



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
CENTRO MÉDICO AMERICAN BRITISH COWDRAY

**“VARIABILIDAD DE LAS RESPUESTAS NEUROFISIOLÓGICAS EN
CIRUGÍA DE COLUMNA DE MÍNIMA INVASIÓN”**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALIDAD EN
NEUROFISIOLOGÍA CLÍNICA

PRESENTA:

DRA. MÓNICA EDITH SALMERÓN MERCADO

TUTOR:

DR. OSCAR SÁNCHEZ ESCANDÓN

CO-AUTOR:

DR. SORIANO SÁNCHEZ JOSÉ ANTONIO

GENERACIÓN 2012 – 2014

MÉXICO, D.F.





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dr. Halabe Cherem José
Subdirector de Enseñanza e Investigación del Centro Médico ABC

Dr. Paul Shkurovich Bialik
Jefe del Departamento de Neurofisiología Clínica del Centro Médico ABC

Dr. Oscar Sánchez Escandón
Asesor de tesis, Adscrito al Departamento de
Neurofisiología Clínica del Centro Médico ABC

Dra. Mónica Edith Salmerón Mercado
Autor de tesis

CONTENIDO

| | Página |
|-----------------------------------|---------------|
| ANTECEDENTES (MARCO TEÓRICO)..... | - 4 - |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 10 |
| JUSTIFICACIÓN..... | 10 |
| HIPÓTESIS..... | 11 |
| OBJETIVOS..... | 11 |
| METODOLOGÍA..... | 12 |
| RESULTADOS..... | 18 |
| DISCUSIÓN..... | 28 |
| CONCLUSIONES..... | 33 |
| CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES..... | 34 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 35 |
| ANEXOS..... | 38 |

ANTECEDENTES (MARCO TEÓRICO)

El monitoreo neurofisiológico intraoperatorio (MNIO) ayuda en la evaluación del sistema nervioso durante las intervenciones quirúrgicas de columna, brindando información sobre la integridad funcional de estructuras neurales en pacientes anestesiados. ^(1, 2)

El objetivo del MNIO en la cirugía de columna es evaluar la integridad del sistema nervioso de manera continua, es decir, hacer cirugías más seguras mediante la detección de lesión neurológica incipiente en el momento en que puede evitarse o minimizarse. ^(2, 3, 20, 30, 45)

Por una parte, identifica la irritación neural o su lesión en el momento cuando el cirujano puede tomar medidas para reducirlo o revertirlo y por otro lado, define la naturaleza de la lesión de manera que le permita al cirujano completar el procedimiento sin riesgo durante la cirugía, o bien, minimizarlo. La etiología de la lesión neural es variable, y los mecanismos igualmente pueden variar desde un compromiso estructural relacionado a anatomía medular anormal, una lesión relacionada a la instrumentación, o incluso, ser secundario a insuficiencia vascular. Dichas estructuras en riesgo de lesión, son el nervio periférico, la raíz espinal y la médula espinal (ME), y en cada cirugía deben definirse las estructuras en riesgo de lesión para utilizar el protocolo de monitoreo multimodal más apropiado. ^(3, 25, 32)

En el MNIO, se deben agotar todas las posibilidades para identificar cambios antes de que ocurra un daño irreversible, y además, permitir la localización de las estructuras anatómicas en riesgo. Esto se logra utilizando los diferentes estudios neurofisiológicos de acuerdo a la cirugía planeada, PESS, PEM, PEATC, EMG, EEG de superficie en cirugía de carótidas y otras cirugías vasculares y Electrocorticografía para

determinar los márgenes de resección en cirugía de epilepsia y para monitorear crisis durante la estimulación eléctrica cerebral, así como el mapeo cerebral. ⁽⁴⁾

El registro de PESS se adaptó para su uso en quirófano con la finalidad de evaluar la integridad de las vías sensitivas en su paso por ME. Pueden registrarse repetidamente y son sensibles indicadores de la integridad de los cordones posteriores de la ME. La sensibilidad y especificidad de los PESS es diferente de acuerdo a su uso como prueba aislada o en conjunto con otras pruebas neurofisiológicas (monitoreo multimodal). Utilizados de manera aislada, la sensibilidad y especificidad va del cero al 100% y del 27 al 100% respectivamente, mientras que al utilizarlos como parte de monitoreo multimodal aumentan a 70 – 100% y 90 – 100%, respectivamente. ^(19, 35, 36, 28)

Los estímulos se hacen en nervios periféricos, típicamente en el tibial posterior y los registros, en su paso por la fosa poplítea, la médula espinal y el cuero cabelludo. Sin embargo, tanto los sitios de estímulo como de registro, estarán determinados por los niveles que sean intervenidos; por lo tanto en cirugías cervicales deben monitorearse PESS del nervio mediano y por debajo del nivel cervical, debe monitorearse el nervio tibial posterior. El registro de los relevos periféricos (fosa poplítea y hueco supraclavicular) permite saber que el sistema de registro está intacto y funciona apropiadamente. ⁽³⁾

Cuando hay pérdida o ausencia de registro en la localización periférica, lo primero a descartarse debe ser el malfuncionamiento técnico o anomalía en las vías de conducción periférica, más que una lesión medular. Por otro lado, si ocurre una lesión en el sitio de la cirugía los potenciales periféricos pueden no verse afectados. ⁽³⁾ Los criterios considerados de alarma para los PESS durante el MNIO es una disminución de la amplitud equivalente al 50% de los registros basales o un incremento en la latencia de más del 10%, siempre que se descarte que el cambio ocurrió por efecto anestésico o cambios de temperatura. ^(49, 50)

Los registros son hechos usando técnicas de promediación de señal que permite que potenciales pequeños en el rango de los microvoltios sean extraídos del ruido eléctrico en la señal de fondo. La promediación de señal requiere múltiples estímulos y un nuevo registro de PESS puede generarse a intervalos de 5 minutos. ⁽³⁾

La utilidad, al igual que las limitaciones del MNIO mediante PESS ya ha sido demostrada. El grupo de estudio, en relación a la cirugía de columna, de pacientes sobrevivientes de la *Scoliosis Research Society* y la *European Spinal Deformities Society* documentaron una reducción en la tasa de lesiones que iba de 0.7 a 4.0% antes del uso de PESS, a menos de 0.55% al empezar a utilizarlos. ⁽⁵⁾ Sin embargo, hay casos bien documentados de pacientes monitoreados con PESS que fallaron en detectar lesiones de la ME, cuyos principales mecanismos fisiopatológicos involucraron una causa vascular. ^(6, 7, 8) Es imprescindible, tener en mente que los PESS monitorizan solo las columnas dorsales, y ya que la mayor parte de los infartos medulares ocurren en la ME anterior, los PESS pueden permanecer sin cambios ante la presencia de isquemia. ^(3, 38)

Para tal fin, se propuso el monitoreo de los potenciales evocados motores (PEM), que vigilan la integridad de las columnas laterales y anteriores de la ME y por lo tanto se verían afectados al disminuir el flujo sanguíneo de la arteria espinal anterior. ⁽³⁾ Las técnicas de monitoreo de los PEM, son entre otras, estimulación directa de la ME rostral y estimulación magnética transcraneal (*emt*), siendo ésta última la técnica más utilizada mediante un protocolo que incluye 4 a 6 estímulos a intervalos de 2 ms, con el registro en múltiples músculos de ambos lados mediante electrodos de aguja intramusculares. ^(3, 12)

Igual que otros métodos de MNIO, los PEM, tienen ventajas y desventajas. La principal desventaja es que se requiere minimizar o evitar el uso de bloqueadores musculares y otros anestésicos. Por otro lado, al realizar la estimulación, se producirán movimientos de los músculos axiales o de las extremidades que deben informarse

previamente al cirujano, para evitar que el tren de estímulos cause movimientos del paciente en una parte crítica de la cirugía. Cuando es utilizada como única técnica en el MNIO, su sensibilidad y especificidad son de 81 a 100% y su valor predictivo negativo es de 97 a 100%.^(21, 34, 35, 49) Además de estas precauciones generales, el monitoreo de PEM está contraindicado en pacientes con epilepsia, lesiones corticales, defectos craneales, aumento de la presión intracraneal, implantes quirúrgicos intracraneales, marcapasos cardíacos u otras bombas implantadas, aunque en general la tasa de complicaciones por monitorear PEM con *emt*, es muy baja.⁽¹³⁾ Su principal ventaja, es el poco tiempo que requiere la aplicación del estímulo, obteniendo información en menos de un minuto permitiendo el curso normal de la cirugía y tomando muestras en los momentos críticos de la misma.⁽³⁾

Las mismas agujas intramusculares pueden utilizarse para el registro de la actividad muscular espontánea de manera continua mediante el registro de electromiografía (EMG), en el momento que raíces y nervios periféricos están en riesgo de una lesión potencial (irritación por tracción, o compresión). Esta actividad se comporta como descargas neurotónicas (trenes de PUMs) en el o los músculos que inerva dicho nervio o raíz. La EMG es más útil para procedimientos donde las raíces nerviosas están en mayor riesgo de lesión, involucrando principalmente procedimientos a nivel lumbar y cervical. La estimulación indirecta de los nervios o raíces a través del tornillo transpedicular, puede reducir el riesgo potencial de lesión a la raíz nerviosa y el dolor e inestabilidad subsecuentes, excepto cuando un tornillo mal colocado no está cerca del nervio, ya que entonces no habrá activación muscular o solo aparecerá con estímulos de gran intensidad.^(21, 38, 51) Si al contrario, está muy cerca del nervio, pueden producirse PUMs ante estímulos de muy baja intensidad. Cuando se produce una respuesta con estímulos de 10 mA o menor, indica lesión del pedículo y si se produce a estímulos de menos de 6 mA representa contacto directo del tornillo con la raíz nerviosa.^(3, 51)

La sensibilidad reportada para la EMG es de 46% y la especificidad de 73% al utilizarla de manera aislada, y al conjuntarla con otras modalidades, tanto sensibilidad como especificidad pueden alcanzar el 100%, con un valor predictivo negativo de 96 a 100%.^(11, 28)

