

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS
TRABAJADORES DEL ESTADO
CENTRO MÉDICO NACIONAL "20 DE NOVIEMBRE"**

**COMPARACIÓN DE LA MORFOLOGÍA Y LATENCIA DE POTENCIALES
NERVIOSOS Y MUSCULARES PRE Y POSTQUIRÚRGICOS
EN EL SEGUIMIENTO DE PACIENTES OPERADOS DE CIRUGÍA DE COLUMNA
EN EL CENTRO MEDICO 20 DE NOVIEMBRE.**

T E S I S

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
NEUROFISIOLOGÍA**

P R E S E N T A:

DR. JOSÉ DARÍO OCHOA MENA

DIRECTOR Y ASESOR DE TESIS:

DRA. JOSEFINA HERNÁNDEZ CERVANTES

CIUDAD DE MÉXICO. 2017





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Josefina Hernández Cervantes y al Dr. Jorge Varela Blanco por su valioso tiempo, experiencia, conocimiento y amistad.

A los compañeros del servicio que me apoyaron durante este adiestramiento: Elvia Ramírez , Angélica Sanabria , Aurea Mendoza y Ángeles Gallardo .

A mis compañeros de residencia que en buena estima me ayudaron : Isela Valverde, Martín Villagómez , Arturo González , Gerónimo Aispuro y Alfonso Hernández

Al ISSSTE y a la UNAM por cobijarme todos estos años.

DRA. AURA A. ERAZO VALLE SOLIS
SUBDIRECCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN

DRA. JOSEFINA HERNÁNDEZ CERVANTES
PROFESOR TITULAR DEL CURSO Y ASESOR DE TESIS

DR. JOSÉ DARÍO OCHOA MENA

TESISTA

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	34
JUSTIFICACIÓN.....	35
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	37
HIPÓTESIS.....	37
OBJETIVO PRIMARIO.....	38
DISEÑO.....	39
UNIVERSO.....	39
MUESTRA	40
MATERIAL Y MÉTODOS.....	41
CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	42
CITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	42
DESCRIPCIÓN DE VARIABLES.....	43
ANÁLISIS.....	45
RESULTADOS	46
CONCLUSIONES.....	54
DISCUSIÓN	55
BIBLIOGRAFÍA.....	56
ANEXOS.....	60

INTRODUCCIÓN

Existen una gran cantidad de procesos patológicos que afectan a la columna vertebral, unos tienen su origen en la propia columna, ya sea por causas traumáticas, mecánicas o inflamatorias, y otros son reflejo de patologías que asientan en estructuras vecinas. Estas afecciones limitan la funcionalidad del paciente y alteran su vida útil teniendo repercusiones a nivel laboral, familiar y social^{1,2}.

En ocasiones es necesario realizar cirugía de columna para corregir e intentar que los pacientes regresen a sus actividades habituales. La topografía mas frecuente donde se realizan este tipo de procedimientos son a nivel cervical y lumbar^{3,2}.

La evaluación postquirúrgica y seguimiento se realiza en base a la clínica y en la mayor parte del mundo el uso de estudios neurofisiológicos se limita a casos con complicaciones postquirúrgicas⁵. La evaluación postquirúrgica de pacientes operados de columna cervical o lumbar en el Centro Médico Nacional 20 de Noviembre del ISSSTE, se lleva a cabo por neurocirujanos u ortopedistas, dicho seguimiento se hace por medio de la interpretación de sintomatología y a veces por medio de imagen ya sea radiografías, tomografía o resonancia magnética y en menor proporción estudios neurofisiológicos como son los potenciales evocados somatosensoriales⁶.

Los estudios neurofisiológicos tales como Potenciales evocados somatosensoriales, electromiografía y estudios de conducción nerviosa, son

herramientas fidedignas para evaluar anatómicamente y funcionalmente a los pacientes con afección de columna cervical o lumbar⁷. Sin embargo no existe información a nivel mundial acerca de los hallazgos neurofisiológicos posteriores a cirugía de columna como parte integral del seguimiento en estos pacientes, el desconocimiento de esta información ha limitado su recomendación como apoyo en la certeza de la evaluación postquirúrgica funcional de estos pacientes.

El presente trabajo de carácter descriptivo y exploratorio comparará de manera objetiva el resultado derivado de la intervención quirúrgica realizada en pacientes con afección radicular o medular, con esto se podrá conocer el estado funcional de las estructuras neurales afectadas posterior a dichas intervenciones y dar un diagnóstico situacional de las cirugías de columna realizadas en este centro médico.

Los estudios neurofisiológicos son una extensión del examen clínico neurológico que realiza el médico; evalúan el funcionamiento del sistema nervioso central y periférico. Algunos de estos estudios descubren manifestaciones subclínicas de los cuales el paciente no está consciente (por ejemplo, en enfermedades desmielinizantes tipo esclerosis múltiple)^{8,9,10}.

Solicitados, realizados e interpretados correctamente proporcionan información valiosa sobre la enfermedad o el padecimiento neurológico en estudio y permiten guiar otras pruebas paraclínicas (por ejemplo, estudios de imagen como Resonancia Magnética nuclear, Tomografía, laboratorios de pruebas específicas, etc.)¹¹.

Por lo anterior, es indispensable el apoyo de la clínica para indicar los estudios específicos, la impresión diagnóstica o la pregunta a responder.

Es importante subrayar, que en muchas de las ocasiones es necesario realizar más de un estudio neurofisiológico con la finalidad de dar certeza a la localización de la lesión, la severidad de la misma, el curso temporal de la enfermedad y en ocasiones sugerir etiologías o causas posibles. Los hallazgos siempre deberán correlacionarse de manera muy estrecha, con la clínica actual del paciente¹².

Durante los últimos años, la cirugía de columna vertebral ha experimentado avances muy importantes, tanto en el aspecto ortopédico como en el aspecto neuroquirúrgico, desde el punto de vista neurofisiológico también ha habido avances en el monitoreo transoperatorio, sin embargo el seguimiento a posteriori de los pacientes sometidos a cirugía de columna ya sea cervical o lumbar en los laboratorios de neurofisiología no se realiza de forma rutinaria, incluso cuando se quejan de dolor posterior al procedimiento.

En el CMN 20 de Noviembre la causa mas frecuente de cirugía de columna es debida a hernia de disco hasta en el 91% de los casos. Dichas hernias ocasionan dolor radicular y limitación de movimiento de las extremidades ya sea superiores o inferiores según sea la topografía de presentación⁶.

Los exámenes neurofisiológicos disponibles previo y posterior a cirugía de columna existentes en el CMN 20 de Noviembre para evaluar la funcionalidad de la conducción nerviosa a través de la médula espinal, raíces nerviosas, troncos nerviosos, nervios y músculos involucrados en la misma metámera son:

Potenciales Evocados Somatosensoriales, Electromiografía y Estudios de conducción Nerviosa¹³.

La comparación neurofisiológica entre los hallazgos neurofisiológicos previos y posterior a la cirugía de columna con estos estudios ayudaría a reconocer si la afección conocida ha remitido, recurrido, avanzado o incluso si hubiera nuevos hallazgos que pudieran relacionarse con otros niveles de afección a nivel medular, radicular, nervioso o muscular¹⁴.

En el CMN 20 de Noviembre se atiende pacientes con patología variada de columna, y aproximadamente se realizan anualmente 100 cirugías de columna, ya sea de nivel lumbar y cervical. El promedio de seguimiento es a un año y se egresa al paciente si no hubiera nueva sintomatología. La consulta se realiza tres días a la semana destinados para valorar los casos de afección vertebral que pudieran ser candidatos a cirugía de columna, o a los pacientes postoperados⁶.

En los casos en los que se sospecha migración de disco, hematoma, complicaciones de colocación de material, o sintomatología dolorosa se pide control por RNM nuclear y en ocasiones estudio neurofisiológico. Los estudios neurofisiológicos de seguimiento no se realizan de forma rutinaria durante este periodo de seguimiento.

Por lo tanto no existe información comparativa entre estudios neurofisiológicos previos y posterior a cirugía de columna y esto no es privativo del CMN 20 de Noviembre, en los centros hospitalarios a nivel mundial, tampoco se ha descrito el seguimiento neurofisiológico de los procedimientos neuroquirúrgicos u

ortopédicos , tal vez se deba a la pobre disponibilidad existente del laboratorio de neurofisiología y el propio neurofisiólogo.

La utilidad de este seguimiento ayudaría a advertir al paciente si la rehabilitación y recuperación son efectivas e incluso dilucidar el pronóstico funcional y el éxito de la intervención.

Es un hecho comprobado de que los estudios neurofisiológicos son herramientas confiables con valores predictivos positivos de hasta un 95-100% para evaluar la funcionalidad eléctrica de las vías nerviosas estudiadas¹⁵.

Quizás la falta de información publicada en el mudo acerca de la comparativa integral entre los estudios neurofisiológicos previos y posterior a cirugía de columna denota la pobre disponibilidad de recursos humanos y materiales pero además podría ser la mala comunicación entre la especialidad de neurocirugía u ortopedia con el servicio de neurofisiología.

