I; SDRC-II: síndrome de dolor regional complejo de tipo II.

**Tabla II.** Resumen de sistema de neuromodulación y resultados de cada paciente según criterios establecidos, uso de opioides e implantación actual<sup>a</sup>.

Tipo se estimulación	N.º de paciente	N.º de electrodo	Extremidad afecta	Localización de los electrodos	Tipo de generador	IMC	EVA extremidad pre-post (% de mejoría)	ODI/NDI pre-post (%)	PI (%)	Use de opioides pre-post (mejoría)	¿Sigue implantado el dispositivo?
Tónica	1	1	MID	Dorsal	No recargable (PrimeAdvance™, Medtronic™)	19,7	9,5-4 (57,89%)	42-32	80	No-no (Igual)	Sí
	2	2	MSD	Cervical	No recargable (PrimeAdvance™, Medtronic™)	27	7,5-1 (86,67%)	48-30	85	No-no (Igual)	Sí
	3	2	MMII	Dorsal	No recargable (PrimeAdvance™, Medtronic™)	29	8-9 (-12,5%)	40-42	0	No-sí (Empeora)	No
	4	2	MMII	Dorsal	Recargable (RestoreAdvance™, Medtronic™)	29,6	9,5-3 (68,42%)	48-30	90	Sí-no (Mejora)	Sí
	5	2	MID	Dorsal	No recargable (PrimeAdvance™, Medtronic™)	24,5	9-6 (33,33%)	86-72	20	Sí-sí (Igual)	Sí
	6	1	MMSS	Cervical	Recargable (Senza™, Nevro™)	20,4	10-7 (30%)	86-68	30	Sí-sí (Igual)	Sí
	7	2	MII	Dorsal	No recargable (PrimeAdvance™, Medtronic™)	20,2	10-6 (40%)	74-56	40	No-no (Igual)	Sí
	8	2	MII	Dorsal	No recargable (PrimeAdvance™, Medtronic™)	23,2	10-5 (50%)	72-64	50	Sí-Sí (Igual)	Sí
	m (%)						9,18-5,12 (44,22)	62-49,25	49,37		
Alta densidad	9	2	MMII	Dorsal	Recargable (RestoreAdvance™, Medtronic™)	29,7	7-1 (85,71%)	48-30	80	Sí-sí (Igual)	Sí
	10	1	MSI	Cervical	Recargable (RestoreAdvance™, Medtronic™)	31,1	7,5-2,5 (66,67%)	34-40	60	Sí-no (Mejora)	Sí
	m (%)						7,25-1,75 (76,19)	41-35	70		
Alta frecuencia	11	2	MID	Dorsal	Recargable (Senza™, Nevro™)	20,7	10-4 (60%)	88-50	70	Sí-sí (Igual)	Sí
	m (%)						10-4 (60)	88-50	70		
Tónica y alta densidad	12	2	MSI	Cervical	Recargable (RestoreAdvance™, Medtronic™)	26,8	9-6 (33,33%)	28-24	40	No-no (Igual)	Sí
	13	1	MSD	Cervical	Recargable (Spectra WaveWriter™, Boston™)	23	9-7 (22,22%)	50-48	20	Sí-sí (Igual)	No
	m (%)						9-6,5 (27,77)	39-36	30		

EVA: escala visual analógica; IMC: índice de masa corporal; m, media; MID: miembro inferior derecho; MII: miembro inferior izquierdo; MMII: miembros inferiores; MMSS, miembros superiores; MSD: miembro superior derecho; MSI: miembro superior izquierdo; ODI/ONI: *Oswestry Disability Index/Neck Disability Index*; PI: mejora percibida; post: poscirugía; pre: precirugía. <sup>a</sup> Se destacan en negrita los indicadores por encima del 50%, tanto en la EVA como en la PI, así como la mejoría en cuanto a la disminución del uso de morfina. En todos los casos se refieren a valores preintervención y a los 12 meses del implante.

confianza al 95%: 34,72-62,97), ambos extremadamente significativos desde el punto de vista estadístico ( $p =$  inferior a 0,0001).