El MNIO, ha demostrado su alta sensibilidad y especificidad para detección de lesiones. Por lo tanto, al enfrentarse el cirujano a un procedimiento donde se sabe que existe un alto riesgo de provocar una lesión severa, el MNIO es claramente crítico para mejorar los resultados, sin embargo, en procedimientos de bajo riesgo de lesión, su utilidad no está bien definido. Debido a estas circunstancias, las recomendaciones de cuando utilizar MNIO se basan principalmente en el costo/efectividad del mismo, por lo que el beneficio está bien establecido en grupos específicos como los pacientes jóvenes sometidos a cirugía por escoliosis, pero se considera poco racional su uso en pacientes ancianos con múltiples comorbilidades⁽⁹⁾. La descripción de grupos mayormente beneficiados con el MNIO, resulta muy reducido, excluyendo a la mayor parte de pacientes sometidos a cirugías de columna. Considerando que disminuye el riesgo de provocar una lesión durante la cirugía, este beneficio no debería ser tan limitado, por lo que, ante ambas posturas, la *American Clinical Neurophysiology Society* recomienda evitar reglas rígidas.⁽²⁾

La evidencia científica, ha validado el MNIO como una herramienta diagnóstica para evaluar la función de la ME y raíces espinales durante la cirugía de columna cervical, torácica y lumbar, y además ha comprobado que la electromiografía es altamente confiable para predecir la localización de los tornillos transpediculares. No debemos olvidar que el MNIO se basa en un modelo de detección de lesiones, y su uso no intenta mejorar o predecir los resultados quirúrgicos. Al no haber estudios aleatorizados y controlados, la afirmación de que la eficacia del MNIO lleva a una mejoría de los resultados neurológicos en la cirugía no son concluyentes.⁽¹⁰⁾

En las cirugías de columna pueden emplearse una gran variedad de técnicas para el MNIO según el sitio de la cirugía. En la actualidad se considera que el monitoreo de PESS y PEM, son las modalidades más frecuentemente usadas, en especial en microcirugía compleja de columna. ^(38, 39)

No podemos dejar de mencionar el efecto de los fármacos anestésicos sobre los potenciales evocados, que en su mayoría causan depresión de la amplitud e incremento de la latencia. Los PEMs mediante emt son particularmente sensibles a la interferencia por agentes anestésicos, y en menor grado los PESS. La excepción notable a esto incluye agentes anestésicos intravenosos como etomidato y ketamina, que refuerzan la amplitud de PESS y PEM. El uso de etomidato, sin embargo se ve limitado por la inestabilidad hemodinámica secundaria a supresión adrenocortical, por lo que algunos autores consideran la ketamina como el anestésico ideal. ⁽³⁾ Los agentes halogenados, producen un incremento de la latencia y reducción de la amplitud de los PESS en relación a la dosis utilizada, y causan una abolición total de los PEM, por lo que la recomendación es evitar agentes anestésicos volátiles. La recomendación general para optimizar el MNIO es el uso del protocolo de anestesia total intravenosa (TIVA) con propofol y fentanil. Con el uso de un protocolo de anestesia estandarizado, el impacto sobre los PESS es predecible. La aplicación controlada de sedantes y analgésicos permite el registro estable de PESS en la mayoría de los casos. ⁽¹⁴⁾

Como se ha mencionado previamente, existen antecedentes de cirugías medulares con MNIO sólo mediante PESS, que a pesar de no haber mostrado cambios o datos de alarma durante el procedimiento, ^(19, 21, 29) los pacientes cursaban con nuevos déficits neurológicos postquirúrgicos transitorios o permanentes ^(32, 35, 42), lo cual refuerza la recomendación del uso de MNIO multimodal, ^(25, 26, 34, 37, 38) sin resultar relevante el hecho de que el procedimiento se realice bajo una técnica quirúrgica abierto o de mínima invasión. ^(14, 39, 41, 43)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La descripción de las respuestas de PESS, PEM, EMG y su variabilidad, han sido ampliamente investigadas y reportadas para demostrar la utilidad de las mismas en el MNIO, sin embargo, estas descripciones no han sido realizadas específicamente en aquellos pacientes intervenidos con diversas técnicas de cirugía de mínima invasión.

Una vez establecida la variabilidad de dichas respuestas, se puede buscar una asociación entre dichas variaciones y los resultados clínicos postquirúrgicos, permitiendo, de manera indirecta una aproximación de los resultados esperados.

JUSTIFICACIÓN

Realizar la descripción de la variación de los registros neurofisiológicos en sus diferentes modalidades, en un subgrupo de pacientes sometidos a cirugía de columna de mínima invasión y buscar la correlación entre dicha variación y el estado clínico del paciente, puede ser de utilidad para determinar si el MNIO tiene un papel predictivo en el pronóstico del paciente.

Demostrar o descartar la utilidad del MNIO en la evolución clínica del padecimiento, puede brindar una utilidad extra de ésta técnica, además de las ya conocidas.

HIPÓTESIS

La mejoría en los registros neurofisiológicos intraoperatorios, guardan una correlación con la mejoría clínica del paciente a los 3 meses de la cirugía.

OBJETIVOS

Objetivo principal:

Describir la variación de las respuestas basales de PESS, PEM y EMG durante el MNIO en cirugía de columna de mínima invasión, en relación a las respuestas postquirúrgicas y buscar una correlación entre la modificación de dichas respuestas y los cambios en el estado clínico y de calidad de vida del paciente en el seguimiento postoperatorio.

Objetivos específicos:

1. Describir la variabilidad de las respuestas neurofisiológicas intraoperatorias por subgrupos de acuerdo al diagnóstico clínico, número de niveles medulares involucrados y el requerimiento o no de instrumentación en la cirugía.
2. Buscar la correlación entre el estado clínico prequirúrgico y posquirúrgico, con la variación de las respuestas neurofisiológicas monitorizadas de manera basal y al final de la cirugía.

METODOLOGÍA

Mediante un estudio de investigación con **diseño** retrospectivo de una corte transversal, se incluyó a la **población** de pacientes del Centro Médico ABC, mayores de 18 años de edad, detectados mediante evaluación clínica con diagnósticos que implicaran lesiones radicales a nivel lumbo – sacro o canal lumbar estrecho, corroborados por el departamento de Neurofisiología Clínica de este hospital con el estudio neurofisiológico correspondiente y con estudios de Neuroimagen (IRM).

Una vez establecido el diagnóstico se sometieron a los pacientes a la evaluación neurofisiológica correspondiente, mismo que incluyera al menos, potenciales evocados somatosensoriales segmentarios a nivel lumbo – sacras de L3 a S1, así como el estudio de los miotomas implicados, mediante electromiografía de aguja.

Aquellos pacientes candidatos a manejo quirúrgico, se sometieron al procedimiento mediante diferentes técnicas de cirugía mínimamente invasiva, realizando monitoreo de PESS de nervio tibial posterior de manera bilateral, al inicio, durante y al final de la cirugía; electromiografía de aguja en tiempo real de los miotomos implicados en el padecimiento incluyendo los músculos recto anterior, tibial anterior, gemelo medial y extensor corto de los dedos de manera bilateral, EMG provocada en aquellos pacientes que requirieron la colocación de tornillos transpediculares; y finalmente el monitoreo de potenciales evocados motores al inicio, durante y al final de la cirugía.

Se incluyeron a todos los pacientes sometidos a descompresión quirúrgica con cualquier técnica quirúrgica bajo el común denominador de la cirugía de mínima invasión, en el período de Marzo de 2010 a Marzo de 2013 que cumplieran con las características ya mencionadas.

Variables: edad, género, evaluación clínica que estableciera los diagnósticos de radiculopatía lumbo – sacra o canal lumbar estrecho y que incluyera la aplicación de escala visual análoga (lumbar y de extremidades inferiores) para evaluación del dolor y escala de Oswestry, tanto en el prequirúrgico como a los 3 meses después de la cirugía, sometidos a cirugías con técnicas de mínima invasión y bajo monitoreo neurofisiológico intraoperatorio multimodal.

Selección de **variables:**

- Edad: años cumplidos al momento de la inclusión en el estudio (cuantitativa, discreta).
- Género: femenino o masculino (cualitativa, nominal).
- Intensidad del dolor a nivel lumbar y en extremidad inferior, basal (prequirúrgico): De acuerdo a la escala visual análoga (EVA) al momento de la primer evaluación clínica (Anexo 1) (cualitativa, ordinal).
- Intensidad del dolor a nivel lumbar y en extremidad inferior postquirúrgico: Tomada de acuerdo a la escala visual análoga (EVA) a los 3 meses del procedimiento quirúrgico (Anexo 1) (cualitativa, ordinal).
- Impacto de los síntomas en la calidad de vida y actividades cotidianas del paciente basal (prequirúrgico): De acuerdo a la escala de Oswestry (Anexo 2) al momento de la primera evaluación clínica (cualitativa, ordinal).
- Impacto de los síntomas en la calidad de vida y actividades cotidianas del paciente postquirúrgico: De acuerdo a la escala de Oswestry (Anexo 2) a los 3 meses del procedimiento quirúrgico (cualitativa, ordinal).
- Potenciales evocados somatosensoriales de nervio tibial posterior, basales: primer registro realizado en la sala de quirófano antes del inicio del procedimiento quirúrgico y después de la inducción anestésica (cualitativa, ordinal).
- Potenciales evocados motores, basales: primer registro realizado en la sala de quirófano antes del inicio del procedimiento quirúrgico, pero después de la inducción anestésica (cualitativa, ordinal).

- Registro electromiográfico de aguja con registro intraoperatorio continuo: descripción de la presencia o ausencia de potenciales o descargas neurotónicas por irritación, transitorios o continuos (cualitativa, ordinal).
- Potenciales evocados somatosensoriales de nervio tibial posterior al final de la cirugía: último registro realizado antes del cierre de planos superficiales (cualitativa, ordinal).
- Potenciales evocados motores al final de la cirugía: último registro realizado antes del cierre de planos superficiales (cualitativa, ordinal).

Criterios de Inclusión: Se incluyeron a todos los pacientes que cumplieran con las siguientes características:

- Pacientes con diagnóstico establecido de radiculopatía lumbo – sacra o canal lumbar estrecho, manifestando síntomas que incluyeran diferentes grados de dolor lumbar o ciático, con repercusión en sus actividades cotidianas y diferentes grados de incapacidad.
- Mayores de 18 años.
- Sometidos a cirugía de columna cualquier técnica de mínima invasión, bajo monitoreo neurofisiológico intraoperatorio multimodal, con o sin instrumentación quirúrgica.
- Evaluación clínica que incluyera la aplicación de la escala visual análoga lumbar y de extremidad inferior así como la escala de Oswestry antes de la cirugía y a los 3 meses en el seguimiento posquirúrgico.

