

Valor de la monitorización neurofisiológica operatoria en cirugía para espondilosis lumbar

Jaime Jesús Martínez Anda,* Ildefonso Muñoz Romero,* Miguel Ángel Collado Corona,** Leopoldo Guillermo Torres Vieyra,*** Alejandro Obregón Corona,*** Michel Mondragón Soto,* Horacio Chávez Gutiérrez,** Roberto Alfonso de Leo Vargas*

RESUMEN

Antecedentes: Las enfermedades degenerativas de la columna vertebral constituyen un grupo heterogéneo de patologías. La monitorización neurofisiológica se ha utilizado en la cirugía de columna vertebral como herramienta para registrar los cambios y la mejoría que se presenta como consecuencia de la descompresión del tejido nervioso. Así mismo, se busca reducir la incidencia de complicaciones por lesión a estructuras nerviosas, lo cual se refleja en la mejoría en los resultados quirúrgicos. **Métodos:** Se seleccionaron 112 pacientes en una serie prospectiva en el periodo comprendido entre marzo de 2012 y junio de 2014 con diagnóstico de espondilosis lumbar y que fueron intervenidos por un mismo cirujano para recalibrage foraminal lumbar con/sin colocación de caja intersomática por técnica de fusión intersomática posterolateral y con colocación de fijación interespínosa rígida con ASPEN® bajo monitorización neurofisiológica multimodal operatoria. **Resultados:** Se encontró relación del Oswestry Disability Index con una mejoría del 11.6% en promedio, con una mayor amplitud de los PESS ($p = 0.046$); al presentarse un porcentaje promedio en la latencia fue de 0.7%, y en la amplitud de 35.1%, lo que significa mejores valores en relación con el basal. **Conclusiones:** La monitorización neurofisiológica operatoria es un recurso importante empleado en la cirugía de columna lumbar que aumenta la seguridad del procedimiento y, además, nos da un valor pronóstico de salida respecto al seguimiento postoperatorio.

Palabras clave: Monitorización neurofisiológica operatoria, cirugía lumbar, espondilosis lumbar.

Nivel de evidencia: III

Value of intraoperative neurophysiological monitoring in lumbar spinal surgery

ABSTRACT

Background: Degenerative disorders of the lumbar spine are a heterogeneous group of pathologies. Intraoperative neurophysiologic monitoring has been used as an adjuvant tool in spine surgery to reduce the incidence of neural complications and to register the changes with prognostic value of postoperative improvement. At the same time, we search to reduce the complication incidence of neurological structure lesion, which reflects an improvement in surgical results. **Methods:** between March 2012 and June 2014, in a prospective series, 112 patients with diagnosis of lumbar spondylolisthesis who were surgically treated by the same surgeon with foramina recalibration, with or without intersomatic cage by posterolateral intersomatic fusion technique, and posterior interspinous fixation with ASPEN under transsurgical multimodal neurophysiologic monitoring®. **Results:** We found a relationship with Oswestry Disability Index with an average improvement of 11.6%, with a higher amplitude in SSEP ($p = 0.046$) when the average percentage in latency was 0.7%, and 35.1% of amplitude, which means better values respecting base values. **Conclusions:** Intraoperative neurophysiological monitoring is an valuable resource used in lumbar spine surgery, which improves procedure safety, and provides a prognostic value regarding postoperative follow-up

Key words: Intraoperative neurophysiological monitoring, spine surgery, lumbar spondylosis.

Level of evidence: III

* Neurocirugía, Centro Neurológico.

** Neurofisiología, Centro Neurológico.

*** Anestesiología.

Centro Médico ABC.

Recibido para publicación: 18/04/2016. Aceptado: 27/05/2016.

Correspondencia: Dr. Roberto Alfonso de Leo Vargas

Av. Carlos Graef Fernández Núm. 154, Int. 155, Col. Tlaxala Santa Fe, Del. Cuajimalpa de Morelos, 05300, CDMX. Tel. 16647205.
E-mail: deleo45@aol.com

Este artículo puede ser consultado en versión completa en:
<http://www.medigraphic.com/analesmedicos>

Abreviaturas:

MNO = Monitorización neurofisiológica operatoria.