### Mejora de la calidad de vida y del uso de opiáceos

El valor medio de esta mejora fue de 13,69 puntos (intervalo de confianza al 95%: 5,57-21,81), valor estadísticamente significativo ( $p = 0,0032$ ). Los resultados pueden verse en la figura 3. La mayoría de los pacientes (76,9%) mantienen la misma pauta de opiáceos preoperatoria que postoperatoria, bien porque los usaban antes y ahora los siguen usando o porque no los usaban y ahora tampoco los usan. De ocho pacientes que usaban opiáceos, dos consiguieron la retirada de la medicación (25%). De los cinco pacientes que no usaban opiáceos, uno los requirió al cabo de un año. Se pueden ver los datos en la tabla II.

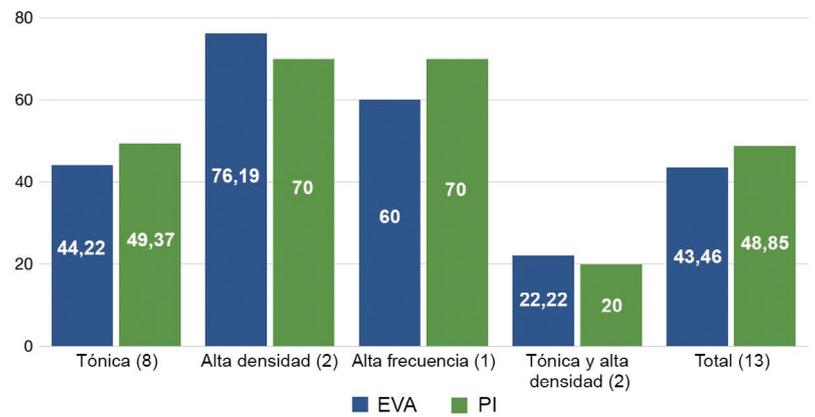
### Análisis estadístico

Se evaluaron todas las variables demográficas y personales y sólo se identificó el índice de masa corporal (IMC) como factor significativamente influyente en la mejora del ODI/NDI tras la cirugía ( $p = 0,011$ ). La media para el  $IMC < 25$  fue de 55,71 y la media para el  $IMC \geq 25$  fue de 33,66. Las cifras más altas de IMC se relacionaron con menor grado de mejora en el ODI/NDI postoperatorio. Por otro lado, no obtuvimos una diferencia estadísticamente significativa comparando la mejora del control del dolor entre pacientes con SDRC de tipos 1 y 2 ( $p = 0,531$ ).

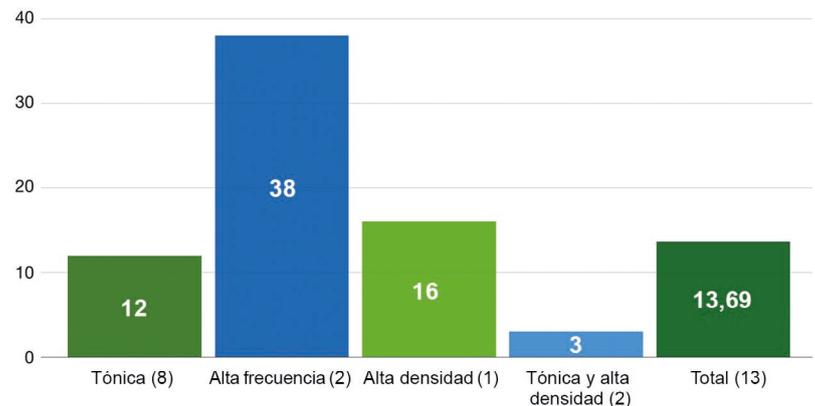
### Complicaciones

Sólo el 15,4% (dos pacientes) requirió la retirada del estimulador medular en su momento, mientras que el 84,6% restante sigue teniendo implantado el dispositivo. Ambos casos se debieron a una disminución de la eficacia hasta el punto de no conseguir un alivio significativo. A uno de ellos se le reimplantó el estimulador cambiándolo por un plano quirúrgico con gran mejoría (Tabla II). En cuanto a las complicaciones, de nuevo hubo un 15,4% (dos pacientes) del total. En un caso se produjo un hematoma precoz en el bolsillo tras la implantación del generador, que se resolvió sin intervención. En el otro caso, los cables se cortaron accidentalmente durante la colocación del generador definitivo, lo que obligó al paciente a someterse a una nueva implantación de electrodos epidurales en el mismo acto quirúrgico. La mejoría fue más moderada tras la complicación.

**Figura 2.** Mejora media de la escala visual analógica en la extremidad (EVA) y mejora percibida medida (PI) en porcentaje.