Criterios de Exclusión: Aquellos que no cumplieran con todas los criterios de inclusión.

Criterios de Eliminación.

- Pacientes perdidos en el seguimiento.
- Pacientes que no se les realizaron escala visual análoga lumbar, de extremidad inferior y/o de Oswestry a los 3 meses del seguimiento postquirúrgico.

Se utilizaron tanto la escala visual análoga de dolor aplicadas para la región lumbar y de extremidad inferior, (Anexo 1) para la conversión de la percepción de la intensidad de dolor a una escala ordinal al igual que la escala de Oswestry (Anexo 2) para cuantificar el impacto del dolor en las actividades cotidianas del paciente.

Métodos de recolección de la información. Se hizo una revisión de los expedientes de estos pacientes para la obtención de los datos demográficos y poblacionales tales como edad y género, datos clínicos para establecer los diagnósticos de radiculopatía o canal lumbar estrecho, así como la intensidad y localización del dolor y el impacto en sus actividades cotidianas (escala visual análoga y escala de Oswestry), la variación de estos síntomas a los 3 meses de la cirugía, todos, datos registrados en el expediente, así como los valores cuantitativos y/o cualitativo de las variables neurofisiológicas basales (prequirúrgicas) y al final de la cirugía.

Procedimientos. Todos los pacientes fueron sometidos a monitoreo neurofisiológico continuo, bajo anestesia general incluyendo principalmente relajantes musculares durante la inducción anestésica y gases halogenados a lo largo del procedimiento, pero en ninguna ocasión fueron sometidos a la recomendada técnica de anestesia total intravenosa (TIVA). Los datos específicos de las cifras de presión arterial media se mantuvieron de acuerdo al protocolo por encima de 80 mmHg.

El monitoreo en todos los casos fue realizado por el mismo neurofisiólogo clínico, e incluyó:

- **PESS:** obtenidos mediante promediación de señal aplicando estímulos al nervio tibial posterior de manera bilateral, en un punto intermedio entre el tendón de Aquiles y el maléolo medial, con intensidades entre 30 y 40 mA, de 5 Hz, en pulsos de 200 a 500 estímulos, y con una duración del estímulo de 200 μ s.

Los parámetros para el registro se mantuvieron con un filtro de baja frecuencia de 30 Hz y el de alta en 2500 Hz. Los electrodos de registro fueron colocados en

Cpi, CPz (línea media entre Cz y Pz del sistema 10 - 20), C5s, T12s sobre el proceso espinoso de T12 y la Referencia en Fpz (línea media, frontopolar).

Al potencial somatosensorial obtenido se le realizó medición de las amplitudes en microvoltios y de las latencias en milisegundos, así como análisis de la morfología verificando la presencia de un componente N37 y P45.

La presencia de diferencias significativas en la amplitud (mayor al 50%) lado a lado se clasificó como un PESS anormal por asimetría, al igual que aquellos con latencias corticales (P45) por arriba de 46 ms para menores de 60 años y por arriba de 48.9 ms para mayores de 60 años, o con amplitudes $< 0.6 \mu\text{V}$ en menores de 60 años y $< 0.3 \mu\text{V}$ en mayores de 60 años.

Durante el monitoreo intraoperatorio, se consideraron datos de alarma la presencia de incremento en la latencia 10% por arriba del valor basal o caída en su amplitud mayor o igual a 50% en relación a los PESS basales.

- **PEM:** Para obtener una mejor señal y de acuerdo a las recomendaciones en cirugías de columna, los PEMs fueron obtenidos mediante la aplicación de trenes cortos de estímulos eléctricos transcraneales con registros en los músculos tibiales anteriores mediante dos electrodos de aguja subdérmica en cada lado, colocados con una distancia interelectrodo de 2 cm. Dichos electrodos fueron además utilizadas para el registro de EMG de la raíz L4 bilateral. El estímulo se aplicó mediante electrodos de aguja subcutáneos colocados en el cuero cabelludo a nivel de C3 y C4 (de acuerdo al Sistema Internacional 10 – 20). Cada tren aplicaba un total 5 pulsos a una frecuencia de 500 Hz y una duración de pulso de 0.05 milisegundos e intervalo interestímulo de 2 a 3 milisegundos, con intensidades de 200 a 400. Los parámetros de registro de la señal incluyeron filtros entre 10 Hz y 2 kHz, con ganancia ajustada desde 50 hasta 1000 mV/división.

Se tomaron mediciones al inicio de la cirugía y en momentos críticos de riesgo para la vía corticoespinal, (previa notificación al equipo quirúrgico) y al final de la misma, tomando en cuenta la presencia de N1 (primer onda negativa posterior al

estímulo). Se evaluó la presencia de respuestas y se consideraron datos de alarma cuando se presentó una disminución de la amplitud de la onda N1 de 50% o más y un incremento en la latencia de 15% o más en relación a los valores basales.

- **EMG:** de acuerdo a los niveles radicales afectados se realizó monitoreo de los miotomos correspondientes (L3 recto femoral, L4 tibial anterior, L5 extensor corto de los dedos, S1 gemelo medial) con electrodos de aguja, de manera continua durante todo el procedimiento quirúrgico, determinando la presencia de potenciales espontáneos como un dato de irritación de la raíz correspondiente, que podía ser sostenida o no.

En los pacientes sometidos a instrumentación se aplicaron estímulos directos sobre los tornillos mediante estimuladores de caimán, con una intensidad entre 5 y 40 mA, verificando la intensidad requerida para producir PAUMs y de manera indirecta la cercanía del mismo al tornillo transpedicular.

Métodos estadísticos. Se realizó un análisis descriptivo de las características basales de los pacientes empleando medidas de frecuencia, tendencia central y de dispersión. Se emplearon las pruebas de Chi cuadrada y U de Mann-Whitney para el análisis de variables no paramétricas (comparando las medidas prequirúrgicas con las postquirúrgicas). No se realizó análisis posthoc debido al tamaño de la muestra y se consideró un nivel de significancia estadística de 95% para las pruebas realizadas. El análisis se llevó a cabo con el programa SPSS versión 20.0.0. (Copyright SPSS Inc., 1989-2011).

Consideraciones éticas. No se realizó ningún procedimiento fuera del lineamiento para el protocolo de estudio o de tratamiento de los pacientes con diagnóstico de radiculopatía lumbo – sacra o canal lumbar estrecho, que pusiera en riesgo la integridad física ni moral de los pacientes.

RESULTADOS

La muestra total de pacientes encontrados con los diagnósticos de radiculopatía lumbo – sacra o canal lumbar estrecho sometidos a cirugías de mínima invasión, en el periodo de Marzo de 2010 a Marzo de 2013 fue de 183 pacientes, de los cuales fueron excluidos aquellos que no contaban con la aplicación de las escalas de Oswestry y escala visual análoga lumbar y de extremidades inferiores antes del evento quirúrgico y estrictamente a los tres meses del procedimiento, quedando una muestra de 65 pacientes.

De estos 65 pacientes, 37 registros neurofisiológicos no fueron rescatados del respaldo de datos, por lo que también fueron eliminados, dejando una muestra total analizada de 28 pacientes. (Figura 1)

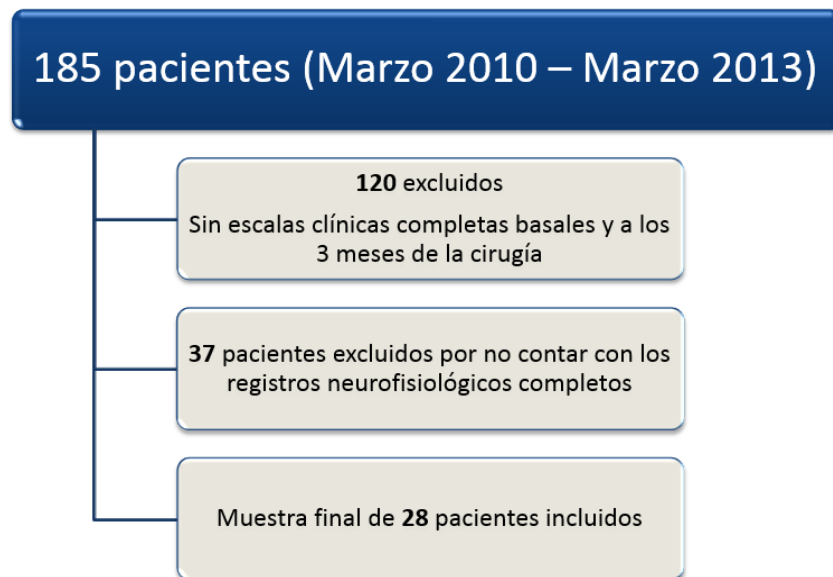


Figura 1. Selección de la muestra de pacientes.

Las características demográficas de la población de estudio, tal como se resumen en la Tabla 1, incluyó a un total de 28 pacientes, con una edad promedio de 59 años (± 17 años), de los cuales 11 fueron mujeres y 17 hombres. Todos fueron sometidos a cirugías con diversas técnicas de mínima invasión (Gráfica 1) incluyendo TLIF, XLIF, microdescompresión por disquectomía, laminotomía, foraminotomía y en dos pacientes exéresis de quiste sinovial que estaría ocasionando un cuadro clínico de radiculopatía.

En 21 pacientes el diagnóstico establecido de acuerdo a la evaluación clínica, de imagen y neurofisiológica, fue de radiculopatía lumbo sacra y en 7 pacientes de canal lumbar estrecho. De todos ellos, 15 requirieron instrumentación quirúrgica.

| | Media \pm (DE) | N (%) |
|------------------------|------------------|-----------|
| Edad | 59 (± 17) | |
| Género | | |
| Femenino | | 11 (39) |
| Masculino | | 17 (61) |
| Instrumentación | | 15 (53.6) |
| Diagnóstico | | |
| Radiculopatía | | 21 (75) |
| Canal lumbar estrecho | | 7 (25) |

Tabla 1. Características demográficas de la población de estudio.

El resultado del registro neurofisiológico basal se resume en la Tabla 2. Los PESS basales, fueron encontrados anormales de acuerdo a los criterios estandarizados de normalidad de la Clínica Mayo). Se catalogaron igualmente como anormales, cuando se encontraron latencias y/o amplitudes fuera de los rangos normales, o bien por asimetrías significativas en amplitud y/o latencia. Durante el monitoreo intraoperatorio, no se presentaron datos de alarma en el registro de PESS de ninguno de los pacientes.