PLIF = Fusión intersomática posterolateral.

EVA = Escala visual análoga del dolor.

ODI = Índice de discapacidad de Oswestry (por su siglas en inglés).

PESS = Potenciales evocados somatosensoriales.

PM = Potenciales motores.

EMG = Electromiografía.

INTRODUCCIÓN

La cirugía de fusión y descompresión de columna vertebral constituye uno de los procedimientos que se realizan con mayor frecuencia en el mundo, incluyendo México; se trata de cirugías que son resolutivas al estar bien indicadas y tienen un riesgo bajo, aunque real, de daño neurológico, con consecuencias importantes en la calidad de vida y costos de cuidados en salud.¹

La monitorización neurofisiológica operatoria (MNO) durante la cirugía de columna vertebral tiene como objetivo ayudar a mantener la integridad fisiológica de la médula espinal y los nervios raquídeos durante un procedimiento quirúrgico y notificar al cirujano de un posible daño o deterioro neurológico antes de que se presente una lesión neurológica irreversible. Son varias las opciones con que se cuenta y se complementan entre ellas, lo que permite una monitorización de las vías motoras y sensitivas de la médula espinal y las raíces nerviosas correspondientes.

Los estudios clínicos realizados a la fecha han evaluado la utilidad de la MNO en procedimientos quirúrgicos tanto cervicales como lumbares; el valor predictivo tanto positivo como negativo en relación con complicaciones postoperatorias y mejoría clínica en el seguimiento ha sido variable de acuerdo con el número de pacientes incluidos, y todos coinciden en que ambos se elevan en el contexto de utilizar la monitorización multimodal.^{2,3}

El objetivo de este estudio fue evaluar el valor de la MNO en una serie de individuos con diagnóstico de espondilosis lumbar sometidos a cirugía de descompresión y fijación en el Centro Médico ABC.

Metodología

El presente estudio constituye una serie de casos clínicos prospectivos en los que se evaluaron 112 sujetos con diagnóstico de espondilosis lumbar sometidos a procedimiento quirúrgico por un mismo neurocirujano en el Centro Médico ABC Santa Fe en el periodo comprendido entre marzo de 2012 y junio de 2014 con monitorización neurofisiológica multimodal operatoria. Se incluyeron las personas sometidas a cirugía para recalibrage foraminal lumbar con o sin colocación de caja intersomática por técnica de fusión intersomática posterolateral (PLIF) y con colocación de fijación interespinal rígida con ASPEN®; se excluyeron pacientes con antecedente quirúrgico de columna lumbar, aquellos que requirieron instru-

mentación posterior con tornillos transpediculares y aquellos que no requirieron fijación interespinal rígida.

Cada individuo fue valorado clínicamente y se obtuvieron datos epidemiológicos de edad, género, tiempo de evolución con la sintomatología lumbar, características del dolor, exploración neurológica detallada, la escala visual análoga del dolor (EVA) —la cual utilizamos por ser la más fiable y validada en la literatura, aunque consideramos que el dolor sigue siendo difícil de evaluar, por la subjetividad del mismo—; se utilizó también el índice de discapacidad de Oswestry (ODI, por sus siglas en inglés).⁴ Consideramos que estas son las escalas más utilizadas y estandarizadas. Se realizaron estudios de imagen en todos los sujetos con radiografías de columna lumbar en anteroposterior, lateral, dinámicas en flexión y extensión, así como resonancia magnética de columna lumbar, valorándose datos de espondilosis y espondilolistesis; dichos estudios fueron evaluados por el equipo de neurorradiología del Centro Médico ABC Campus Santa Fe. Se realizaron estudios de neurofisiología clínica como parte de la valoración preoperatoria.