**Figura 3.** Mejora media del Oswestry Disability Index/Neck Disability Index (ODI/NDI) medida en porcentaje.



### Discusión

Hemos realizado un estudio unicéntrico basado en la práctica clínica real y sin apenas criterios de exclusión. Existen estudios que también han evaluado la eficacia de la terapia en pacientes con esta patología y otras como el síndrome de espalda fallida, la enfermedad vascular periférica o el dolor neuropático periférico. En nuestro caso, nos hemos centrado sólo en pacientes con SDRC, y hemos podido así observar mejor la eficacia de los estimuladores en un grupo más específico de pacientes. Además, se complementó con análisis estadísticos para determinar posibles predictores pronósticos, que revela-

ron una asociación entre un IMC elevado y una peor perspectiva de mejoría de la discapacidad funcional postoperatoria medida por el ODI/NDI. Estos resultados están en consonancia con los obtenidos en estudios previos, incluido uno realizado en nuestro centro [8-10]. Todos ellos muestran esta conocida asociación entre obesidad y peor respuesta al tratamiento. Aún no se ha descubierto una causa específica, pero factores como una mayor susceptibilidad a la apnea del sueño, una movilidad reducida, un estado inflamatorio crónico o una mayor dificultad para la colocación del electrodo (debido a una posición más difícil del paciente y a una mayor profundidad del tejido) pueden desempeñar un papel relevante [11].

Conseguimos una tasa de éxito del 53,85% del total de pacientes incluidos según los criterios expuestos anteriormente. Nuestra tasa de respuesta es similar a la de otros estudios publicados recientemente y realizados en condiciones de práctica clínica diaria. Por ejemplo, un estudio informó de una mejoría del 50% en pacientes que recibieron estimulación ( $n = 16$  y seguimiento a un año) [12] y otro notificó un 72% ( $n = 7$  y seguimiento a tres años) [13], aunque ambos estudios tenían un tamaño muestral bajo. Sin embargo, un estudio de 2013 con un tamaño muestral mayor ( $n = 84$ ) mostró una mejoría del 41% en el punto final de la evaluación [14]. También se observó una mejoría estadísticamente significativa en la calidad de vida demostrada por una mejoría en la discapacidad funcional medida por el ODI/NDI. De nuevo, también puede observarse en estudios anteriores [15].

El uso de morfina, con la excepción de un paciente, cuyo consumo aumentó, se mantuvo igual en el resto o incluso disminuyó en el caso de dos pacientes. Aunque no hubo una disminución significativa de las necesidades de morfina, creemos que un mayor control del dolor mejora significativamente la calidad de vida por sí mismo. Estos resultados están en consonancia con lo publicado hasta la fecha y son satisfactorios, ya que la mayoría de los pacientes ha conseguido un aceptable control del dolor [12,13].

Por otra parte, el análisis estadístico de los datos debe interpretarse con cautela debido a varias razones, que pueden dar lugar a sesgos significativos. Nuestro estudio tiene varias limitaciones importantes que deben tenerse en cuenta. La primera y más relevante es el bajo tamaño de la muestra, que compromete el análisis estadístico mencionado. Además, una limitación importante de nuestro estudio es que se analizan simultáneamente diferentes tipos de estimulación. Por lo tanto, a pesar del

carácter prospectivo del estudio y de que no hubo pérdidas durante el seguimiento, nuestros resultados deben interpretarse con cautela. Otro inconveniente de este estudio se refiere a la heterogeneidad de la muestra, que limita su reproducibilidad y sus conclusiones a pesar de ser inherente a cualquier estudio basado en práctica clínica real, en el que hay pacientes con diferentes etiologías del dolor, diferentes fabricantes de dispositivos y diferentes momentos de evolución de la patología. Sin embargo, hay que destacar que este tipo de estudios tiene varias ventajas, ya que refleja la selección de pacientes y los resultados en las condiciones de la práctica clínica diaria.

## Conclusiones

Nuestros resultados mostraron que el uso de la estimulación de la médula espinal en el SDRC mejora el control del dolor de la mayoría de los pacientes, así como la capacidad funcional. Además, los resultados sugieren que pacientes con un IMC mayor o igual a 25 parecen mejorar menos desde un punto de vista funcional. Sin embargo, dadas las limitaciones de nuestro estudio, especialmente su bajo tamaño muestral, son necesarios estudios más completos para corroborar estos resultados.