Los PEM basales, fueron obtenidos sólo en 16 pacientes, 13 del grupo de radiculopatía lumbo sacra y 3 del grupo de canal lumbar estrecho, probablemente debido al uso de relajantes musculares durante la inducción anestésica.

El registro continuo de electromiografía de aguja, demostró la presencia de descargas neurotónicas en 7 pacientes de manera transitoria. No se reportó la presencia de potenciales irritativos inducidos al momento de aplicar estimulación directa sobre los tornillos, por lo que no existió la necesidad de recolocación de tornillos en ninguno de ellos.

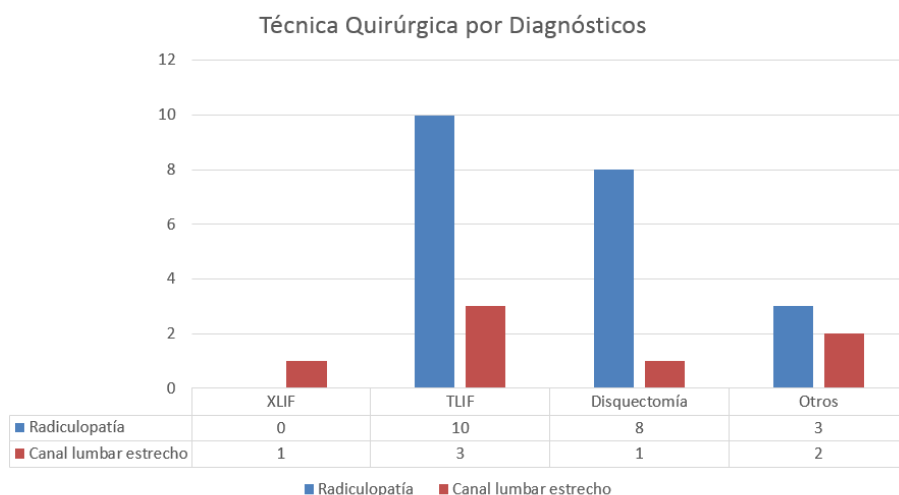


Gráfico 1. Técnicas quirúrgicas utilizadas.

Con respecto a las variables clínicas basales, no se demostraron diferencias significativas en la intensidad de los síntomas evaluados mediante la escala visual análoga a nivel lumbar ni de extremidades inferiores, tanto para el resultado global como al analizarlos por subgrupos de diagnóstico. Por otro lado, el grado de impacto en actividades cotidianas evaluado mediante la escala de Oswestry, demostró valores por encima de 40% (discapacidad severa a grave) con mayor frecuencia en el grupo de pacientes con el diagnóstico de canal lumbar estrecho en relación al grupo con radiculopatía lumbo – sacra (Tabla 2).

Para el análisis de la variación en las respuestas neurofisiológicas se conformaron dos subgrupos de acuerdo al número de niveles medulares intervenidos. El primer grupo incluyó a los pacientes intervenidos sólo de un nivel medular (19 pacientes) y el segundo a los pacientes sometidos a intervención de dos o más niveles medulares (9 pacientes). En todos los casos, los PESS demostraron cambios al final de la intervención quirúrgica debido a mejoría del registro, por incremento en la amplitud de los mismos. En cuanto a los PEM, sólo en 4 pacientes se obtuvo una mejor integración del potencial en el último registro intraoperatorio, dos del grupo de un nivel medular (11.7%) y dos del grupo de dos o más niveles medulares (28.5%) (Tabla 3).

| | | Radiculopatía (N=21) | Canal lumbar estrecho (N=7) | Total (N=28) |
|---|-------------|-----------------------------|------------------------------------|---------------------|
| | | N (%) | N (%) | N (%) |
| PESS Basales | Anormales | 21 (100) | 7 (100) | 28 (100) |
| PEM Basales | Presente | 13 (61.9) | 3 (42.8) | 16 (57.1) |
| Oswestry | 20% o menos | 4 (19.0) | 0 (0.0) | 4 (14.3) |
| prequirúrgico | 20 a 40% | 11 (52.4) | 1 (14.3) | 12 (42.9) |
| | 40 a 60% | 3 (14.3) | 5 (71.4) | 8 (28.6) |
| | 60% o más | 3 (14.3) | 1 (14.3) | 4 (14.3) |
| EVA de extremidad inferior prequirúrgico | 1 a 3 | 2 (9.5) | 1 (14.3) | 3 (10.7) |
| | 4 a 6 | 3 (14.3) | 2 (28.6) | 5 (7.9) |
| | 7 a 10 | 12 (57.1) | 3 (42.8) | 15 (53.6) |
| | Sin dolor | 4 (19.0) | 1 (14.3) | 5 (17.9) |
| EVA lumbar prequirúrgico | 1 a 3 | 1 (4.8) | 1 (14.3) | 2 (7.1) |
| | 4 a 6 | 6 (28.6) | 1 (14.3) | 7 (25) |
| | 7 a 10 | 13 (61.9) | 5 (71.4) | 18 (64.3) |
| | Sin dolor | 1 (4.8) | 0 (0.0) | 1 (3.6) |

Tabla 2. Características neurofisiológicas y clínicas basales, de acuerdo al diagnóstico.

| | Un nivel (N = 19) N (%) | Dos o más (N = 9) N (%) | Total (N= 28) N (%) |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|
| PESS Postquirúrgicos | | | |
| - Sin cambios | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) |
| - Mejoría | 19 (100) | 9 (100) | 28 (100) |
| PEM Postquirúrgicos | | | |
| - Sin cambios | 17 (89.5) | 7 (77.8) | 24 (85.7) |
| - Mejoría | 2 (10.5) | 2 (22.2) | 4 (14.3) |

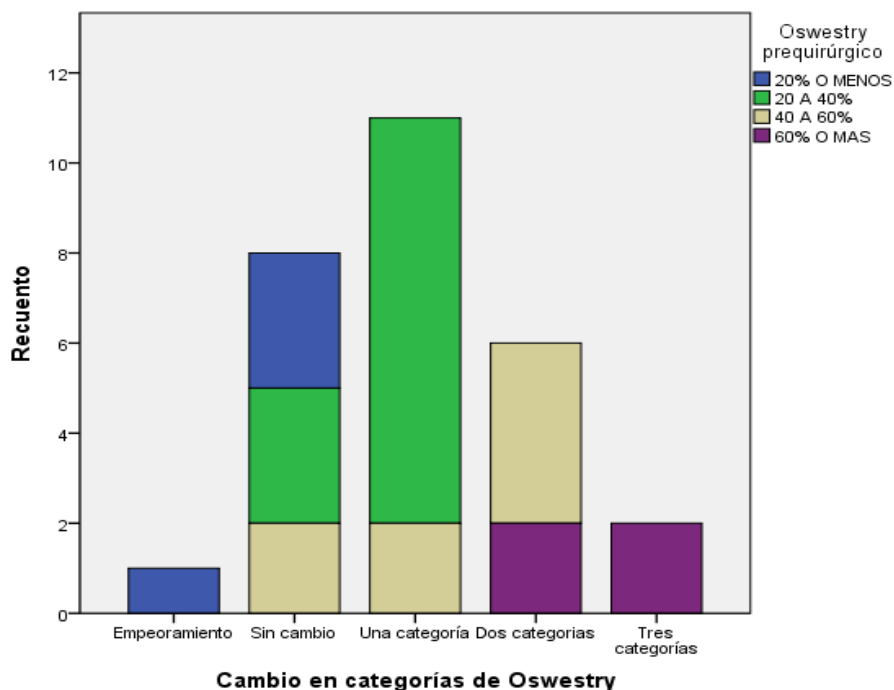
Tabla 3. Características neurofisiológicas al final de la cirugía de acuerdo al número de niveles medulares intervenidos.

Por otro lado, se analizó la modificación de las escalas clínicas aplicadas a los 3 meses postquirúrgico, igualmente realizando dos subgrupos de acuerdo al número de niveles medulares intervenidos. Las variaciones observadas en los valores reportados en las escalas clínicas, como se resume en la Tabla 4, demostraron mejoría en relación a las condiciones basales, tanto en la categoría inicial de Oswestry como en la escala visual análoga de región lumbar y de extremidades inferiores.

| | Un nivel (N=19) N (%) | Dos o más (N=9) N (%) | Total Postquirúrgico (N=28) N (%) | Total Prequirúrgico N (%) |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Oswestry postquirúrgico | | | | |
| - 20% o menos | 12 (63.2) | 6 (66.7) | 18 (64.3) | 4 (14.3) |
| - 20 a 40% | 6 (31.6) | 2 (22.2) | 8 (28.6) | 12 (42.9) |
| - 40 a 60% | 1 (5.3) | 1 (11.1) | 2 (7.1) | 8 (28.6) |
| - 60% o más | 0 (0) | 0 (0) | 0 (0) | 4 (14.3) |
| EVA de extremidad inferior postquirúrgico | | | | |
| - 1 a 3 | 8 (42.1) | 4 (44.4) | 12 (42.9) | 3 (10.7) |
| - 4 a 6 | 2 (10.5) | 1 (11.1) | 3 (10.7) | 5 (7.9) |
| - 7 a 10 | 0 (0) | 1 (11.1) | 1 (3.6) | 15 (53.6) |
| - Sin dolor | 9 (47.7) | 3 (33.3) | 12 (42.9) | 5 (17.9) |
| EVA lumbar postquirúrgico | | | | |
| - 1 a 3 | 9 (47.7) | 5 (55.6) | 14 (50.0) | 2 (7.1) |
| - 4 a 6 | 3 (15.8) | 2 (22.2) | 5 (17.9) | 7 (25) |
| - 7 a 10 | 2 (10.5) | 0 (0) | 2 (7.1) | 18 (64.3) |
| - Sin dolor | 5 (26.3) | 2 (22.2) | 7 (25) | 1 (3.6) |

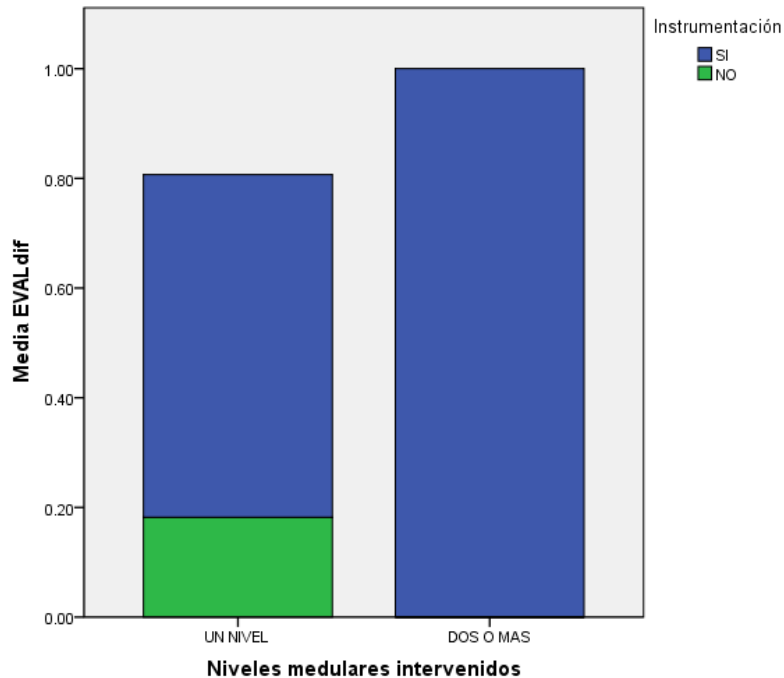
Tabla 4. Escala visual análoga (EVA) y de Oswestry, 3 meses después de la cirugía por subgrupos de acuerdo al número de niveles medulares intervenidos.