Las indicaciones de cirugía fueron dolor lumbar severo con poca o nula respuesta al manejo conservador durante un periodo no menor a tres meses, presencia de déficit neurológico y/o deterioro importante en la calidad de vida por la sintomatología lumbar, en coincidencia con los hallazgos de imagen que corroboraron la etiología lumbar del cuadro clínico.

Todos los pacientes fueron hospitalizados 24 a 48 horas previas al procedimiento quirúrgico con el fin de realizar valoración cardiovascular y anestésica preoperatoria. A todos los individuos se les solicitaron estudios de laboratorio generales, así como radiografía anteroposterior de tórax, electrocardiograma y, en casos de antecedente de enfermedad cardiovascular, ecocardiograma transtorácico.

Posteriormente al procedimiento quirúrgico, los sujetos permanecieron en el área de recuperación de quirófanos centrales durante un periodo de una a dos horas y se trasladaron al área de hospitalización. Las primeras 24 horas postoperatorias se indicó reposo absoluto y tolerancia a la vía oral y un esquema analgésico. Al primer día postoperatorio, se indicó deambulación asistida y terapia analgésico relajante. Se indicó egreso hospitalario al segundo o tercer día postoperatorio de acuerdo con la condición clínica de la persona.

El seguimiento se dio por la consulta externa en la que se citaron los pacientes a las dos semanas, al

mes, a los tres y seis meses, y posteriormente, cada año. Se tomaron estudios de imagen de control al mes y al año tras la cirugía, y después en caso de persistencia del dolor o recaída en la sintomatología. Se realizaron escalas de VAS y ODI anuales al seguimiento; el análisis se realizó con las últimas valoraciones registradas en el expediente clínico.

Técnica quirúrgica

Previa valoración anestésica, ingresaron los pacientes a la sala de operaciones, donde se les colocó un acceso venoso periférico, administrando una carga hídrica de 500 mL de coloides; se realizó monitoreo no invasivo con electrocardiograma continuo (EKG) en DII y V5, presión arterial no invasiva, saturación parcial de oxígeno ($\text{SPO}_2\%$) e índice biespectral; para la intubación orotraqueal, se aplicó una dosis de cisatracurio a 0.15 mg/kg. La técnica anestésica utilizada fue la técnica total intravenosa con base en propofol y fentanil, por ser la que menos afecta al MNO.³

Los individuos fueron colocados en decúbito ventral, en mesa electrónica tipo Jackson Spine®. Se llevó a cabo el marcaje preoperatorio del sitio quirúrgico con fluroscopia, y el lavado del sitio quirúrgico con iodopolivinilpirrolidona y gluconato de clorhexidina. Se realizó incisión sobre la línea media con disección subperióstica del músculo erector de la columna en sentido lateral hasta exposición de las articulaciones facetarias de los niveles a intervenir. Se realizó disección y resección del ligamento amarillo de forma bilateral en sentido lateral hasta el foramen interespinal, conservando el ligamento interespinal y supraespinal. Se hizo foraminotomía con resección de un tercio de la faceta articular. Se verificó por neurofisiología mejora en los parámetros evaluados. En caso de degeneración discal importante, se realizó discoidectomía y colocación de caja intersomática de PEEK rellena con injerto óseo y osteoconductor de fosfatos de calcio por PLIF. Se colocó fijador interespinal rígido tipo ASPEN® en los niveles intervenidos. Se cerró por planos con colocación de 1 g de vancomicina en polvo superficial a la aponeurosis lumbar e infiltración con ropivacaína al 1% de tejidos blandos (*Figuras 1 y 2*).