Cervicalgia y Lumbalgia

El dolor cervical y lumbar es uno de los motivos de consulta más comunes en la población adulta, es la causa más frecuente de limitación de la actividad física en personas menores de 45 años, y ocupa el segundo lugar después de las enfermedades respiratorias en la consulta médica general. Este dolor tiene una prevalencia anual que está entre el 15 y el 45% . Los síntomas generalmente se presentan de forma aguda e incapacitante desapareciendo en la mayoría de ocasiones en el transcurso de la primera semana¹⁶.

Algunos casos sin embargo, siguen una evolución crónica de difícil manejo por lo cual el médico utiliza diferentes formas de evaluación paraclínica con el fin de descartar enfermedades tales como hernia discal, tumor o infección. Los procedimientos diagnósticos incluyen la radiografía simple de columna, la tomografía axial computarizada (TAC), la Resonancia Nuclear Magnética (RNM), la gamagrafía ósea y estudios neurofisiológicos tal como conducción nerviosa y la electromiografía (EMG)^{17,18,19}.

El dolor que se relaciona con alteraciones neurológicas tiene su origen en las radiculopatías causadas por hernias discales o por canal estrecho hasta en un 80 % de los casos^{20,21}. En las radiculopatías refractarias al tratamiento conservador se puede requerir el manejo quirúrgico. Esta es una de las razones que obligan a determinar con la mayor exactitud la etiología del dolor. Por lo general, los pacientes con dolor se recuperan antes de seis semanas sin necesidad de ningún tratamiento. Sin embargo, después de 12 semanas, la recuperación es lenta y la respuesta a los diferentes tratamientos es mala^{22,23}.

Se ha demostrado que los pacientes con radiculopatías tienen mayor riesgo de entrar en una fase de dolor crónico que los pacientes con dolor sin compromiso radicular. Las anomalías anatómicas del disco intervertebral pueden ser definidas mediante la RNM. Sin embargo, las anomalías anatómicas demostradas a través de la RNM no significan necesariamente una mayor severidad de los síntomas dolorosos ni una alteración fisiológica de la raíz nerviosa^{24,29}.

Por el contrario, la EMG permite demostrar de forma objetiva la alteración fisiológica de la raíz nerviosa. Al mismo tiempo los potenciales somatosensoriales y dermatomales permiten evaluar la integridad de la conductividad a través de la médula espinal²⁵.

La valoración clínica de los pacientes con dolor cervical o lumbar no siempre es fácil ya que consume tiempo y exige de una muy buena relación médico paciente. Actualmente existe la tendencia a reemplazar la consulta de buena calidad por la formulación indiscriminada de medicamentos y la solicitud de exámenes paraclínicos muchas veces innecesarios. El dolor persistente después de una o más cirugías realizadas para tratar alguna alteración de la columna vertebral (disco, conducto estrecho, tumor, etc.). Se conoce también como síndrome poslaminectomía o síndrome de cirugía espalda fallida (FSS por sus siglas del inglés: Failed Spine Syndrome)^{27,28,29}.

Radiculopatías

Las radiculopatías cervicales y lumbares son una de las indicaciones más frecuentes de solicitud de un estudio electromiográfico y es un complemento muy valioso a las pruebas de imagen para tomar decisiones quirúrgicas. Las raíces más frecuentemente lesionadas por hernia discal o espondiloartrosis son la C6, C7, L5 y S1, que corresponden a las regiones de mayor movilidad vertebral y por tanto de mayor sufrimiento discal. El diagnóstico de la afección raquimedular

entonces sustenta sus bases clínicamente en tres pilares: datos clínicos, estudios neurorradiológicos y exploraciones neurofisiológicas³⁰.

El término radiculopatía se refiere a la lesión de una raíz nerviosa. La raíz nerviosa es el segmento que va desde la médula hasta el nervio espinal, donde se une la raíz nerviosa sensitiva con la motora. La unión de varios nervios espinales forman los plexos y de ahí salen los troncos nerviosos que inervan las extremidades. La causa más frecuente de lesión radicular es la compresiva por hernia discal, aunque hoy día se discute si la lesión es por compresión o es inflamatoria, dado que el núcleo pulposo es inmunogénico³¹.

Otras causas son la compresión crónica por osteoartrosis con estrechamiento de los agujeros de conjunción, por tumoración como neurinomas, quistes sinoviales o meníngeos, traumatismos como avulsión de una raíz, inmunológica, inflamatoria, neuroquímica isquémica³².

La incidencia de radiculopatía es muy baja, a pesar de que su sospecha es muy elevada, por ejemplo solo el 1% de los pacientes con lumbalgia aguda tienen radiculopatía lumbosacra. La mayoría de radiculopatías son en el segmento lumbosacro (60-90%) según Wilbourn y Aminoff y entre el 5 y el 10% en el segmento cervical³³.

Las radiculopatías torácicas son muy raras, realmente el diagnóstico clínico de radiculopatía no es nada fácil y se debe a diferentes motivos³¹.

Primero, la sintomatología es muy variable y ello es porque predomina la lesión axonal, no afectándose siempre los mismos axones, con lo que las alteraciones

sensitivas y motoras pueden ser diferentes en la lesión de una misma raíz, e incluso los reflejos pueden estar conservados³².

Segundo, los síntomas que se extienden a través de una extremidad no necesariamente son debidos a una lesión radicular. La inervación segmentaria de los escotomas y la lesión de las estructuras mesodérmicas incluyendo ligamentos y tendones pueden referirse a dichos escotomas. Las vértebras, el periostio, las articulaciones facetarias, los músculos, ligamentos, tendones, fascias y el anillo fibroso contienen fibras nerviosas capaces de ser estimuladas por niciceptores mecánicos o químicos, y la lesión de dichas estructuras puede referirse a su escotoma correspondiente y dar dolor en la extremidad³³.

Tercero, las extremidades son uno de los focos más importantes de somatización por lo que puede haber dolor en una extremidad de origen psicológico, y ello no es poco frecuente dado que uno de cada cuatro enfermos que visita por primera vez un médico es psicósomático³¹. Si con el estudio clínico es a menudo difícil realizar el diagnóstico de radiculopatía, lo mismo sucede con el estudio por imagen e incluso menos, pero el verdadero problema de los estudios actuales con resonancia magnética es su poca fiabilidad, hasta casi un 45% de los estudios en columna cervical pueden ser falsos positivos³². En individuos normales mayores de 40 años, sin ninguna clase de sintomatología, pueden hallarse discopatías (hernias discales, protrusiones) o imágenes de osteoartrosis cervical³³.

En un estudio realizado en nuestra Unidad de Electromiografía de la Fundación Sanitaria San Pere Claver a 307 radiculopatías que presentaban una evolución

menor de seis meses, observamos que la EMG de aguja era normal en el 6,5% de las radiculopatías cervicales y en el 10% de las lumbosacras³⁴.

La radiculopatía más frecuente en cervical es la C7 en el 25% de los casos, seguida de la C6 en el 12%. A nivel de las lumbares la radiculopatía más frecuente es la L5 en el 26% de los casos, seguida de la S1 en el 18%. El 8% de las radiculopatías no presentaban dolor³⁶. El 15% de las radiculopatías no presentaban parestesias, ni déficit sensitivo. El 48% de las radiculopatías en cervical tenían los reflejos musculotendinosos (RMT) normales. El 16% de las radiculopatías L4 y el 13% de las S1 tenían los RMT normales. Un dato muy significativo fue que el 46% de las radiculopatías cervicales y el 59% de las lumbosacras no presentaban debilidad clínica³¹.

Todo ello sugiere que solo con la valoración clínica o la electromiográfica no es posible realizar el diagnóstico de radiculopatía. Es precisa la valoración conjunta clínico-electromiográfica para un correcto diagnóstico de lesión radicular.

Otra cuestión es el nivel dónde se localiza la compresión, a nivel cervical la compresión discal tiende a afectar la raíz a nivel de la protrusión, por ejemplo la raíz C6 se afecta con las compresiones entre C5-6, con excepción de la C8 que se afecta con las compresiones entre la C7 y la D1 (solo hay siete vértebras cervicales)³⁴.

En cambio a nivel lumbar la raíz afectada suele ser la distal a la protrusión, por ejemplo la raíz L5 se afecta con las compresiones entre las vértebras L4-5, a pesar que dicha raíz sale por debajo de la vértebra L5. Pero si a nivel lumbar la protrusión es muy lateral, entonces puede afectarse la raíz a nivel de la protrusión,

por ejemplo entre L4-5 se afectaría la L4, o con una protrusión muy medial se afectaría la S1³³.

Otro problema son las variantes anatómicas. Dichas anomalías tiene una frecuencia del 14% a nivel lumbosacro. La más frecuente es que dos raíces salgan por el mismo agujero de conjunción. También puede haber anastomosis de diferentes raíces tanto a nivel intradural como extradural. Todo ello explica por qué en ciertas ocasiones no coincide la raíz afecta con el nivel radiológico de la compresión.

En cuanto al tratamiento quirúrgico no existe una clara evidencia científica que demuestre la efectividad de la descompresión quirúrgica, aparte de que las complicaciones por la cirugía pueden ser considerables y las tasas de éxito varían. El pronóstico de recuperación funcional no depende de la cirugía, la cual solo puede eliminar la causa (etiología) de la compresión (hernia discal, ganglión), sino del grado de lesión axonal que se ha producido. A más daño axonal, peor pronóstico funcional³⁷.