La variación en la categoría de la Escala de Oswestry prequirúrgica en relación a su medición 3 meses después de la cirugía, fue analizada mediante la prueba de Chi cuadrada, demostrando una mejoría significativa de la capacidad funcional ($p=0.000$) y además, encontrando una asociación directamente proporcional entre una mayor disfunción basal con una mayor mejoría postquirúrgica (Gráfica 2).



Gráfica 2. Cambio en la categoría de Oswestry, basal Vs Postquirúrgica.

Respecto al análisis de la modificación de la escala visual análoga lumbar, además de los subgrupos formados de acuerdo al número de niveles medulares intervenidos, se analizó de manera conjunta la variable de uso de instrumentación. Se utilizó la prueba de U de Mann-Whitney, sin demostrar diferencias en la variación de los parámetros basales en relación a los reportados por los pacientes en la etapa postquirúrgica ($p= 0.232$) (Gráfica 3).

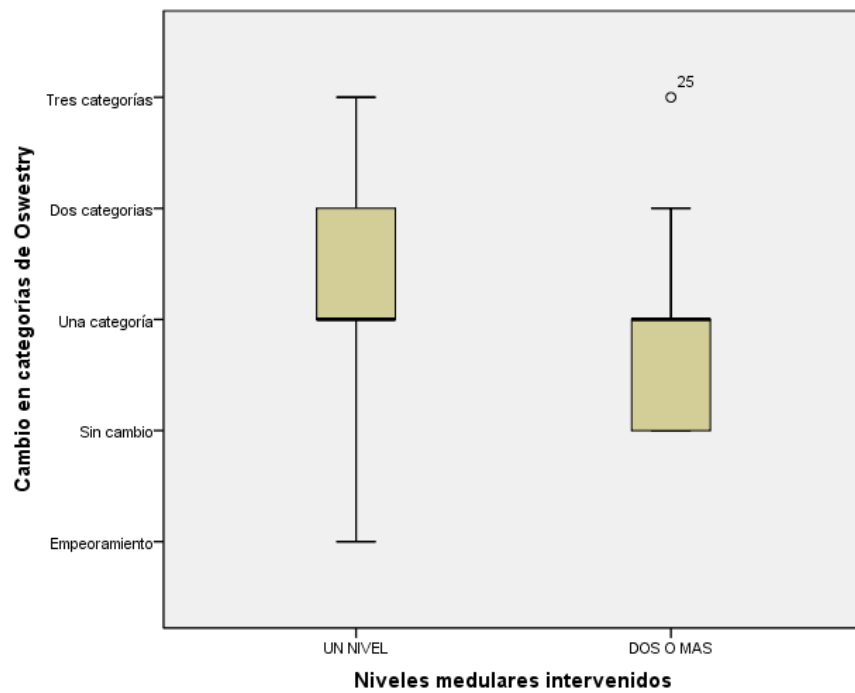


Gráfica 3. Variación EVA lumbar pre Vs postquirúrgico de acuerdo a la aplicación de instrumentación y al número de niveles medulares intervenidos.

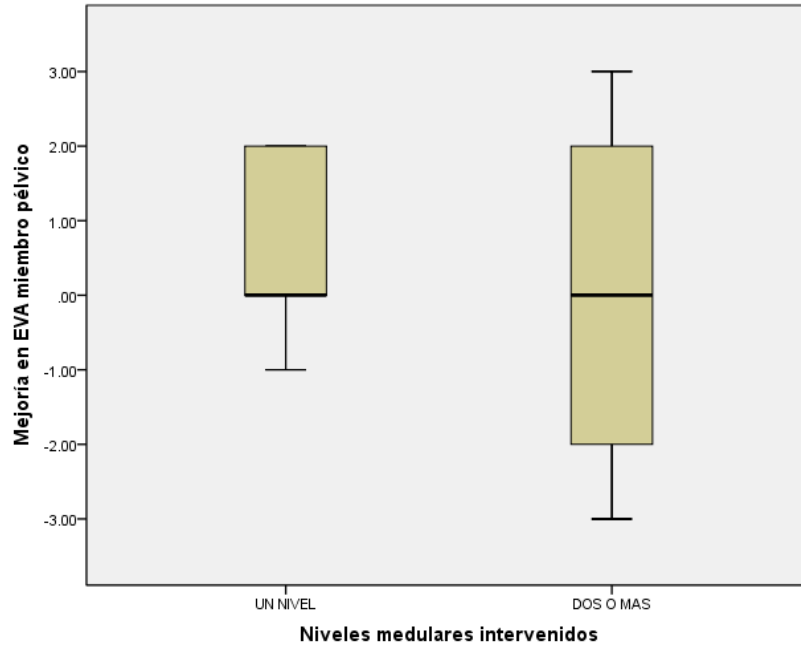
El análisis de la variación de los resultados de las escalas clínicas (EVA y Oswestry, Tabla 6) prequirúrgicas Vs postquirúrgicas, dividiendo a los pacientes en subgrupos de acuerdo al número de niveles medulares intervenidos y, posteriormente, de acuerdo al uso o no de instrumentación fue también realizada con la prueba estadística de U de Mann-Whitney, sin encontrar resultados estadísticamente significativos en ninguno de ellos.

La gráfica 4 demuestra la comparación entre la mejoría de categorías en la escala de Oswestry de acuerdo al número de niveles medulares intervenidos ($p= 0.518$) mediante la aplicación de la prueba estadística de U de Mann-Whitney. Esta misma prueba fue utilizada para evaluar la variación de la escala de Oswestry dividiendo a aquellos pacientes instrumentados de los que no lo fueron sin encontrar diferencias significativas ($p= 0.923$).

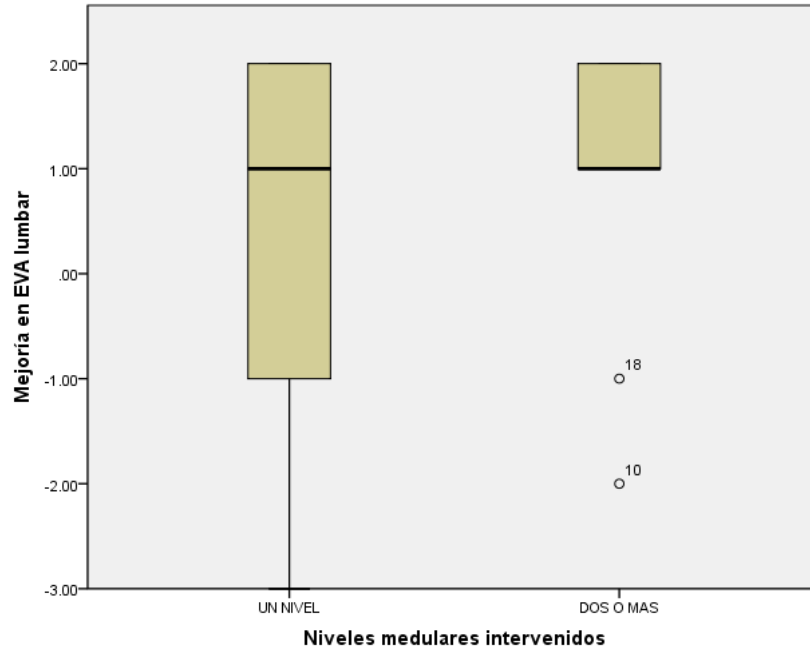
Igualmente al comparar la mejoría de la escala visual análoga en extremidades inferiores y región lumbar, por subgrupos de acuerdo al número de niveles medulares intervenidos, la diferencia estadística mediante U de Mann-Whitney fue de 0.743 y 0.646 respectivamente (Gráfica 5 y 6).



Gráfica 4. Mejoría en categorías de Oswestry de acuerdo a número de niveles medulares intervenidos.



Gráfica 5. Mejoría en EVA en extremidad inferior de acuerdo a número de niveles medulares intervenidos.



Gráfica 6. Mejoría en EVA de región lumbar de acuerdo al número de niveles medulares intervenidos.

La comparación en la mejoría de la escala de EVA en extremidades inferiores, en relación a si se realizó o no se realizó instrumentación, demostró una diferencia no significativa ($p= 0.539$).

| Prequirúrgicos | | N (%) | Postquirúrgicos | | N (%) |
|-----------------------------------|-------------|-----------|-----------------------------------|-------------|-----------|
| Oswestry | 20% o menos | 4 (14.3) | Oswestry | 20% o menos | 18 (64.3) |
| | 20 a 40% | 12 (42.9) | | 20 a 40% | 8 (28.6) |
| | 40 a 60% | 8 (28.6) | | 40 a 60% | 2 (7.1) |
| | 60% o más | 4 (14.3) | | 60% o más | 0 (0) |
| EVA de extremidad inferior | 1 a 3 | 3 (10.7) | EVA de extremidad inferior | 1 a 3 | 12 (42.9) |
| | 4 a 6 | 5 (17.9) | | 4 a 6 | 3 (10.7) |
| | 7 a 10 | 15 (53.6) | | 7 a 10 | 1 (3.6) |
| | Sin dolor | 5 (17.9) | | Sin dolor | 12 (42.9) |
| EVA lumbar | 1 a 3 | 2 (7.1) | EVA lumbar | 1 a 3 | 14 (50.0) |
| | 4 a 6 | 7 (25) | | 4 a 6 | 5 (17.9) |
| | 7 a 10 | 18 (64.3) | | 7 a 10 | 2 (7.1) |
| | Sin dolor | 1 (3.6) | | Sin dolor | 7 (25) |

Tabla 6. EVA lumbar y de extremidad inferior y escala de Oswestry Prequirúrgica Vs Postquirúrgica.