## Bibliografía

1. Bruehl S. Complex regional pain syndrome. *BMJ* 2015; 351: h2730.
2. Merskey HE. Classification of chronic pain: Descriptions of chronic pain syndromes and definitions of pain terms. *Pain Suppl* 1986; 3: S1-226.
3. Cuenca-González C, Flores-Torres MI, Méndez-Saavedra KV, Barca-Fernández I, Alcina-Navarro A, Villena-Ferrer A. Síndrome doloroso regional complejo. *Revista Clínica de Medicina de Familia* 2012; 5: 120-9.
4. Poree L, Krames E, Pope J, Deer TR, Levy R, Schultz L. Spinal cord stimulation as treatment for complex regional pain syndrome should be considered earlier than last resort therapy. *Neuromodulation* 2013; 16: 125-41.
5. Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: a new theory. *Science* 1965; 150: 971-9.
6. Moisset X, Lanteri-Minet M, Fontaine D. Neurostimulation methods in the treatment of chronic pain. *J Neural Transm (Vienna)* 2020; 127: 673-86.
7. Schmidt GL. The use of spinal cord stimulation/neuromodulation in the management of chronic pain. *J Am Acad Orthop Surg* 2019; 27: e401-7.
8. Cordero-Tous N, Sánchez-Corral C, Ortiz-García IM, Jover-Vidal A, Gálvez-Mateos R, Olivares-Granados G. High-frequency spinal cord stimulation as rescue therapy for chronic pain patients with failure of conventional spinal cord stimulation. *Eur J Pain* 2021; 25: 1603-11.
9. Mekhail N, Mehanny D, Armanyous S, Saweris Y, Costandi S. The impact of obesity on the effectiveness of spinal cord stimulation in chronic spine-related pain patients. *Spine J* 2019; 19: 476-86.
10. Marola O, Cherala R, Prusik J, Kumar V, Fama C, Willock

- M, et al. BMI as a predictor of spinal cord stimulation success in chronic pain patients. *Neuromodulation* 2017; 20: 269-73.
11. Sastry S, Nussear D, Gillespy A, Berger K. Technical challenges of spinal cord stimulation lead placement in morbidly obese patients. *The Open Anesthesia Journal* 2016; 10: 8-11.
  12. Kunwald M, Gulisan HA, Bjarkam CR. Spinal cord stimulation in complex regional pain syndrome type 2. *Dan Med J* 2022; 69: A06210521.
  13. Prokopenko M, Sobstyl M. Spinal cord stimulation for treatment of complex regional pain syndrome: a single-centre retrospective case series study. *Neurol Neurochir Pol* 2022; 56: 371-8.
  14. Geurts JW, Smits H, Kemler MA, Brunner F, Kessels AGH, van Kleef M. Spinal cord stimulation for complex regional pain syndrome type i: a prospective cohort study with long-term follow-up. *Neuromodulation* 2013; 16: 523-9.
  15. Kemler MA, Barendse GAM, van Kleef M, de Vet HCW, Rijks CPM, Furnée CA, et al. Spinal cord stimulation in patients with chronic reflex sympathetic dystrophy. *N Engl J Med* 2000; 343: 618-24.

### Spinal cord stimulation in refractory complex regional pain syndrome. A prospective study

**Introduction and aims.** The objective of treatment of complex regional pain syndrome is to relieve pain and restore function in the affected limb. The aim of this study is to evaluate spinal cord stimulation as a therapy for patients diagnosed with complex regional pain syndrome, for whom adequate pain control could not be achieved with other previous treatments.

**Patients and methods.** A prospective study was conducted from 2018 to 2020. We included patients diagnosed with complex regional pain syndrome refractory to other treatments or techniques, classified by demographic data. Efficacy, functionality and opioid dependence in each patient were subsequently monitored for one year.

**Results.** Seven of the 13 patients (53.84%) included in the study achieved significant pain relief with spinal cord stimulation. Improvements in pain and functionality were obtained, and both were statistically significant ( $p < 0.001$  and  $p = 0.003$ , respectively). Improvement in the Oswestry Disability Index/Neck Disability Index (ODI/NDI) was significantly associated with body mass index (BMI) ( $p = 0.011$ ) and was lower as BMI increased.

**Conclusions.** The results suggest that spinal cord stimulation is an effective therapeutic option for patients with CRPS refractory to other treatments. BMI and ODI/NDI also showed a significant correlation.

**Key words.** Chronic pain. Complex regional pain syndrome. Intractable pain. Spinal epidural stimulation. Sub-paresthesia stimulation. Tonic stimulation.