Si la lesión es leve, el pronóstico suele ser bueno, y si la lesión es severa pueden quedar ciertas secuelas, a veces importantes, como son debilidad de algún grupo muscular y alteraciones de la sensibilidad. En la recuperación funcional es muy importante la atención que el paciente preste a su sintomatología. Si esta atención se prolonga en el tiempo, o sea, se convierte en vigilancia, pueden memorizarse las molestias y estas hacerse eternas³⁷.

Degeneración de la columna (Mielopatía espondilótica).

En 1838 Key realizó las primeras descripciones de una compresión medular, originada por una enfermedad degenerativa de la columna cervical. Posteriormente, diversos autores, como Gowen en 1892, Walton en 1905, Bailey en 1911 y Stookey en 1928, documentaron en la literatura médica elementos relevantes sobre este tema³⁸. Más adelante Robinson y Clerke describieron por primera vez una serie de 120 pacientes afectados por mielopatía cervical espondilótica, y lograron establecer una diferenciación con otras afecciones medulares cervicales compresivas³⁹. Múltiples definiciones aparecen en la literatura para describir esta entidad; sin embargo, la propuesta por Rowland aporta elementos imprescindibles para una definición más completa⁴⁰.

Según el autor, “la mielopatía espondilótica (ME) es una enfermedad crónica en la que la médula espinal resulta dañada, bien de forma directa como consecuencia de su compresión por los elementos osteodiscales del raquis, bien de forma indirecta como consecuencia de la disminución del flujo arterial, del estasis venoso o de otros efectos como son los cambios degenerativos que caracterizan a la espondilosis”⁴¹.

Considerada como una de las consecuencias más graves de tipo neurodegenerativa el hecho de que afecta al canal medular, pues la ME es una de las enfermedades neurológicas medulares más frecuentes en las edades mediana y avanzada de la vida⁴².

La ME es la causa más frecuente de mielopatía en individuos mayores de 55 años, aunque algunas investigaciones señalan la aparición de signos de compresión medular puede evolucionar de manera asintomática en el 25 % de los individuos mayores de 65 años⁴³.

Las manifestaciones degenerativas observables en la fisiopatología de la ME obedecen a un fenómeno multifactorial, pues la combinación de varios elementos repercute en la aparición de las características anatomopatológicas de la enfermedad. La vigencia de la teoría propuesta por Robinson en el decenio de 1970 establece factores de tipo dinámico, estático, vascular y de orden degenerativo para explicar los cambios que tienen lugar en la medula espinal⁴⁴.

De esta manera, la origina la aparición de procesos como la estenosis del canal medular como factor necesario aunque no imprescindible para la aparición de mielopatía (un 10 % de individuos con estenosis del canal medular evolucionan de forma asintomática)⁴⁵.

La disminución del diámetro en el canal medular, secundaria a cambios degenerativos e hipertróficos que sufren los tejidos involucrados, aparejada a las variaciones de estabilidad y en la biomecánica del raquis cervical⁴⁶.

El efecto simultáneo de factores asociados a isquemia medular y congestión venosa, que afectan a las oligodendroglías y originan la desmielinización axonal de los fascículos medulares, responsables aparentemente de los graves síntomas presentes en estos pacientes⁴⁷.

Mecanismos moleculares excitotóxicos mediados por iones de calcio y glutamato, así como por efectos neurotóxicos mediados por el óxido nítrico sobre las glías y las neuronas del raquis medular, los radicales libres, la inflamación neurógena y los fenómenos asociados a la apoptosis celular que podrían explicar estos fenómenos⁴⁸.

Sin embargo, existen interrogantes aún por develar para explicar la fisiopatología de la ME. De los mecanismos moleculares invocados en su aparición, solamente existen evidencias experimentales que involucran al óxido nítrico y a los mecanismos de apoptosis celular; el resto de los factores carecen de estudios que avalen estos planteamientos⁴⁹.

Cirugía de Columna

El desarrollo de técnicas de mínima invasión, como la nucleólisis química, la discectomía percutánea automatizada, la nucleoplastia percutánea con radiofrecuencia, la ablación discal electrotérmica y con láser, han fracasado en su intento por preservar funcional y estructuralmente la columna vertebral; adicionalmente, se ha comprobado una mayor proporción de recuperaciones a largo plazo. La continua búsqueda de nuevas técnicas obedece a la dificultad en su práctica y resultados no satisfactorios⁵⁰. La consecuencia de una cirugía de disco debe reconocerse como un daño estructural y funcional, por ejemplo, en 2,353 pacientes en quienes se efectuó microdiscectomía se encontró que el 100% en la etapa postoperatoria presentaron decrementos mayores al 30% en la altura

discal. Esto significa que la cirugía de disco, por mínima que sea, siempre causa alteración en la estructura y, por ende, en la estabilidad del segmento operado⁵¹.

El éxito de la microdiscectomía es variable, encontrándose en la bibliografía médica porcentajes del 60 al 90%; la proporción restante constituyen el denominado síndrome de columna multioperada⁸. Existe evidencia de que otros factores como son los psicosociales pueden poseer una influencia significativa en la percepción y la cronicidad del dolor, y esto podría explicar la razón por la cual la cirugía de columna puede llegar a no resultar exitosa, incluso cuando los problemas morfológicos han desaparecido tras la intervención quirúrgica⁵².

Se ha publicado que el porcentaje de recuperación tras una primera cirugía de columna varía entre el 5 y el 18% en cirugía convencional, y llega al 30% en cirugías percutáneas, obteniéndose en estos casos pobres resultados respecto a la disminución del dolor y mejoría funcional, con una reincorporación al mismo puesto de trabajo que varía entre el 65 y el 98%⁵³.

En Estados Unidos de Norteamérica se operan anualmente 250,000 casos, y de estos, 37,500 (6.6%) requieren reintervención quirúrgica. Esta cifra es variable, ya que en discectomía percutánea la posibilidad de recuperación es mayor. En el fracaso se reconoce una etiología iatrogénica atribuible a error diagnóstico, de técnica quirúrgica o mala indicación de la misma⁵⁴.

Adicionalmente, en casi el 50% de los pacientes con síndrome de columna multioperada se han observado alteraciones psicológicas que no fueron identificadas antes de la cirugía⁵⁵.

Aunque el síndrome de columna multioperada es bien conocido e incluso temido por los cirujanos de columna, su comprensión integral resulta difícil, pues se trata de una entidad de origen multifactorial. Es imprescindible realizar un diagnóstico adecuado, seleccionar al paciente apropiado para ser llevado a cirugía, elegir y efectuar el mejor tratamiento quirúrgico de forma individualizada⁵⁶.

En un estudio que incluyó 20 sujetos (16 mujeres y 4 hombres, con edad promedio de 53.2 años) donde el 40% tenían una cirugía previa, el 40% dos, el 15% tres y el 5% cuatro. La evaluación con escala de Oswestry mostró que preoperatoriamente el 60% de los pacientes tenían discapacidad severa, y 2 años después el 55% del total de los pacientes permanecían con discapacidad leve⁵⁷.

A pesar de la sintomatología persistente en casi todos los pacientes y de las complicaciones, el índice de satisfacción fue del 100%. Al evaluar los casos se encontró que las principales causas del síndrome de columna multioperada fueron mala indicación quirúrgica + error técnico (50%), error en la técnica quirúrgica (35%) y error de indicación (15%)⁵⁸.

Los procedimientos neuroquirúrgicos, a pesar de los avances tecnológicos, nunca han dejado de ser un reto para el equipo neurofisiológico, por ello y ante la globalización, se ha intentado realizar guías de manejo para homologar criterios para el manejo de los pacientes sometidos a cirugía de columna, ya sea ésta neurológica u ortopédica⁵⁹.

La cirugía de columna es cada vez más compleja y de hecho ahora la atención es multidisciplinaria, al mismo paciente se le realiza abordaje anterior y posterior y hay que hacer los cambios de posición transquirúrgicos, pueden intervenir los

servicios de neurocirugía, ortopedia, vascular, anestesiología, neurología y por supuesto neurofisiología⁶⁰.

La edad no es limitante para la cirugía de columna, pues puede presentarse desde recién nacidos con diagnóstico de disrafismos congénitos, que aun cuando a la exploración neurológica sea normal, un tratamiento oportuno previene complicaciones futuras, muchos de estos pacientes vienen acompañados de patologías concomitantes como cardiopatías congénitas, bajo peso al nacer, inmadurez, etc⁶¹.

Existen mesas quirúrgicas especiales para cirugía de columna (Mesa de Andrews), sin embargo, no en todos los centros hospitalarios se cuenta con ellas. Esta mesa tiene la peculiaridad de tener apoyos genupectoriales que disminuye notablemente la presión, la resistencia de la vía aérea y la adaptabilidad pulmonar⁶².

El monitoreo neurofisiológico es parte fundamental del transoperatorio de cirugía de columna, el papel del anestesiólogo es muy importante, no sólo por que comparte algunos sectores anatómicos con el neurólogo, sino que la técnica anestésica utilizada es clave para la correcta interpretación de las mediciones⁶³.