La correlación en los registros neurofisiológicos prequirúrgicos con los medidos al final de la cirugía, demostró cambios por mejoría en los PESS del 100% de la población de estudio. En cuanto a la correlación entre la variación de los PEM pre y postquirúrgicos, no se demostró una diferencia significativa ($p= 0.65$).

| | N (%) | | N (%) |
|---------------------|-----------|-----------------------------|-----------|
| PESS Basales | | PESS Postquirúrgicos | |
| - Anormales | 28 (100) | - Sin cambio | 0 (0) |
| | | - Mejoría | 28 (100) |
| PEM Basales | | PEM Finales | |
| - Presentes | 16 (57.1) | - Sin cambio | 24 (85.7) |
| - Ausentes | 12 (42.9) | - Mejoría | 4 (14.3) |

Tabla 5. Comparación de PESS y PEM prequirúrgicos Vs postquirúrgicos.

DISCUSIÓN

Los métodos utilizados para establecer los diagnósticos clínicos de radiculopatía o canal lumbar estrecho en nuestra población de estudio, requirieron además de la evaluación clínica, el apoyo de estudios de imagen y pruebas neurofisiológicas, de acuerdo a las recomendaciones de guías clínicas basadas en la evidencia y estudios de revisión sistemática de la literatura. ^(15, 16, 17)

Igualmente, el monitoreo neurofisiológico intraoperatorio realizado, fue acorde a las recomendaciones de guías internacionales, es decir de tipo multimodal ^(18, 25, 26, 32), por el comprobado aumento de la sensibilidad y especificidad del MNIO multimodal en comparación con el uso de pruebas neurofisiológicas aisladas. ^(19, 22, 28, 35, 36) Todos nuestros pacientes fueron monitoreados con PESS, PEM y registro de EMG continuo en los miotomos implicados, además de EMG provocada en aquellos en aquellos que requirieron colocación de tornillos transpediculares, dado que ello incrementa aún más el valor pronóstico del MNIO. ^(43, 44)

Los resultados basales obtenidos en las pruebas neurofisiológicas demostraron la presencia de PESS alterados en todos los sujetos de estudio, en comparación con los registros al final de la cirugía, demostrando mejoría en la integración de las respuestas corticales de los PESS de todos los pacientes.

Si bien, la descripción de los cambios observados en el MNIO de PESS, PEM y EMG (espontánea y provocada), habían sido previamente reportados, ^(24, 30, 36) fueron realizadas en grupos sometidos a cirugías con técnica abierta bajo MNIO multimodal. En un par de estudios, la descripción fue realizada en pacientes sometidos a cirugías de mínima invasión, pero sólo haciendo énfasis sobre alguna modalidad en específico. ^(24, 27)

Cabe mencionar que el grado de variabilidad por mejoría (100% en nuestro grupo de pacientes) en la integración de las respuestas corticales de los PESS de tibial posterior, no había sido reportado en estudios previos, ni en grupos de pacientes sometidos a cirugía abierta, ni de mínima invasión.

En lo que respecta a la variación de la amplitud de los PESS durante el MNIO de cirugía de columna, fue descrita desde que se empezaron a utilizar para este fin. Dicha variación de la amplitud, fue reportada como un fenómeno frecuente y esto limitaba su utilidad, al no resultar una guía infalible para el MNIO de cirugía de columna.⁽⁴⁶⁾

La búsqueda de correlación entre la mejoría del registro de PESS con la evolución clínica de los pacientes, no pudo establecerse, ya que al haber ocurrido mejoría del registro de PESS en el 100% de los pacientes, no existiría un grupo de comparación para determinar cuáles factores habrían influido la falta de mejoría de los registros. La mejoría en los registros de PESS en MNIO, ya había sido descrita en estudios previos, aunque los porcentajes de mejoría de los mismos ocurrió en una proporción menor en comparación a lo observado en nuestro estudio (Collado y Col., 12,4%).⁽³⁰⁾

Otros autores, han atribuido cierta variación en los registros de los PESS, a la profundidad anestésica en la que se encuentra el paciente al momento de realizar el registro así como al tipo de anestésico utilizado,⁽⁴⁰⁾ que si bien, los potenciales subcorticales, generalmente no se afectan por la anestesia y esto los hace más valiosos en el campo quirúrgico y el efecto de anestésicos se ha relacionado más con la modificación de las respuestas motoras,⁽⁴⁸⁾ los PESS no quedan exentos de modificarse por efecto anestésico.^(31, 40, 47) Los cambios reportados principalmente son variaciones en la amplitud por depresión del voltaje y se relacionan a las dosis utilizadas.^(46, 47)

En este aspecto, nuestro estudio se vio limitado, al no haberse incluido de manera específica el tipo de anestésicos utilizados con cada paciente, o bien, el grado de profundidad de la anestesia, y aunque se intentó mantener cifras de PAM y temperatura estables, desconocemos las variaciones de las mismas y los cambios en la concentración de oxígeno arterial, que igualmente podrían haber influenciado la generación de las respuestas distales en el transoperatorio. ^(1, 3, 47, 28) Por tal motivo, consideramos tomar con cierta reserva, la mejoría de los registros intraoperatorios.

La descripción de un posible papel pronóstico de los registros de PESS y PEM transcraneales en MNIO, fue recientemente buscado por Eck, y Col., mediante el reporte de un caso de un paciente de 33 años, con dislocación facetaria de C4-C5 y trauma medular (ASIA B), con afectación motora a nivel de C7, sensitivo en T7 y ausencia de reflejos de esfínteres. Fue sometido a reducción abierta y fusión C4 – C5, manteniendo respuestas basales del MNIO parcialmente intactas y finalmente una recuperación funcional postquirúrgica a las 6 semanas, casi completa. ⁽²²⁾

Sin embargo, una extensa revisión sistemática hecha por Fehlings y Col., concluyó los alcances y limitaciones del MNIO, determinando que efectivamente es sensible y específico para detectar lesiones neurológicas durante la cirugía, pero que no hay mucha evidencia para confirmar que disminuya la tasa de un nuevo déficit neurológico perioperatorio y la evidencia es aún más pobre en cuanto al hecho de que las alertas del MNIO disminuyan la tasa de deterioro neurológico perioperatorio, ⁽²⁸⁾ por lo que resulta casi imposible establecer una asociación entre las variaciones de los registros de MNIO y la mejoría clínica del paciente.

Igualmente, el registro de PEM, se ve fuertemente afectado por el uso tanto de relajantes musculares como por el uso de gases halogenados. ^(1, 3) De acuerdo a los protocolos anestésicos utilizados, en su mayoría utilizan relajantes musculares en el

momento de la inducción anestésica, lo cual no vuelve extraño el hecho de no encontrar registro de PEM basales y su mejoría lo largo del transoperatorio, ⁽³¹⁾ tal como concluyó Wang en el 2009, mediante una revisión sistemática de la literatura. La población de nuestro estudio, fue manejada tanto con relajantes musculares como con gases halogenados, situación que impidió tener datos comparables entre el inicio y el final de la cirugía.

El reporte de actividad irritativa en el monitoreo de EMG continua, que se presentó en el 25% del grupo de pacientes, no fue sostenida en ninguno de los casos. Duncan en 2012, mediante el análisis de un grupo de 115 pacientes sometido a microcirugía con la técnica de TLIF (Transforaminal lumbar fusión interbody) reportó ausencia de datos de alarma en el registro EMG, pero con alteración de PESS en 4.3% de los pacientes y con déficit postquirúrgico en 2 pacientes. ⁽²³⁾ La frecuencia de presentación de datos de alarma en la EMG en nuestro grupo de pacientes, se encontró muy por encima de los valores reportados en procedimientos microquirúrgicos, pero ninguno presentó nuevo déficit postquirúrgico. Otra consideración a tener en cuenta es que no todos nuestros pacientes fueron sometidos a microcirugía por TLIF, técnica en la cual, está comprobada la disminución en la tasa de complicaciones de 30% a menos del 1% con la adición del monitoreo EMG para el abordaje lateral, lo cual, evidentemente brinda seguridad adicional principalmente al momento de colocar el tornillo transpedicular, dada la reducción del campo visual en comparación con otras técnicas convencionales. ⁽²⁷⁾

El antecedente de mejoría de la mejoría sintomática se reporta de manera indiferente tanto en los pacientes sometidos a cirugías de mínima invasión como aquellos sometidos a cirugías abiertas. Liu y Col reportaron una mejoría en las condiciones clínicas en el 80.8% de 26 pacientes evaluados mediante la escala de la Asociación Japonesa de Ortopedia en pacientes sometidos a microcirugía de ME. ⁽²⁴⁾ En otra serie de 351 pacientes sometidos a cirugía de columna abierta, todos los pacientes reportaron mejoría de los síntomas al egreso hospitalario. ⁽³⁰⁾ En nuestro análisis de

resultados fue evidente el alto porcentaje de mejoría de los pacientes, siendo los más sintomáticos quienes tenían el mayor beneficio de acuerdo a los datos obtenidos con la aplicación de las escalas de Oswestry y en menor grado con la escala visual análoga tanto lumbar como de extremidades inferiores a los 3 meses después de la cirugía.

Un dato destacable es un mayor beneficio observado en el grupo de pacientes de canal lumbar estrecho en comparación con aquellos de radiculopatía, conviniendo su posterior consideración para ser investigado de manera prospectiva, así como la comparación entre los grupos de pacientes sometidos a cirugía abierta y aquellos sometidos a cirugías con técnicas de mínima invasión.