Monitorización neurofisiológica operatoria

La monitorización neurofisiológica operatoria se llevó a cabo con un equipo de vigilancia neurofisiológica transoperatoria marca XLTEK, modelo Protektor IOM, Ontario, Canadá, de 32 canales de adquisición,

ocho canales de potenciales evocados somatosensoriales, ocho canales de actividad electromiográfica continua y ocho de potenciales motores con estimulación eléctrica cerebral transcraneal; ésta consistió en potenciales evocados somatosensoriales y dermatomales (PESS) y potenciales motores (PM) con electromiografía (EMG) continua a través de: (A) colocación de electrodos transcutáneos con agujas mo-

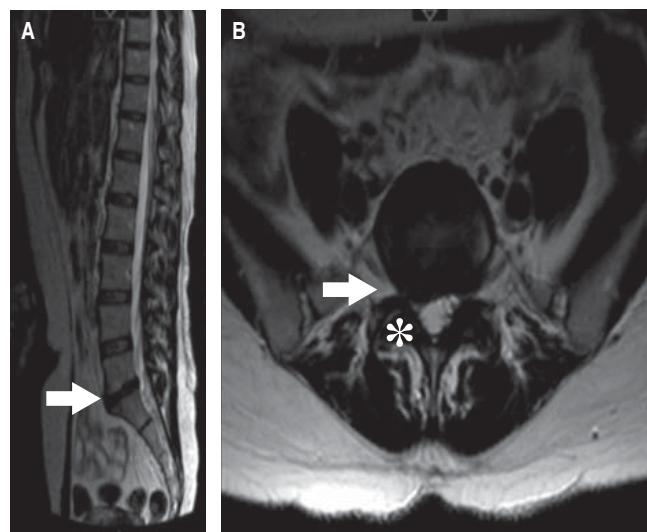


Figura 1. Resonancia magnética de paciente con espondilosis lumbar. (A) Corte sagital en T2; se observa discopatía degenerativa L4-L5 con disminución del espacio intersomático y disminución del canal medular (flecha). (B) Corte axial en T2; se observa estenosis foraminal (flecha) a expensas de hipertrofia facetaria bilateral e hipertrofia de ligamentos amarillos (asterisco).

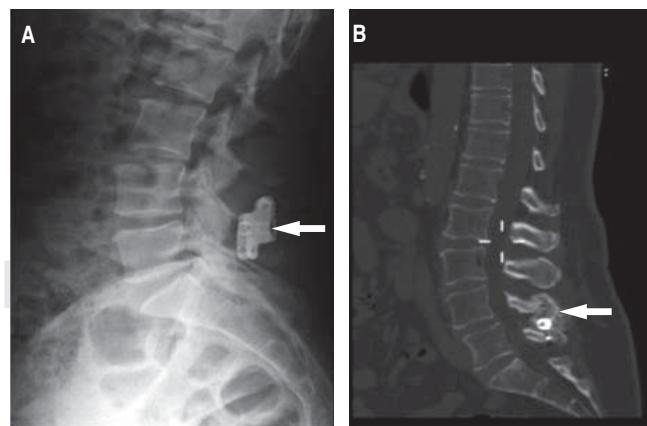


Figura 2. Estudios de seguimiento postoperatorio. (A) Radiografía lateral de columna lumbar en la que se observa la posición del fijador interespinal tipo ASPEN (flecha). (B) Tomografía computadora de columna lumbar en corte sagital en la que se observa fusión intervertebral por artrosis posterior (flecha).

nopulares en territorio de nervios tibiales posteriores y peroneos; (B) colocación de electrodos de registro de aguja en músculos vastolateral, tibial anterior, gastrocnemio y extensor corto de los dedos y registro de EMG continua de la musculatura correspondiente, lo que ayudó a identificar estímulos indeseados al instante sobre las raíces nerviosas; (C) colocación de electrodos transcraneales para PM y aplicación de estímulos simples en cráneo, pareados o en forma repetitiva de 0.5 mS de duración, con frecuencia de 450Hz e intensidad individualizada hasta un máximo de 200 mA; los parámetros de adquisición con filtro de frecuencia baja de 10Hz y alta de 1.5Hz, con una sensibilidad entre 200 y 400 uV/div y un tiempo de análisis de 20 ms/div; y (D) comparación del registro pre- y postoperatorio en amplitud y latencia de la respuesta PESS. Los datos de alarma fueron: aumento en las latencias del 10% o disminución en las amplitudes mayor al 50%.