La monitorización neurofisiológica cada vez más se realiza como de «rutina» en la cirugía de columna y tiene por objeto advertir al cirujano si existe compromiso del sistema nervioso durante la intervención quirúrgica. Este monitoreo consiste en la aplicación permanente de potenciales evocados sensoriales y motores que

son registrados y evaluados por un neurólogo presente en la sala de operaciones⁶⁴.

Cuales quiera que sea el procedimiento al que sea sometido al paciente, el apoyo e intervención del neurofisiólogo es imprescindible, desde cirugía convencional, quimionucleólisis, nucleoplastia electrotérmica, nucleotomía percutánea, prótesis de disco, por mencionar algunas⁶⁵.

Los procedimientos de mínima invasión bajo inyección percutánea se están convirtiendo en tratamientos de primera elección en la mayoría de los casos, sin embargo, cuando en estos pacientes falla el tratamiento se garantiza la intervención quirúrgica⁶⁶.

A pesar de los avances dentro del quirófano para demostrar el grado de daño en las diversas vías medulares somestésicas y motoras , aun en el mundo se ha olvidada la parte de seguimiento neurofisiológico a largo plazo para definir la recuperación o la falta de progresión de la patología de la columna⁶⁷.

En las guías nacionales mexicanas para dirección quirúrgica del Instituto Nacional de Rehabilitación solo se hace mención del seguimiento inmediato postquirúrgico, basando el criterio médico en la escala visual análoga de dolor y en la apreciación de la sintomatología⁵.

Estudios Neurofisiológicos

- Estudios de conducción nerviosa.

Los estudios de conducción nerviosa se realizan con estímulos eléctricos a los nervios periféricos, tanto sensitivos como motores de extremidades superiores e

inferiores para un vasto número de enfermedades del nervio periférico, dentro de las más comunes están: polineuropatías, síndrome del túnel del carpo, radiculopatía cervical y lumbo-sacro, plexopatías braquial y lumbo-sacro, meralgiaparestésica, lesiones de nervios específicos por trauma o evaluación postquirúrgica¹.

Con este equipo se incluyen las respuestas tardías (ondas F y reflejo H) sobre todo en radiculopatía cervical y lumbar

Su sensibilidad puede llegar al 75% consiste en estimular eléctricamente el nervio periférico en varios puntos superficiales de su trayecto y registrar la respuesta en un músculo distal inervado por dicho nervio².

Los parámetros que se analizan en la conducción motora son la velocidad de conducción, la latencia distal y la forma y la amplitud de la respuesta. La distancia entre los puntos estimulados dividido entre el tiempo que tarda el estímulo en recorrerlos, expresado en metros por segundo, es la velocidad de conducción motora de las fibras más rápidas³.

La forma de la respuesta es un parámetro que nos indica si existe sincronización en la conducción de las diferentes fibras nerviosas y la amplitud de la respuesta nos expresa el número de fibras nerviosas que conducen. La latencia distal es otro parámetro que hay que tener en cuenta⁴.

En ella, además de la conducción a lo largo del nervio, interviene la conducción a través de la sinapsis y del músculo hasta que el impulso eléctrico llega a los electrodos de registro. Las fibras nerviosas de mayor diámetro de los nervios

periféricos conducen la corriente eléctrica por encima de 45 m/s transmitiendo el impulso de forma saltatoria entre los nódulos de Ranvier hasta llegar al músculo⁵.

Las técnicas de estimulación nerviosa se deben llevar a cabo en pacientes con una temperatura corporal superior a los 32 °C, ya que temperaturas inferiores reducen la velocidad de conducción. Así mismo, la intensidad de la estimulación debe ser supramaximal, para estimular las fibras más rápidas del tronco nervioso. Las técnicas de la estimulación motora repetitiva, utilizada en los procesos de sinapsis neuromuscular, y la técnica de la fibra aislada por estimulación o manual, son analizados en el apartado de la patología de la sinapsis^{5,6,7}.

La conducción sensitiva se utiliza la técnica descrita por Dawson y Scott en 1949 y consiste en estimular las fibras sensitivas del nervio y registrar la respuesta sensitiva en el trayecto del nervio o de la piel. Se puede realizar ortodrómicamente (estimulando las terminaciones sensitivas en piel y registrando la respuesta proximalmente en el nervio) o antidrómicamente (estimulando el nervio y registrando la respuesta en la piel)^{5,6,7}.

Aquí no tenemos sinapsis ni otros obstáculos anatómicos, de modo que la conducción se realiza exclusivamente a lo largo del nervio. La distancia entre el punto de estimulación y el registro dividido entre el tiempo empleado en recorrerla nos indica la velocidad de conducción. La amplitud de la respuesta es un parámetro muy importante porque nos indica el número de fibras que conducen en el trayecto del nervio^{5,6,7}.

Las Respuestas Tardías son exploraciones para el estudio de los segmentos proximales de los nervios y que nos aportan información clínica importante. Onda

F La onda F se obtiene estimulando antidrómicamente y distalmente los nervios motores. La excitación retrógrada de varias motoneuronas del asta anterior dan origen a una segunda respuesta motora de más baja amplitud que la primera respuesta motora^{5,6,7}.

La exploración de la onda F es fundamental para el diagnóstico de la polirradiculoneuritis de Guillain-Barré, especialmente importante en su período inicial para instaurar precozmente el tratamiento. Onda F La onda F se obtiene estimulando antidrómicamente y distalmente los nervios motores. La excitación retrógrada de varias motoneuronas del asta anterior dan origen a una segunda respuesta motora de más baja amplitud que la primera respuesta motora^{5,6,7}.

El reflejo H es una respuesta refleja monosináptica que se obtiene principalmente en el nervio ciático poplíteo interno y ayuda en el diagnóstico de las radiculopatías S1

La exploración neurofisiológica de la radiculopatías se basa en los resultados de la electromiografía (EMG), aunque existen técnicas adicionales de valor mucho más limitado, entre las que cabe mencionar la onda F y el reflejo H^{5,6,7}.

Algunas investigaciones informan de una sensibilidad del reflejo H en el diagnóstico de la radiculopatía espondilótica C6-C7, que oscila entre el 56 y el 68 % de efectividad. La onda F, por su parte, sólo ha demostrado un valor reducido para este diagnóstico. ^{5,6,7}

En cuanto al estudio electrodiagnóstico (EMG), la exploración electromiográfica con electrodo de aguja sigue siendo el método más aceptado para el estudio de

las radiculopatías. Su sensibilidad llega al 90% y su fiabilidad es prácticamente del 80%^{5,6,7}

Las conducciones nerviosas sensitivas (neurografía sensitiva) son normales en las radiculopatías y su normalidad es considerada una fuerte evidencia para el diagnóstico de radiculopatía versus la afectación más distal como sería la afectación plexular o de los troncos nerviosos. Las conducciones nerviosa motoras pueden ser normales o presentar cierto enlentecimiento de la conducción y disminución de la amplitud^{8,9,10}.

Estas alteraciones son inespecíficas y no tiene valor para el diagnóstico de radiculopatía. Solo traducen cierta pérdida axonal, la cual puede darse en otras patologías nerviosas^{8,9,10}.

El reflejo H (RH) es útil para el estudio de la radiculopatía S1, y en ciertos pacientes también para la C7. La sensibilidad del RH en la radiculopatía S1 es del 50% y su especificidad del 91%. Aquí es necesario que la conducción sensitiva del nervios sural (safeno externo) sea normal para poder identificar que la lesión es preganglionar (radicular)^{8,9,10}.

La sensibilidad para las Ondas F ha sido reportada del 50-80% en las radiculopatías lumbosacras pero su estudio ha sido considerado que se sobrepone al estudio EMG con electrodo de aguja pero con menor sensibilidad. En pacientes con radiculopatía L5/S1 fueron anormales en el 70% de los casos, mientras el estudio EMG con electrodo de aguja fue del 77%^{8,9,10}.

Además las Onda F por si solas no pueden usarse para el diagnóstico de radiculopatía ya que pueden alterarse en cualquier proceso proximal como las plexopatías.^{8,9,10}

- Potenciales evocados somatosensoriales

Los potenciales evocados somatosensoriales (PESS) son herramientas diagnósticas, aplicables al estudio paraclínico de la ME. El registro de los potenciales evocados motores (PEM) es un método diagnóstico que consiste en la aplicación de impulsos magnéticos cortos a través del cuero cabelludo sobre la corteza motora, y la recogida de los potenciales de acción muscular en músculos de los miembros superiores o de los miembros inferiores. Las latencias motoras y el tiempo de conducción central resultan prolongados en esta enfermedad^{11,12,13}. Es un método diagnóstico de sensibilidad moderada, generalmente por debajo del 50 %, lo cual se atribuye al hecho de que las hernias discales tienden a provocar compresiones ventrolaterales más que dorsales^{11,12,13}. Varios artículos clásicos llaman la atención sobre la sensibilidad superior de los estudios realizados desde los miembros inferiores, sobre todo con estímulo en el nervio tibial posterior, y del cálculo de la latencia de la onda P37. Estos resultados se han confirmado en estudios comparativos recientes que sitúan la sensibilidad de los PESS desde el nervio tibial posterior en el diagnóstico de la ME en torno al 70 %^{11,12,13}. Algunas investigaciones aseveran que la combinación de ambas pruebas diagnósticas (PESS y PEM) es válida para evaluar la afectación funcional de la médula en pacientes presintomáticos.^{11,12,13}