CONCLUSIONES

Además de la utilidad comprobada del MNIO para la detección oportuna de lesiones potenciales de vías del sistema nervioso, no se ha logrado establecer su utilidad como prueba pronóstica, dada la complejidad de mantener en las mismas condiciones fisiológicas, o al menos con variaciones mínimas, la presión arterial, temperatura y PO₂ a lo largo de todo el procedimiento quirúrgico, más aún cuando el protocolo anestésico interfiere con la generación de las respuestas esperadas. Por lo tanto, la interpretación de los registros neurofisiológicos no se puede realizar sin tomar en cuenta estas variables.

El reporte de mejoría de PESS es un dato muy marcado que supera por mucho a los reportes de otras series, pero que sin embargo deberá ser corroborado mediante estudios prospectivos y con una muestra de pacientes mayor, para verificar la posible influencia de las técnicas mínimamente invasivas en ello.

Establecer una correlación entre la variación de las respuestas neurofisiológicas y la mejoría del estado clínico del paciente es un objetivo muy ambicioso del monitoreo neurofisiológico intraoperatorio, pero que sin embargo, consideramos que bajo un control muy estricto de los confusores que pueden afectar la variación de las respuestas puede planearse en estudios prospectivos futuros.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

1. Revisión y aprobación del protocolo de investigación.
2. Recolectar expedientes.
3. Obtener la información y captura en la base de datos destinada para tal efecto.
4. Análisis de la información.

| 2013 | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Sept. | Oct. | Nov. | Dic. |
|--------------------------------------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-------|------|------|------|
| Planeación | * | * | | | | | | | | |
| Ejecución | | * | * | * | | | | | | |
| Análisis y Resultados | | | | * | * | | | | | |
| Preparación de la publicación | | | | | | * | * | * | | |

Planeación: Planteamiento del problema, hipótesis de investigación, redacción del protocolo de investigación, y someterlo al comité de investigación clínica y de bioética.

Ejecución: Se refiere a la obtención de los datos de la muestra de estudio en los expedientes clínicos de los pacientes.

Análisis: Se refiere al análisis de los datos de la muestra de estudio.

Preparación de la publicación: En progreso

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

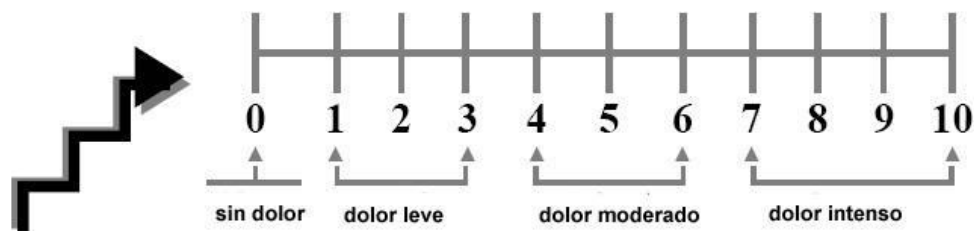
1. Stecker MM, A review of intraoperative monitoring for spinal surgery. *Surg Nerol Int* 2012; 3, Suppl S3: 174-87.
2. Guías 11A: Recomendaciones Estándar para MTON – Principios, Octubre 2009; American Clinical Neurophysiology Society.
3. Thomas N. Pajewski, Vincent Arlet, Lawrence H. Phillips. Current approach on spinal cord monitoring: the point of view of the neurologist, the anesthesiologist and the spine surgeon. *Eur Spine J* (2007) 16 (Suppl 2):S115–S129.
4. Leon K Liem, MD; Chief-Editor: Selim R Benbadis MD, et al. Intraoperative Neurophysiological Monitoring. Medscape, Octubre 18, 2012.
5. Dawson EG, Sherman JE, et al. Spinal cord monitoring. Results of the Scoliosis Research Society and the European Spinal Deformity Society survey. *Spine*, 1991; 16 (8 Suppl): S361– S364.
6. Jones SJ, Buonamassa S, et al. Two cases of quadriparesis following anterior cervical discectomy, with normal perioperative somatosensory evoked potentials. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2003; 74(2):273–276.
7. Pelosi L, Jardine A, J K Webb. Neurological complications of anterior spinal surgery for kyphosis with normal somatosensory evoked potentials (SEPs). *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1999; 66(5):662–664.
8. Wiedemayer H, Sandalcioglu IE, et al. False negative findings in intraoperative SEP monitoring: analysis of 658 consecutive neurosurgical cases and review of published reports. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2004; 75(2):280–286
9. *Spine* 2012, Vol. 3. Suppl. 3
10. Devlin VJ, Schwartz DM. Intraoperative neurophysiologic monitoring during spinal surgery. *J Am Acad Orthop Surg* 2007; 15: 549 – 560.
11. Gunnarsson T, Krassioukov AV, Sarjeant R, Fehlings MG. Real-time continuous intraoperative electromyographic and somatosensory evoked potential recordings in spinal surgery: correlation of clinical and electrophysiologic findings in a prospective, consecutive series of 213 cases. *Spine* 2004; 29:677 – 684.
12. Jameson LC, Sloan TB. Monitoring of the brain and spinal cord. *Anesthesiol Clin*. 2006; 24 (4): 777–791.
13. MacDonald DB. Safety of intraoperative transcranial electrical stimulation motor evoked potential monitoring. *J Clin Neurophysiol*. 2002; 19(5):416–429.
14. C Strahm, K Min, N Boos, Y Ruetsch and A Curt. Reliability of perioperative SSEP recordings in spine surgery. *Spinal Cord*. 2003; 41, 483–489.
15. Kreiner DS, Shaffer WO, Baisden JL, Gilbert TJ, Summers JT, Toton JF, Hwang SW, Mendel RC, Reitman CA. An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of degenerative lumbar spinal stenosis (update). *Spine J*. 2013 Jul; 13 (7): 734-43.
16. Hassan A, Hameed B, Islam M, Khealani B, Khan M, Shafqat S. Clinical predictors of EMG-confirmed cervical and lumbosacral radiculopathy. *Can J Neurol Sci*. 2013 Mar; 40 (2):219-24.
17. Barr K. Electrodiagnosis of lumbar radiculopathy. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2013 Feb; 24 (1): 79-91. Epub 2012 Oct 16.
18. Lall RR, Lall RR, Hauptman JS, Munoz C, Cybulski GR, Koski T, Ganju A, Fessler RG, Smith ZA. Intraoperative neurophysiological monitoring in spine surgery: indications, efficacy, and role of the preoperative checklist. *Neurosurg Focus*. 2012 Nov; 33 (5): E10.

19. Pastorelli F, Di Silvestre M, Plasmati R, Michelucci R, Greggi T, Morigi A, Bacchin MR, Bonarelli S, Cioni A, Vommaro F, Fini N, Lolli F, Parisini P. The prevention of neural complications in the surgical treatment of scoliosis: the role of the neurophysiological intraoperative monitoring. *Eur Spine J.* 2011 May; 20 Suppl 1:S105-14.
20. Zieliński P, Gendek R, Paczkowski D, Harat M, Dziegiel K, Sokal P. Results of intraoperative neurophysiological monitoring in spinal canal surgery. *Neurol Neurochir Pol.* 2013 Jan-Feb; 47 (1): 27-31.
21. Lall RR, Lall RR, Hauptman JS, Munoz C, Cybulski GR, Koski T, Ganju A, Fessler RG, Smith ZA. Intraoperative neurophysiological monitoring in spine surgery: indications, efficacy, and role of the preoperative checklist. *Neurosurg Focus.* 2012 Nov; 33 (5): E10.
22. Eck JC, Martin CJ, Lapinsky A, Connolly PJ, Dipaola C. Does intraoperative neurophysiological monitoring have predictive value for functional recovery following spinal cord injury? A case report. *J Clin Monit Comput.* 2013 Feb; 27 (1):93-6.
23. Duncan JW, Bailey RA, Baena R. Intraoperative decrease in amplitude of somatosensory-evoked potentials of the lower extremities with interbody fusion cage placement during lumbar fusion surgery. *Spine (Phila Pa 1976).* 2012 Sep 15; 37 (20):E1290-5.
24. Liu H, Zhang JN, Zhu T. Microsurgical treatment of spinal epidermoid and dermoid cysts in the lumbosacral region. *J Clin Neurosci.* 2012 May; 19 (5):712-7.
25. Matsumoto M, Ishida K. Intraoperative neurophysiological monitoring of the spinal cord. *Masui.* 2012 Jan; 61 (1):16-24.
26. Eager M, Shimer A, Jahangiri FR, Shen F, Arlet V. Intraoperative neurophysiological monitoring (IONM): lessons learned from 32 case events in 2069 spine cases. *Am J Electroneurodiagnostic Technol.* 2011 Dec; 51 (4):247-63.
27. Uribe JS, Vale FL, Dakwar E. Electromyographic monitoring and its anatomical implications in minimally invasive spine surgery. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010 Dec 15; 35 (26 Suppl):S368-74.
28. Fehlings MG, Brodke DS, Norvell DC, Dettori JR. The evidence for intraoperative neurophysiological monitoring in spine surgery: does it make a difference? *Spine (Phila Pa 1976).* 2010 Apr 20; 35 (9 Suppl):S37-46.
29. Imirizaldu L, Urriza J, Olaziregui O, Hidalgo A, Pabón RM. Intraoperative neurophysiological monitoring in spine surgery. *An Sist Sanit Navar.* 2009; 32 Suppl 3:125-33.
30. Collado-Corona MA, de Leo-Vargas R, Sandoval-Sánchez V, Díaz-Hernández A, Gutiérrez-Sougarret BJ, Shkurovich-Bialik P. Neurophysiological monitoring in spinal cord surgery. *Cir Cir.* 2009 Sep-Oct; 77 (5):385-90.
31. Wang AC, Than KD, Etame AB, La Marca F, Park P. Impact of anesthesia on transcranial electric motor evoked potential monitoring during spine surgery: a review of the literature. *Neurosurg Focus.* 2009 Oct; 27 (4):E7.
32. Gonzalez AA, Jeyanandarajan D, Hansen C, Zada G, Hsieh PC. Intraoperative neurophysiological monitoring during spine surgery: a review. *Neurosurg Focus.* 2009 Oct; 27 (4):E6.
33. Haghghi SS, Zhang R, Raiszadeh R, Chammas J, Bench G, Raiszadeh K, Terramanis TT. Continuous somatosensory evoked potentials monitoring is highly sensitive to intraoperative occlusion of iliac artery during anterior lumbar interbody fusion: case report. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 2009 Jul-Aug; 49 (5):223-6.
34. Quraishi NA, Lewis SJ, Kelleher MO, Sarjeant R, Rampersaud YR, Fehlings MG. Intraoperative multimodality monitoring in adult spinal deformity: analysis of a prospective series of one hundred two cases with independent evaluation. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009 Jun 15; 34(14):1504-12.