Las ventajas de esta herramienta auxiliar son que tiene una sensibilidad del 92 y 98% de especificidad para detectar complicaciones postoperatorias,⁵ técnicamente es fácil de realizar, no tiene contraindicaciones y se puede combinar con otras técnicas de monitorización como los potenciales evocados neuromodulatorios mixtos, que permiten la monitorización completa de la médula espinal y se obtienen con la estimulación a través de electrodos flexibles que se insertan al espacio epidural,⁶ o la presencia de ondas D, que permiten la monitorización de la vía motora desde la corteza hasta el electrodo espinal a través de la estimulación de la corteza cerebral y el registro a nivel de T11 y a nivel del segmento caudal del campo quirúrgico; permite la evaluación específica de la vía motora, se puede determinar el nivel de la lesión y tiene valor pronóstico;^{7,8} y finalmente, la monitorización de tornillos pediculares, en la que se estimula eléctricamente cada tornillo transpedicular colocado, con el registro en los miotomas correspondientes.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico con las pruebas de t de Student o ANOVA de un factor para cada una de las variables analizadas. Se utilizó el programa SPSS versión 21.0.

RESULTADOS

El promedio de edad fue de 51 años; el 58% de los pacientes fueron mujeres, con un tiempo de evolución

del cuadro clínico de 30.1 meses previo al diagnóstico. Los hallazgos prequirúrgicos fueron: el lado izquierdo fue el más afectado, en el 47.3% de los individuos; un 67% de los casos presentó dolor tanto axial como radicular, dolor con EVA 8/10 en promedio, con una media para el ODI preoperatorio de 33%, y 75% de los sujetos, lo que los coloca en el grupo de discapacidad moderada de acuerdo con esta escala. Se presentó un déficit motor en el 33% y sensitivo en el 78.6% en la valoración clínica inicial. El nivel lumbar afectado con mayor frecuencia fue L4-L5 (43.8%), y 70% de las personas presentaron patología en un solo nivel lumbar; el resto, en dos o más niveles lumbares (*Cuadro I*).

El 89.3% (n = 100) de los enfermos fue sometido a cirugía para descompresión y colocación de fijador interespinal rígido tipo ASPEN®, y al resto, 10.7%, (n = 12) le fue colocada, además, caja intersomática por PLIF.

El MNO registró una respuesta inicial promedio de latencia en los PESS de 41.3 mS y de amplitud de 0.73 uV; en el postoperatorio se registró una respuesta de latencia de 41.6 mS y de amplitud de 1.1 uV, con una diferencia estadísticamente significativa en ambas. El porcentaje promedio de mejoría en la latencia fue de 0.7% y en la amplitud de 35.1%.

El tiempo de seguimiento promedio fue de 29 meses con dolor postoperatorio promedio de 3 en la EVA en las citas subsecuentes, con ODI postoperatorio promedio de 22%, con una mejoría del 11.6%; 49.1% de los pacientes presentaron discapacidad leve y 44.6%, discapacidad moderada en el seguimiento. Se presentaron dos individuos con extrusión de la caja intersomática

Cuadro I. Variables epidemiológicas y clínicas.

	n = 112
Edad	51 años ± 13.3
Género	Femenino: 58% (65) Masculino: 42% (47)
Tiempo de evolución	30.1 meses ± 49.8
Lado afectado	Ninguno: 7 (6.3%) Izquierdo: 53 (47.3%) Derecho: 26 (23.2%) Bilateral: 26 (23.2%)
ODI preoperatorio	42 ± 14%
Nivel lumbar afectado	L2-L3: 3.6% (4) L3-L4: 6.3% (7) L4-L5: 43.8% (49) L5-S1: 16.1% (18) L3-L5: 5.4% (6) L4-S1: 22.3% (25) L3-S1: 2.7% (3)

y radiculopatía severa que requirieron reintervención. En el seguimiento, seis sujetos (5.4%) necesitaron reoperación por persistencia o recidiva de la sintomatología. No tuvimos deserciones en el seguimiento.