Otros estudios demuestran que tanto los PESS como los PEM son útiles para la diferenciación entre afección raquimedular y otras afecciones. Estos estudios apoyan el diagnóstico, permiten realizar el diagnóstico diferencial, así como la localización topográfica de la afección y su intensidad, lo cual a su vez permite elaborar un pronóstico de la evolución del paciente y de la conducta ulterior.^{11,12,13}

El registro del PESS consiste en la aplicación de un estímulo eléctrico sobre el trayecto de un nervio sensitivo o mixto y la obtención de las respuestas evocadas en distintos sitios de la vía somatosensorial. Los nervios que usualmente se estimulan son el mediano o el cubital en los miembros superiores, y en este caso se miden las latencias de las ondas Erb, N13 y N20, los intervalos interpicos entre ellas y el tiempo de conducción central, que parecen ser los elementos más sensibles.^{11,12,13}

En este método se aplica un estímulo eléctrico no doloroso sobre el nervio periférico y la respuesta se registra en la corteza cerebral (corteza somatosensorial primaria) evaluando principalmente una porción de la médula espinal (cordones posteriores).^{11,12,13}

En cuanto a los potenciales evocados somatosensoriales, su especificidad es alta, de hasta el 95%, pero su sensibilidad puede ser de un 20% hasta un 70% según la raíz afecta y si se utiliza la estimulación cutánea segmentaria. Esta variabilidad probablemente se debe a que la inervación radicular cutánea puede no ser específica. Por ejemplo el nervio safeno puede contener fibras de L3 además de las de L4, el peroneo superficial de S1 además de las de L5 y el sural de L4 y S2 además de las de S1.^{11,12,13}

- Potenciales Evocados Dermatomaes

Los potenciales evocados somatosensoriales dermatomaes (PESSD), son una actividad eléctrica del sistema nervioso que se obtiene con la estimulación del área de piel correspondiente a un dermatoma y cuya configuración es similar a los potenciales evocados somatosensoriales (PESS), sólo que de latencia más prolongada y menor amplitud, ya que se activan las fibras cutáneas tipo II, las cuales son más lentas que las fibras la estimuladas en los PESS, el sitio de estimulación es más distal y el número de fibras nerviosas estimuladas es menor. Se recomienda que el estímulo en los PESSD sea submáximo, ya que con éste se identifican más consistentemente alteraciones en la conducción y un menor número de falsos negativos y falsos positivos ^{66,67,68}.

Entre las ventajas de los PESSD se encuentran que estudia exclusivamente la vía sensorial, permite detección temprana de la enfermedad, ya que las fibras sensitivas son las más susceptibles de lesiones por compresión, brindan información funcional a los estudios de imagen en la localización de la lesión y en la determinación de sus características fisiopatológicas, confirman una lesión cuando otros métodos de gabinete obtienen resultados negativos, así como que representan un estudio inocuo, no invasivo, no PESSD valoran la vía sensitiva en todo su trayecto y se pueden registrar a nivel cortical y en zonas sub-corticales como punto de Erb y columna cervical, lo que permite determinar el nivel anatómico en caso de lesión^{66,67,68}.

Para una adecuada localización de la lesión es necesario tener captaciones subcorticales, ya que si únicamente obtenemos el generador cortical, una alteración en el trayecto de la vía puede enmascarse y tener valores dentro de límites normales tanto en latencia como en amplitud, dando falsos negativos. También La vía que se sigue al realizar estudios de PESS y PESSD es la siguiente: sensación en la piel a través del nervio sensorial aferente, cuya neurona de primer orden se encuentra en el ganglio de la raíz dorsal, llega a los cordones posteriores de médula espinal (fascículo de Goll y Burdach), hasta la parte inferior del bulbo raquídeo donde hace sinapsis con neuronas de 2o orden en los fascículos posteriores posteriormente a través de las fibras arqueadas se decusan y llegan al lemnisco medial contralateral, ascienden al núcleo ventral posterior del tálamo donde hacen sinapsis con neuronas de 3er orden y por el extremo posterior de la cápsula interna llegan a la circunvolución postcentral de la corteza cerebral^{66,67,68}.

Ante la discrepancia en algunos valores y por la falta de estandarización de los valores de los generadores neurales subcorticales se han realizado estandarizaciones en nuestro país, además de que la población nacional tiene diferencias antropométricas con respecto a los sujetos de estudio de las estandarizaciones internacionales, y además, como se mencionó anteriormente, la importancia de la captación en varios puntos para estudiar si el daño es en un segmento tan corto como la raíz nerviosa, por lo que se vio la necesidad de realizar también la de los generadores subcorticales, como lo son punto de Erb y

cervical específicamente para radiculopatía cervical; por otra parte, existen pocos estudios publicados al respecto^{66,67,68}.

- Electromiografía

La estimulación radicular con electrodo de aguja parecer tener una alta sensibilidad de un 72% en la radiculopatía L5 y de un 66% de la S1, pero es una técnica que consume mucho tiempo y produce contracción dolorosa de los músculos paravertebrales y de las cinturas^{66,67,68}.

Dicha exploración se usa poco actualmente dada la aparición de la estimulación magnética que no produce las molestias anteriormente reseñadas. Su sensibilidad ha sido reportada del 52,6% y su especificidad está en discusión ya que parece que la estimulación puede llegar más allá del foramen neural^{66,67,68}.

Por tanto la EMG de aguja es la técnica disponible más adecuada para el diagnóstico de las radiculopatías aunque el valor de dicha exploración está limitado por el hecho de que solo estudia las fibras nerviosas motoras^{66,67,68}.

Otro inconveniente de la exploración EMG es que los músculos que se exploran están inervados por varias raíces, lo que no permite diagnosticar el nivel de la lesión basándose exclusivamente en la EMG, aunque si puede afinarse bastante^{66,67,68}.

Por lo tanto, la manera más adecuada de determinar si existe lesión radicular y el nivel de la misma es valorar de forma conjunta los datos clínicos y electromiográficos con electrodo de aguja^{66,67,68}.

Otras utilidades han sido en enfermedades desmielinizantes tipo esclerosis múltiples, lesiones tumorales, vasculares, infecciosas o degenerativas de la médula espinal, canal lumbar o cervical estrecho, lesiones del plexo braquial o lumbo-sacro, entre otras^{66,67,68}.

La electromiografía (EMG) es una técnica que permite el estudio de los potenciales de acción del músculo. Aporta información sobre el estado en que se encuentran los diferentes componentes de la unidad motora (UM). La exploración electromiográfica no es una técnica estándar, sino que debe ser dirigida por el especialista, después de realizada una historia y exploración clínicas, en función de la sintomatología que refiera el paciente y de los hallazgos que se vayan obteniendo^{66,67,68}.

Realizada con una aguja estéril y desechable, evalúa los músculos sin utilizar estímulo eléctrico. Se requiere de la cooperación máxima del paciente para contraer el músculo y valorar el potencial de unidad motora^{66,67,68}. Permite la ubicación de lesión, determinar la severidad y el curso temporal o tiempo de evolución de la misma. Es muy importante subrayar que la EMG, la mayor parte de las veces debe de acompañarse o complementarse con neuroconducción, sobre todo en polineuropatías, síndrome del túnel del carpo, radiculopatía cervical y lumbar, donde es mandatorio de acuerdo a las guías de la Federación Internacional de Neurofisiología Clínica; cabe mencionar que a través de este estudio no evaluamos nervios sensitivos^{66,67,68}.

Los equipos de EMG para el registro y análisis de los potenciales de acción del músculo y nervio están compuestos por electrodos de superficie o aguja que

captan la señal y una vez amplificados y filtrados son convertidos en señal digital. Hoy en día los aparatos tienen incorporados unidades de estimulación, líneas de retraso, sistemas de almacenamiento y promediación de las señales, etc^{66,67,68}. Además de la señal digital visual, los aparatos de EMG tienen altavoces para la captación acústica de la señal analógica, cuya información es fundamental para la interpretación de ciertos hallazgos como las fibrilaciones, descargas miotónicas, potenciales polifásicos, etc. Toda esta información, una vez registrada y almacenada, puede ser visualizada en la pantalla, y posteriormente impresa en papel o guardada en la memoria^{66,67,68}.

Las estandarizaciones nacionales que obtuvo una buena correlación de los PESSD con la lesión nerviosa lumbosacra, la cual complementó la información que no fue provista por los estudios de imagen, concluyendo que los PESSD son un método electrofisiológico sensible tanto para evaluar la función de una raíz nerviosa aislada como para ayudar en la localización de la lesión^{66,67,68}.

Mientras que Yazicioglu K. et al, llegaron a la conclusión de que la utilidad diagnóstica de los PESSD en la radiculopatía lumbosacra es controversial y requiere de más y subsecuentes en el diagnóstico de las radiculopatías, pero tiene la desventaja de requerir lesión o cierto grado de disrupción de las fibras motoras. Así como que los estudios de neuroconducción pueden raramente ser anormales en radiculopatías, pero son necesarios para otras ciertas condiciones que dan signos y síntomas similares a las y sensibilidad de los PESSD en el diagnóstico

de las radiculopatías cervicales y principalmente en aquéllos en los cuales el diagnóstico es sólo presuntivo, ya que la electromiografía fue negativa^{66,67,68}.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Centro Medico “20 de noviembre” del ISSSTE atiende a una población de trabajadores y sus familias que sufren de lumbalgia y cervicalgia crónica y que pueden necesitar cirugía de columna en la evolución de su padecimiento⁶.