35. Hyun SJ, Rhim SC, Kang JK, Hong SH, Park BR. Combined motor- and somatosensory-evoked potential monitoring for spine and spinal cord surgery: correlation of clinical and neurophysiological data in 85 consecutive procedures. *Spinal Cord*. 2009 Aug; 47(8):616-22.
36. Pérez-Orribo L, Pérez-Lorensu PJ, Roldán-Delgado H, García-Conde M, Spreáfico M, García-Marin V. Intraoperative neurophysiological monitoring of the spinal cord: our experience. *Rev Neurol*. 2008 Sep 1-15; 47(5):236-41.
37. Segawa Y. Intraoperative monitoring of spinal cord function in spinal and spinal cord surgery. *Rinsho Byori*. 2008 Jun; 56(6):486-97.
38. 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 Feb; 119(2):248-64. Epub 2007 Nov 28.
39. Paradiso G, Lee GY, Sarjeant R, Fehlings MG. Multi-modality neurophysiological monitoring during surgery for adult tethered cord syndrome. *J Clin Neurosci*. 2005 Nov; 12 (8):934-6. Epub 2005 Oct 20.
40. Schwartz DM, Sestokas AK. Facilitated assessment of unconsciousness from morphologic changes in the bilateral posterior tibial nerve cortical somatosensory evoked potential under total intravenous propofol anesthesia during spine surgery. *J Clin Monit Comput*. 2004 Jun; 18 (3):201-6.
41. Krassioukov AV, Sarjeant R, Arkia H, Fehlings MG. Multimodality intraoperative monitoring during complex lumbosacral procedures: indications, techniques, and long-term follow-up review of 61 consecutive cases. *J Neurosurg Spine*. 2004 Oct; 1 (3):243-53.
42. Comisión de la Sociedad Española de Neurofisiología Clínica. A practical guide to carrying out neurophysiological monitoring in spine surgery. *Rev Neurol*. 2004 May 1-15; 38 (9):879-85.
43. Sala F, Niimi Y, Berenstein A, Deletis V. Neuroprotective role of neurophysiological monitoring during endovascular procedures in the spinal cord. *Ann N Y Acad Sci*. 2001 Jun; 939: 126-36.
44. Welch WC, Rose RD, Balzer JR, Jacobs GB. Evaluation with evoked and spontaneous electromyography during lumbar instrumentation: a prospective study. *J Neurosurg*. 1997 Sep; 87 (3):397-402.
45. Fisher RS, Raudzens P, Nunemacher M. Efficacy of intraoperative neurophysiological monitoring. *J Clin Neurophysiol*. 1995 Jan; 12 (1):97-109.
46. Whittle IR, Johnston IH, Besser M. Intra-operative recording of cortical somatosensory evoked potentials as a method of spinal cord monitoring during spinal surgery. *Aust N Z J Surg*. 1986 Apr; 56 (4):309-17.
47. Mark Banoub, M.D., John E. Tetzlaff, M.D. Armin Schubert. Pharmacologic and Physiologic Influences Affecting Sensory Evoked Potentials. Implications for Perioperative Monitoring. *Anesthesiology* 2003; 99:716-37.
48. Jacob R. Berger, Andrew S. Blum. Somatosensory Evoked Potentials in: *The Clinical Neurophysiology Primer*. Ed. Humana Press. 2007, pp: 485-98
49. McTaggart Cowan RA: Somatosensory evoked potentials during surgery. *Can J Anesth* 1988; 45:387-92
50. Brown RH, Nash CL, Berilla JA, Amaddio MD: Cortical evoked potential monitoring: A system for intraoperative monitoring of spinal cord function. *Spine* 1984; 9:256-61
51. Montes E, De Blas G, Regidor I, Barrios C, Burgos J, Hevia E, Palanca, Correa C. Electromyographic thresholds after thoracic screw stimulation depend on the distance of the screw from the spinal cord and not on pedicle cortex integrity. *Spine J*. 2012 Feb; 12 (2): 127 - 32.

ANEXOS (ESCALAS)

Anexo 1: Escala Visual Análoga del Dolor (aplicada para dolor lumbar y de extremidad inferior)



La validación de la escala visual análoga se realizó para la medición de dolor crónico y experimental. (Original Research Article). Donald D. Price, Patricia A. McGrath, Amir Rafii, Barbara Buckingham.

Pain, Volume 17, Issue 1, September 1983, Pages 45-56

Anexo 2: Escala de Discapacidad de Oswestry

Por favor lea atentamente: Estas preguntas han sido diseñadas para que su médico conozca hasta qué punto su dolor de espalda le afecta en su vida diaria. Responda a todas las preguntas, señalando en aquella respuesta que más se aproxime a su caso. Aunque usted piense que más de una respuesta se puede aplicar a su caso, marque sólo aquella que describa MEJOR su problema.

1. Intensidad de dolor

0. Puedo soportar el dolor sin necesidad de tomar calmantes
1. El dolor es fuerte pero me arreglo sin tomar calmantes
2. Los calmantes me alivian completamente el dolor
3. Los calmantes me alivian un poco el dolor
4. Los calmantes apenas me alivian el dolor
5. Los calmantes no me quitan el dolor y no los tomo

2. Cuidados personales (lavarse, vestirse, etc.)

0. Me las puedo arreglar solo sin que me aumente el dolor
1. Me las puedo arreglar solo pero esto me aumenta el dolor
2. Lavarme, vestirme, etc., me produce dolor y tengo que hacerlo despacio y con cuidado
3. Necesito alguna ayuda pero consigo hacer la mayoría de las cosas yo solo
4. Necesito ayuda para hacer la mayoría de las cosas
5. No puedo vestirme, me cuesta lavarme, y suelo quedarme en la cama

3. Levantar peso

0. Puedo levantar objetos pesados sin que me aumente el dolor
1. Puedo levantar objetos pesados pero me aumenta el dolor
2. El dolor me impide levantar objetos pesados del suelo, pero puedo hacerlo si están en un sitio cómodo (ej. En una mesa)
3. El dolor me impide levantar objetos pesados, pero sí puedo levantar objetos ligeros o medianos si están en un sitio cómodo
4. Sólo puedo levantar objetos muy ligeros
5. No puedo levantar ni elevar ningún objeto

4. Andar

0. El dolor no me impide andar
1. El dolor me impide andar más de un kilómetro
2. El dolor me impide andar más de 500 metros
3. El dolor me impide andar más de 250 metros
4. Sólo puedo andar con bastón o muletas
5. Permanezco en la cama casi todo el tiempo y tengo que ir a rastras al baño

5. Estar sentado

0. Puedo estar sentado en cualquier tipo de silla todo el tiempo que quiera
1. Puedo estar sentado en mi silla favorita todo el tiempo que quiera
2. El dolor me impide estar sentado más de una hora
3. El dolor me impide estar sentado más de media hora
4. El dolor me impide estar sentado más de diez minutos
5. El dolor me impide estar sentado

6. Estar de pie

0. Puedo estar de pie tanto tiempo como quiera sin que me aumente el dolor
1. Puedo estar de pie tanto tiempo como quiera pero me aumenta el dolor
2. El dolor me impide estar de pie más de una hora
3. El dolor me impide estar de pie más de media hora
4. El dolor me impide estar de pie más de diez minutos
5. El dolor me impide estar de pie

7. Dormir

0. El dolor no me impide dormir bien
1. Sólo puedo dormir si tomo pastillas
2. Incluso tomando pastillas duermo menos de seis horas
3. Incluso tomando pastillas duermo menos de cuatro horas
4. Incluso tomando pastillas duermo menos de dos horas
5. El dolor me impide totalmente dormir

8. Actividad sexual

0. Mi actividad sexual es normal y no me aumenta el dolor
1. Mi actividad sexual es normal pero me aumenta el dolor
2. Mi actividad sexual es casi normal pero me aumenta mucho el dolor
3. Mi actividad sexual se ha visto muy limitada a causa del dolor
4. Mi actividad sexual es casi nula a causa del dolor
5. El dolor me impide todo tipo de actividad sexual

9. Vida social

0. Mi vida social es normal y no me aumenta el dolor
1. Mi vida social es normal, pero me aumenta el dolor
2. El dolor no tiene un efecto importante en mi vida social, pero sí impide mis actividades más enérgicas, como bailar, etc.
3. El dolor ha limitado mi vida social y no salgo tan a menudo
4. El dolor ha limitado mi vida social al hogar
5. No tengo vida social a causa del dolor

10. Viajar

0. Puedo viajar a cualquier sitio sin que me aumente el dolor
1. Puedo viajar a cualquier sitio, pero me aumenta el dolor
2. El dolor es fuerte, pero aguanto viajes de más de dos horas
3. El dolor me limita a viajes de menos de una hora
4. El dolor me limita a viajes cortos y necesarios de menos de media hora
5. El dolor me impide viajar excepto para ir al médico o al hospital

La corrección en interpretación del cuestionario se basará en la medición porcentual resultante de cada una de las seis respuestas posibles por pregunta, valoradas de 0 a 5, en relación al número total de preguntas totales contestadas. Así, si un paciente que contestare todas las preguntas obtendrá una puntuación de 25, en la escala de Oswestry le corresponderá un 50% de discapacidad: $(\text{puntuación total del paciente} / \text{puntuación total posible}) \times 100$.

Los porcentajes de medición según Fairbank, Couper, Davies y O'Brien (1980) son los siguientes:

- Hasta un 20 %: Discapacidad mínima
- 20 a 40 %: Discapacidad moderada
- 40 a 60% : Discapacidad severa
- Más del 60 % Discapacidad grave (Fairbank JCT, Couper J, Davies JB, O'Brien JP, 1980)

TOMADO DE: Rehabilitación (Madrid). 2006; 40(3):150-8, En: Arias Chamorro B, Betancourth Flores J, Ponce Galarza S, Instituto Superior de Postgrado, UCE, 2010
The Oswestry Disability Index. **Fairbank, Jeremy C.T. MD, FRCS***; **Pynsent, Paul B PhD†**
Spine, 15 November 2000 – Volume 25 – Issue 22 – pp 2940 - 2953