El análisis estadístico mostró que la medición de la amplitud de los PESS operatorios se relacionó con el grado de mejoría funcional de acuerdo con la ODI en el seguimiento postoperatorio (*Figura 3*). Para este análisis, se dividieron los pacientes en dos grupos: en el primero, aquellos con un ODI < 20, y en el segundo, con un ODI > 20 posterior a la cirugía. En el primero, el valor promedio fue de 1.2 uV, y en el segundo, 1 uV, habiendo una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.04$) que se correlacionó con el seguimiento longitudinal de estos individuos. La modificación de latencias pre- y postquirúrgicas no tuvo diferencia estadísticamente significativa en estos grupos (*Cuadros II y III*).

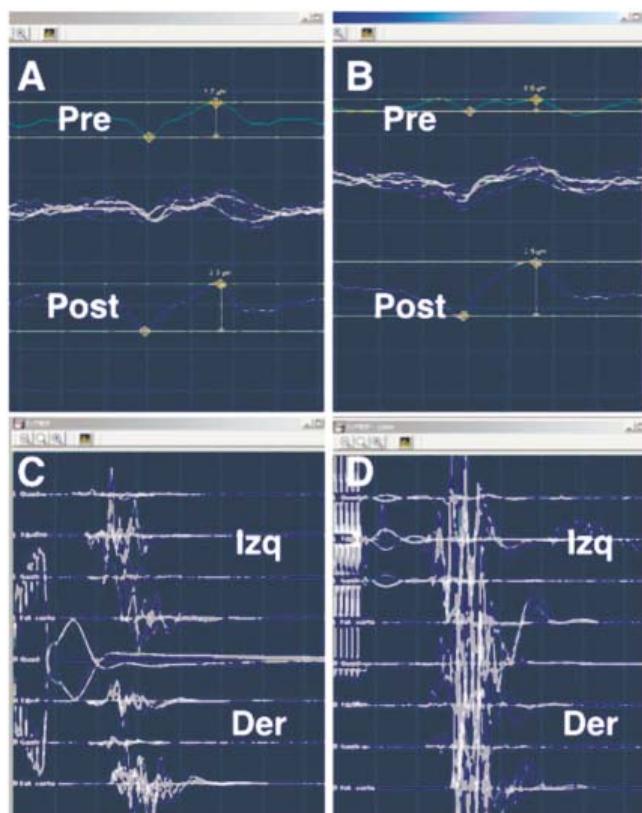


Figura 3. Potenciales evocados somatosensoriales (PESS) de nervios tibiales posteriores izquierdo (**A**) y derecho (**B**). En la imagen superior se encuentra la respuesta preoperatoria y en la inferior, la postoperatoria, en donde se aprecia mejoría de la amplitud bilateralmente con predominio derecho, sin modificación de la latencia. (**C** y **D**) Potenciales motores muestran en **C** registro control y **D** registro postoperatorio, con mejoría significativa del voltaje.

DISCUSIÓN

La MNO es una disciplina en evolución constante que tiene como objetivo localizar y evaluar las estructuras neurales de acuerdo con sus bases funcionales durante un evento quirúrgico que involucre el tejido

Cuadro II. Resultados quirúrgicos y neurofisiológicos.

	(1)	79.5% (89)
Procedimiento quirúrgico	(2)	20.5% (23)
Latencia PESS preoperatoria	41.2 mS ± 3.7	
Latencia PESS postoperatoria	41.6 mS ± 3.8	
Porcentaje de mejora	0.69%	
Amplitud PESS preoperatoria	0.73 uV ± 0.42	
Amplitud PESS postoperatoria	1.1 uV ± 0.5	
Porcentaje de mejora	35.1%	
Complicaciones postoperatorias	1.8% (2)	
Tiempo de seguimiento	29 meses ± 8	
EVA postoperatorio	3 ± 1	
ODI postoperatorio	22% ± 12	
Porcentaje de mejora en el ODI	11.6% ± 7.4	
Reintervención quirúrgica	5.4% (6)	

(1) Flavectomía/foraminotomía/microdiscoidectomía/colocación de fijador interespinal.