El dolor de espalda crónico persistente aun después de la cirugía de columna es habitual y causa de incapacidad en los trabajadores ya sea directamente o indirectamente cuando es necesario los cuidados de algún familiar^{12,13,14}.

En muchas ocasiones no es claro si el dolor de columna y la falla de funcionalidad referida por los pacientes es mas sentida que objetiva, ello ha derivado en quejas de derechohabientes o incapacidades prolongadas por este padecimiento.

En la actualidad en la mayoría de los centros hospitalarios los estudios neurofisiológicos son pobremente empleados para el seguimiento de pacientes a los que se les ha realizado cirugía de columna.

Los estudios neurofisiológicos clínicos tales como :Potenciales Evocados Somatosensoriales, Potenciales Evocados Dermatomaes, Electromiografía y Estudios de conducción nerviosa son herramientas útiles para evaluar y determinar el sitio anatómico y funcional de los trastornos mas comunes que afectan la columna vertebral^{1,2,3}.

En el Centro Médico “20 de noviembre” se cuenta con servicio de neurofisiología y personal capacitado para realizar un estudio para comparar los estudios neurofisiológicos previamente y dar seguimiento posteriormente a la intervención de los pacientes con patología de columna y registrar su correlato con su sintomatología sentida.

JUSTIFICACIÓN

La tecnología empleada para la realización de estudios neurofisiológicos ha alcanzado un grado de certeza amplio para la evaluación de la funcionalidad de la médula espinal, fascículo nervioso, raíz nerviosa , tronco nervioso, nervio periférico, unión neuromuscular y fibra del músculo , también a lo largo del tiempo es cada vez es mas confiable su interpretación en patología de la columna vertebral y el sitio anatómico afectado principalmente.

Esto ha mejorado la evaluación de pacientes con queja de dolor, debilidad , parestesias y disestesias que sufren en la patología de columna vertebral o son sometidos a cirugía con intento de corrección de la misma.

El presente estudio hace que la comparación de pacientes en su etapa basal con su estado postquirúrgico de columna vertebral sea más fiable, ya que con los datos obtenidos se puede guiar al médico de consulta en la decisión de reintervención, incapacidad, alta o envío a servicio de psiquiatría.

En los textos de neurocirugía, traumatología y ortopedia, neurología y neurofisiología no se comentan grandes ensayos ni tesis al respecto del seguimiento comparativo entre el basal (prequirúrgico) con el estado postintervención (posquirúrgico) en los pacientes con patología de columna, quizás sea el hecho que se da por entendido que habrá hallazgos esperados y reproducibles de acuerdo a estudios previos al procedimiento.

Sin embargo la mayoría de las veces solo se guía el médico en la sintomatología e imagen y deja de lado el grado de conducción eléctrica a través de las estructuras funcionales que comprende la metámera abordada quirúrgicamente, ello ha llevado al desconocimiento de los verdaderos cambios funcionales de dichas estructuras. Por ende se entiende que se ha realizado la toma de decisiones en la consulta externa sin medición funcional neurofisiológica en los hospitales debido a la falta de recursos en la mayoría de las veces.

Por fortuna en el Centro Médico "20 de noviembre" se cuenta con el recurso humano y con el equipo necesario para realizar el primer estudio exploratorio en

su tipo, además se atiende aproximadamente 100 paciente que fueron sometidos a cirugía de columna ya sea lumbar o cervical por año.

Con lo anterior se entiende que el presente trabajo es factible, no tiene conflicto de interés, con uso mínimo de recursos y de gran impacto en la vida laboral diaria del hospital.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los cambios de la latencia y morfología de los potenciales somato sensoriales, musculares y estudios de conducción nerviosa previo y posterior a cirugía de columna cervical o lumbar de los pacientes intervenidos en el CMN 20 de Noviembre ?

HIPÓTESIS

H0 No existe cambio en la morfología ni en la latencia de potenciales nerviosos y musculares previo y posterior a cirugía de columna

Ho Existe cambio en la morfología y en la latencia de potenciales nerviosos y musculares previo y posterior a cirugía de columna

OBJETIVO GENERAL

Comparación de la morfología y latencia de potenciales nerviosos y musculares previo y posterior a la cirugía de columna cervical y lumbar.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar en pacientes el estado basal (prequirúrgico) y el estado postoperado de columna lumbar o cervical midiendo la latencia y morfología de P37 y N45 encontrados en potenciales somatosensoriales
- Comparar en pacientes el estado basal (prequirúrgico) y el estado funcional postoperado de columna lumbar o cervical con la latencia y morfología en de potenciales nerviosos de nervio tibial, mediano, ulnar y peroneo
- Comparar en pacientes el estado basal (prequirúrgico) y el estado postoperado de columna lumbar o cervical con la morfología y amplitud de los potenciales encontrados en electromiografía
- Evaluar a través de un cuestionario la percepción de dolor y funcionalidad del paciente el estado basal (prequirúrgico) y el estado postoperado
- Relacionar cuestionario de percepción de dolor, exploración física y funcionalidad con hallazgos en los estudios realizados del estado basal (prequirúrgico) y el estado postoperado

DISEÑO

Estudio prospectivo, descriptivo de seguimiento.

UNIVERSO

Pacientes del Hospital 20 de noviembre

Pacientes cautivos en la consulta externa de neurocirugía y traumatología y ortopedia que se les vaya a realizar cirugía de columna cervical y lumbar por cualquier motivo.

Inclusión

- Pacientes mayores de 18 años hombres y mujeres que vayan a ser sometidos a cirugía de columna
- Pacientes que firmen carta de consentimiento informado

Exclusión

- Pacientes con antecedentes coagulopatías.
- Pacientes con antecedentes de complicación postquirúrgica como migración del disco, hematoma, infección de tejidos blandos de región quirúrgica, infección de material como placas y tornillos.
- Pacientes con enfermedades psiquiátricas como esquizofrenia o trastorno somatomorfos
- Pacientes que usen dispositivos electromagnéticos como marcapasos, estimulador eléctrico cerebral o espinal.

MUESTRA

Muestreo consecutivo por conveniencia de acuerdo a la presencia o no de cirugía de columna. En el servicio de Neurología del CMN 20 de Noviembre se atienden alrededor de 100 casos por año con antecedente de cirugía de columna cervical y lumbar, aproximadamente el 70% logran una recuperación parcial o completa de la funcionalidad. Considerando que analizaremos el seguimiento de pacientes atendidos en la consulta incluiremos para el estudio a 30 pacientes.

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

MATERIAL Y MÉTODOS

1. Se realizara Cuestionario de discapacidad previo y posterior a cirugía de columna
2. Se realizara exploración física de fuerza muscular, reflejos de estiramiento muscular y sensibilidad de las regiones afectadas. Previo y posterior a cirugía de columna
3. Se procederá a realización de potenciales evocados somato sensoriales, dermatomales y estudios de conducción nerviosa de

regiones afectadas, y electromiografía con aguja. Previo y posterior a cirugía de columna

4. Se comparara resultados previos y posterior a la cirugía mediante análisis estadístico

El estudio se ajustará a los lineamientos establecidos en la declaración de Helsinki y por la institución en materia de investigación clínica. Se solicitará firma de consentimiento informado.

Considerando que se realizara estudio con estimulación eléctrica y punción con aguja se ajustará al reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación en Salud", Titulo segundo, Capitulo 1, Art 13, 14 y 17 , catalogando el presente estudio como "riesgo mínimo" que emplean el riesgo de datos a través de procedimientos comunes en exámenes físicos y diagnósticos rutinarios, utilización de electrodos de superficie y aguja en el paciente con registro en dispositivos digitales.

DESCRIPCION OPERACIONAL DE VARIABLES

VARIABLES INDEPENDIENTES

- **Edad:** número de años cumplidos desde la fecha de nacimiento a la hora de registro en el estudio. Cuantitativa expresada en años.
- **Género:** adjetivo descriptivo acerca del tipo de genitales internos y externos que posee un ser humano. Nominal hombre o mujer.

- **Escolaridad:** Grado académico hasta el que ha cursado un individuo, se describe nominativamente. Estratificada
- **Lugar de residencia:** Nombre asignado por el estado-república mexicana, a la región geográfica donde nació el sujeto en estudio. Nominal.
- **Estado civil:** Denominación acerca de la existencia o no de contrato conyugal verbal, contrato conyugal legal , contrato conyugal eclesiástico, o relación sentimental que conlleve a compartir bienes entre individuos. Nominal
- **Somatometría:** Medición de parámetros corporales como peso, Talla, circunferencia abdominal , índice de masa corporal.
- **Ocupación:** Actividad realizada por el paciente previo a la cirugía de columna
- **Topografía de cirugía de columna:** Lugar anatómico determinado por el numero de vertebra y denominación anatómica (lumbar o cervical) será variable binomial.
- **Diagnóstico de causa de la cirugía:** Patología cuya denominación es nominal (radiculopatía, enfermedad espondilolistésica, tumor, etc)
- **Tipo de cirugía:** Procedimiento empleado en la intervención será nominal (microdisectomia, disectomia, enucleación, etc).

- **Diagnóstico de Estudio de imagen:** Descripción de las lesiones de columna captadas en Resonancia Magnética y Tomografía.
- **Morfología del potencial prequirúrgico:** característica medida en amplitud y duración de la onda generada y registrada en pantalla digital tras estimular eléctricamente o activar miogénicamente un nervio o músculo.
- **Latencia del potencial prequirúrgico :** intervalo medido en milisegundos desde el estímulo al inicio de la onda generada y registrada en pantalla digital tras estimular eléctricamente o activar miogénicamente un nervio o músculo.
- **Tiempo de evolución:** Meses transcurridos desde la cirugía de columna a la actualidad.
- **Tratamiento empleado:** Medicación específica utilizada durante los últimos tres meses

VARIABLES DEPENDIENTES

- **Índice de Discapacidad de Oswestry:** Evaluación funcional y de dolor que se determinara en relación al puntaje obtenido (ver anexo) se interpreta como incapacidad mínima, moderada, severa y total.

- **Fuerza muscular** : Se medirá en variable categórica según Medical Research Council (MRC). Grado 5 :100% Es normal, gama total de movimientos contra la gravedad y total resistencia. Grado 4: 75% Gama total de movimientos contra la gravedad y cierta resistencia, pero débil. Grado 3: 50% Gama total de movimientos contra la gravedad pero no contra resistencia. Grado 4: 25% Gama total de movimientos, pero no contra gravedad (movimientos pasivos). Grado 1: Vestigios de movimiento Grado 0 Ausencia de contractilidad
- **Reflejos de estiramiento muscular:** Se medirá en variable categórica según Medical Research Council (MRC). No respuesta 0 Respuesta ligeramente disminuida 1/+ Normal 2 / ++ Respuesta más intensa de lo normal o aumento del área reflexógena 3 /+++ Exaltados; suele encontrarse clonus 4 /++++, se explorara asi: Reflejo Nivel Bicipital C5-C6, Estiloradial C6, Tricipital C7, Rotuliano L3-4 , Adductor L2-3-4, Aquileo S1.
- **Sensibilidad** : Se medirá en variable nominal subjetiva como presente o ausente, para la superficial se realizara con pincho y para la profunda con diapasón de 128 Hz.
- **Morfología del potencial postquirúrgicos** característica medida en amplitud y duración de la onda generada y registrada en pantalla digital tras estimular eléctricamente o activar miogénicamente un nervio o músculo.
- **Latencia del potencial postquirúrgicos:** intervalo medido en milisegundos desde el estímulo al inicio de la onda generada y registrada

en pantalla digital tras estimular eléctricamente o activar miogénicamente un nervio o músculo.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

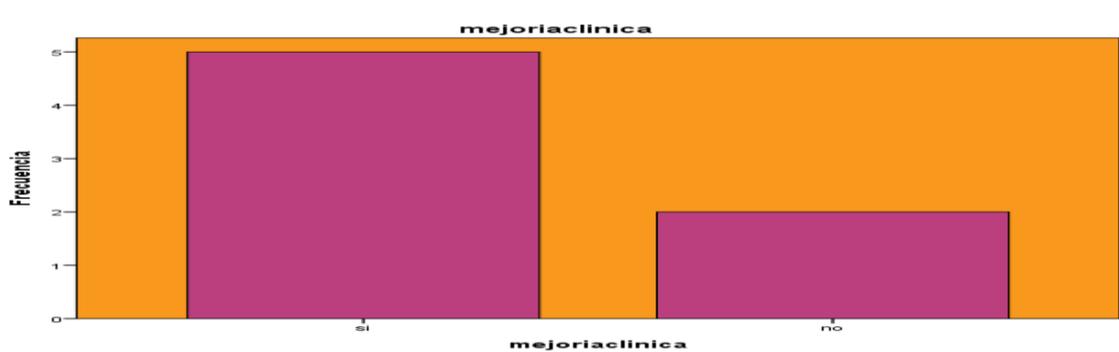
Utilizaremos el programa estadístico SPSS v.20.0 para Windows. Para el análisis descriptivo utilizaremos medidas de tendencia central y de dispersión, así como proporciones. Para comparar los cambios antes y después de cirugía utilizaremos prueba McNemar y Wilcoxon para dos grupos y Q de Cochran para cuando sean mas grupos , se compararon factores que pudieran estar relacionados a si hubo o no mejoría con pruebas chi cuadrado , U de Mann Whitney, Kruskal Wallis, T de student y ANOVA según el caso. La significancia estadística con $p < 0.05$.

RESULTADOS

Datos demográficos

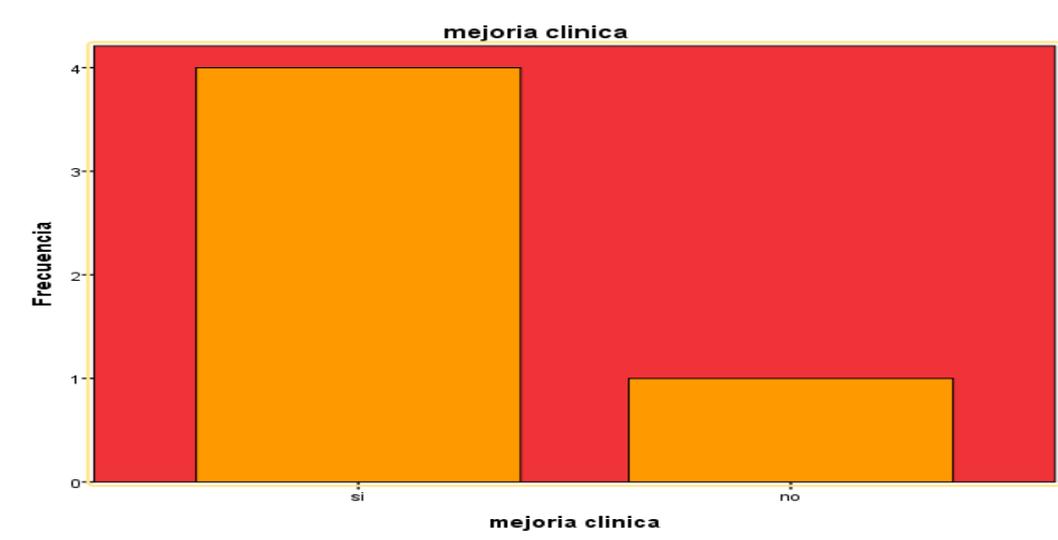
De un total de 13 pacientes registrados en un periodo de seis meses previo y posterior a cirugía de columna, se encontró que los pacientes intervenidos de **región lumbar** fueron 4 hombres (57.1 %) y 3 mujeres (42.9 %), con edad (promedio \pm DE) de 57.0 ± 11.13 años, en cuanto a la ocupación 5 eran burócratas (71.4%), 2 eran no burócratas (28.6 %), de los cuales 5 (71.4%) tenían nivel básico de estudios y 2 (28.6 %) profesional, el lugar de origen 4 fueron del centro de la república (57.1%), 1 del norte (14.3%) y 2 del sur (28.6%), estado civil 5 solteros (71.4%), 2 casados (28.6%). El diagnóstico clínico prequirúrgico

fue: 6 radiculopatía (85.7 %) y 1 otro (14.1%). El diagnóstico imagenológico fue 1 discopatía (14.3%), 2 tumor (28.6%), 4 canal estrecho (57.1%). El promedio \pm DE: peso fue 88.4 ± 9.27 kilos, la talla 1.64 ± 10.1 metros, circunferencia abdominal 106 ± 6.6 centímetros, IMC 33.2 ± 5.2 , tiempo de evolución 15.1 ± 10.8 meses. En el cuestionario de grado de discapacidad se encontró mejoría clínica manifestada por los pacientes en 5 (71.4 %) y sin mejoría en 2 (28.6%) tal como se observa en la siguiente imagen se grafica.



De los pacientes intervenidos de **región cervical** fueron 2 hombres (40%) y 3 mujeres (60 %), con edad (promedio \pm DE) de 65.0 ± 9.51 años, en cuanto a la ocupación 2 eran burócratas (40%), 3 eran no burócratas (60.0 %), de los cuales todos tenían nivel básico de estudios (100 %), el lugar de origen 2 fueron del centro de la república (40%), 2 del norte (40%) y 1 del sur (20%), estado civil 3 casados (60%) y 2 divorciados (40%). El diagnóstico clínico prequirúrgico fue: 4 radiculopatía (80%) y 1 otros (20%).El diagnóstico imagenológico fue 4 discopatía (80%), 1 canal estrecho (20%).

El promedio \pm DE: peso fue 78.6 ± 3.5 kilos, la talla 1.68 ± 5.4 metros, circunferencia abdominal 98.2 ± 5.4 centímetros, IMC 27.6 ± 1.79 , tiempo de evolución 16.8 ± 4.6 meses. En el cuestionario de grado de discapacidad se encontró mejoría clínica manifestada por los pacientes en 4 (80 %) y sin mejoría en 1 (20%) tal como se observa en la siguiente imagen se grafica.