(2) Flavectomía/foraminotomía/discoidectomía/colocación de caja intersomática/colocación de fijador interespinal.

PESS = Potenciales evocados somatosensoriales.

EVA = Escala visual análoga del dolor.

ODI = Índice de discapacidad de Oswestry.

Cuadro III. Relación de la amplitud postoperatoria de los potenciales evocados somatosensoriales con los resultados quirúrgicos.

Variable	Valor	p = *
Género	Masculino: 1.2 mS ± 0.6 Femenino: 1.1 mS ± 0.5	0.2
Grupo de edad	> 65 años: 1.2 mS ± 0.6 < 65 años: 1 mS ± 0.3	0.4
Déficit motor preoperatorio	Presente: 1.12 mS ± 0.5 Ausente: 1.19 mS ± 0.6	0.5
Déficit sensitivo preoperatorio	Presente: 1.2 mS ± 0.5 Ausente: 1.03 mS ± 0.5	0.19
Procedimiento quirúrgico	(1) 1.1 ± 0.5 (2) 1 ± 0.4	0.44
Complicaciones postoperatorias	Presente: 1.3 mS ± 0.14 Ausente: 1.16 mS ± 0.5	0.38
Índice de discapacidad de Oswestry postoperatorio	< 20%: 1.2 ± 0.6 > 20%: 1 ± 0.47	0.046
Reintervención	Presente: 1.4 mS ± 0.6 Ausente: 1.15 mS ± 0.1	0.17

(1) Flavectomía/foraminotomía/microdiscoidectomía/colocación de fijador interespinal.

(2) Flavectomía/foraminotomía/discoidectomía/colocación de caja intersomática/colocación de fijador interespinal.

* Prueba estadística, se utiliza t de Student/muestra independiente.

nervioso; la MNO ayuda a lograr este objetivo al revelar la integridad fisiológica de la médula espinal y los nervios raquídeos durante un procedimiento quirúrgico de estas estructuras y notificar al cirujano la posibilidad de cualquier deterioro antes de la presencia de una lesión neurológica irreversible.²

Las Guías de Manejo de Cirugía de Columna Vertebral recomiendan realizar un estudio neurofisiológico multimodal operatorio con el fin de disminuir el índice de complicaciones postoperatorias en relación con la misma.⁹ El neuromonitoring en general provee poca información al cirujano en pacientes que presentan ya un déficit neurológico y se sugiere adaptarlo a las estructuras en riesgo durante el procedimiento de acuerdo con la cirugía planeada y las características del paciente.

El valor predictivo tanto positivo como negativo en estos estudios ha sido variable según el número de pacientes incluidos, pero todos coinciden en que ambos se elevan en el contexto de monitorización multimodal.^{2,3,5} La eficacia de la MNO en la cirugía de columna vertebral ha sido cuestionada en evaluaciones empíricas, reportándose series de casos retrospectivas y trabajos observacionales; algunas de estas investigaciones se enfocan en procedimientos vistos como de bajo riesgo para déficit postoperatorio y concluyen que la MNO sólo añade costos al procedimiento, sin beneficiar el desenlace clínico. Sin embargo, otros estudios encuentran diferencias significativas en la incidencia de complicaciones neurológicas postoperatorias en cirugía de columna lumbar, siendo este índice mayor en cirugías no monitorizadas; así mismo, encontraron una disminución significativa en el tiempo de estancia hospitalaria. Estos factores contribuyeron a que en el análisis de regresión logística, la diferencia en los costos globales —aunque mayores con la MNO— no fuera tan grande,¹ lo que coincide con los resultados encontrados en el presente trabajo.

La aportación de nuestro estudio está relacionada con el hecho de que un mayor valor de amplitud sostenido de los PESS por MNO al finalizar la cirugía tiene mejor pronóstico de recuperación funcional de acuerdo con el ODI obtenido en el seguimiento postoperatorio en la cirugía lumbar para recalibrage foraminal y fijación interespinal. Dicho hallazgo refleja un menor daño axonal postoperatorio y, por lo tanto, una mayor posibilidad de recuperación radicular y sintomática (*Figura 1*). Por lo anterior, consideramos indispensable y de gran utilidad la MNO, ya que a pesar de la tasa baja de complicaciones quirúrgicas con relación al daño del tejido nervioso, cuando éstas

se presentan suelen ser catastróficas, y el aviso oportuno durante la cirugía de posible daño disminuye de forma significativa la incidencia de las mismas. Además, provee un valor pronóstico respecto a la posibilidad de recuperación funcional y sintomática en la evolución postoperatoria.

Los resultados en la cirugía de columna lumbar se relacionan con la correcta selección del paciente que es candidato a la misma, la elección juiciosa del procedimiento y una técnica quirúrgica adecuada; además, el uso rutinario en cirugía de columna lumbar de la MNO da un parámetro de referencia continuo durante el procedimiento, de forma que la comunicación constante entre el equipo de cirugía de columna, anestesiología y neurofisiología clínica permite lograr un mejor resultado terapéutico. Este estudio plantea la necesidad de realizar seguimientos conjuntos y simultáneos de los hallazgos clínicos y neurofisiológicos para una mejor correlación de los resultados aquí reportados.

CONCLUSIONES

La MNO es un recurso importante en la cirugía de columna lumbar, ya que aumenta la seguridad del procedimiento y nos da un valor pronóstico respecto al resultado quirúrgico en el seguimiento postoperatorio. Se requiere realizar estudios prospectivos aleatorizados para confirmar los hallazgos del presente estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Ney JP, van der Goes DN, Nuwer MR. Does intraoperative neurophysiologic monitoring matter in noncomplex spine surgeries? Neurology. 2015; 85 (24): 2151-2158.
- Kelleher MO, Tan G, Sarjeant R, Fehlings MG. Predictive value of intraoperative neurophysiological monitoring during cervical spine surgery: a prospective analysis of 1,055 consecutive patients. J Neurosurg Spine. 2008; 8 (3): 215-221.
- Collado MA, de Leo R, Sandoval V, Díaz A, Gutiérrez B, Shkurovich P. Vigilancia neurofisiológica transoperatoria multimodal en cirugía de columna. Cir Ciruj. 2009; 77 (5): 385-390.
- Fairbank JC, Couper J, Davies JB, O'Brien JP. The Oswestry low back pain disability questionnaire. Physiotherapy. 1980; 66 (8): 271-273.
- Nuwer MR, Dawson EG, Carlson LG, Kanim LE, Sherman JE. Somatosensory evoked potential spinal cord monitoring reduces neurologic deficits after scoliosis surgery: results of a large multicenter survey. Electroencephalogr Clin Neurophysiol. 1995; 96 (1): 6-11.
- Péreón Y, Nguyen The Tich S, Delécrin J, Pham Dang C, Bodin J, Drouet JC et al. Combined spinal cord monitoring using neurogenic mixed evoked potentials and collision techniques. Spine (Phila Pa 1976). 2002; 27 (14): 1571-1576.

7. Thompson PD, Day BL, Crockard HA, Calder I, Murray NM, Rothwell JC et al. Intra-operative recording of motor tract potentials at the cervico-medullary junction following scalp electrical and magnetic stimulation of the motor cortex. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1991; 54 (7): 618-623.
8. Deletis V, Sala F. Intraoperative neurophysiological monitoring of the spinal cord during spinal cord and spine surgery: a review focus on the corticospinal tracts. *Clin Neurophysiol*. 2008; 119 (2): 248-264.
9. Gavaret M, Jouve JL, Péréon Y, Accadbled F, André-Obadia N, Azabou E et al. Intraoperative neurophysiologic monitoring in spine surgery. Developments and state of the art in France in 2011. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2013; 99 (6 Suppl): S319-327.