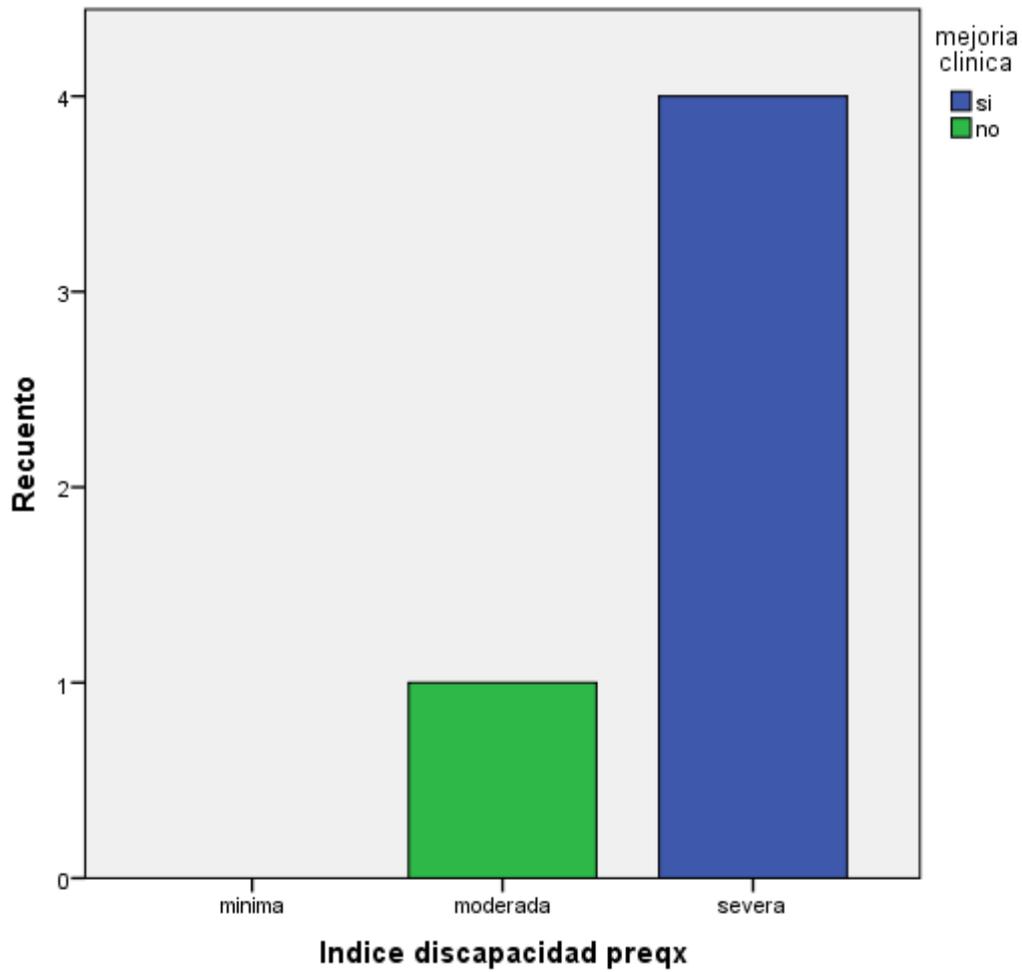
Del análisis inferencial de variables involucradas que pudieron afectar la mejoría clínica se muestra la siguientes tablas según la región intervenida.

Región Cervical:

Variable	Mejoría	No mejoría	Valor de p
Pacientes (n)	4	1	
Edad en años ($\mu \pm DE$)	63.5 ± 10.2	71 ± 0	NS
Género H/M	4/0	0/1	NS
Talla	1.69 ± 6.0	1.66	NS
Peso	78.2 ± 4.0	80 ± 0	NS
Circunferencia Abdominal	96.7 ± 5.1	104 ± 0	NS

IMC	27.2 ± 1.8	29.0 ± 0	NS
Tempo evolución meses	17.5 ± 5.0	14.0 ± 0	NS
Puntaje de índice de discapacidad preqx	24.2 ± 2.0	17.0 ± 0	0.051
Ocupación burócrata/ no burócrata	2/0	0/3	NS
Índice discapacidad leve/moderada/severa	0/0/4	0/1/0	0.025
Diagnóstico imagen preoperatorio discopatía / tumor /canal cervical estrecho	3/0/1	1/0/0	NS
Diagnóstico clínico preoperatorio radiculopatía / mielopatía /otros	3/0/1	1/0/0	NS
Fuerza 3/4/5	1/3/0	0/0/5	NS
REM's +/++	2/2	1/0	NS
Sensibilidad normal/alterada	0/4	1/0	0.025
Reclutamiento nl /neuropático/miopático	2/2/0	1/0/0	NS
PESSE nl/bloq parcial/bloq completo	2/2/0	1/0/0	NS
Patrón EMG nl/den activa/ den crónica/mixt	0/0/4/0	1/0/0/0	0.025
VCN nl/axonal/desmielinizante/mixta	0/2/0/2	0/1/0/0	NS
Presencia de P. Dermatomaes si/no	2/2	1/0	NS

Se empleó chi cuadrada para variables categóricas y U de Mann Whitney o Kruskal Wallis para numéricas NS no significativo.

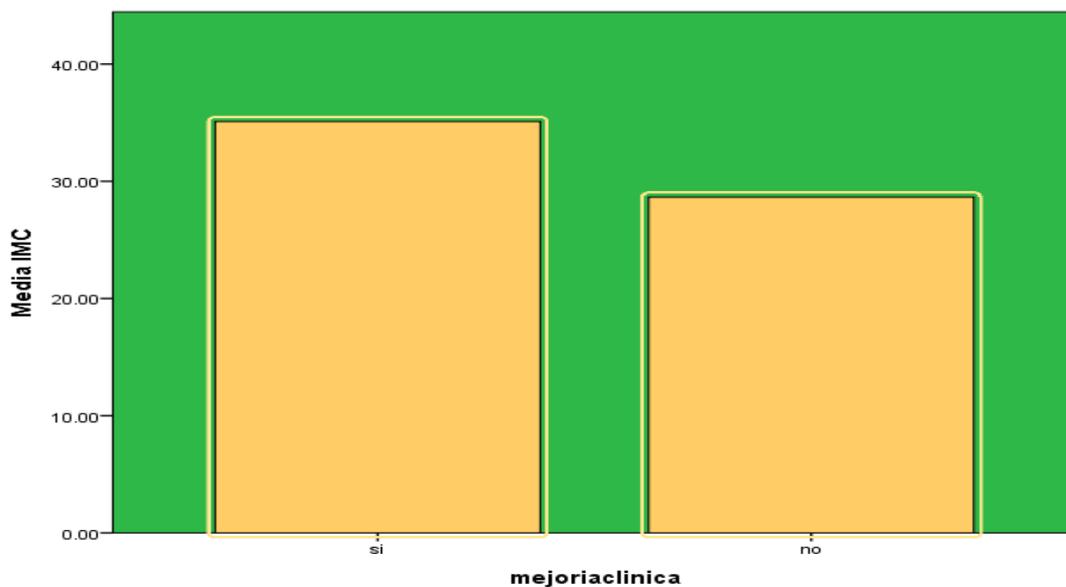


Con la tabla anterior se observó diferencia en el puntaje de discapacidad, es menor en el paciente que no mejoró, se observa también que el patrón de EMG y la sensibilidad no están alteradas en este paciente.

Región Lumbar:

Variable	Mejoría	No mejoría	Valor de p
Pacientes (n)	5	2	
Edad en años ($\mu \pm DE$)	61.6 \pm 9.6	45.5 \pm 0.7	NS
Género H/M	3/2	1/1	NS
Talla	1.62 \pm 8.0	1.67 \pm 18.3	NS
Peso	91.8 \pm 5.4	80 \pm 14.1	NS
Circunferencia Abdominal	108 \pm 5.9	101 \pm 7.7	NS
IMC	35.0 \pm 5.0	28.6 \pm 1.2	0.045
Tempo evolución meses	18.6 \pm 11.1	6.5 \pm 0	NS
Puntaje de índice de discapacidad preqx	16.0 \pm 4.7	19.5 \pm 7.7	NS
Ocupación burócrata/ no burócrata	4/1	1/1	NS
Índice discapacidad leve/moderada/severa	0/3/2	0/1/1	NS
Latencia P37 basal en ms	40.6 \pm 4.2	41.0 \pm 4.2	NS
Latencia N45 basal en ms	49.4 \pm 5.3	49.5 \pm 4.9	NS
Diagnóstico imagen preoperatorio discopatía / tumor /canal cervical estrecho	1/1/3	0/1/1	NS
Diagnóstico clínico preoperatorio radiculopatía / mielopatía /otros	4/0/1	2/0/0	NS
Fuerza 4/5	3/2	1/1	NS
REM's +/-++	3/2	2/0	NS
Sensibilidad normal/alterada	5/0	1/1	NS
Reclutamiento nl /neuropático/miopático	3/2/0	1/1/0	NS
PESS nl/bloq parcial/bloq completo	4/1/0	2/0/0	NS
Patrón EMG nl/den activa/ den crónica/mixt	3/0/2/0	1/0/1/0	NS
VCN nl/axonal/desmielinizante/mixta	3/2/0/0	2/0/0/0	NS
Presencia de P. Dermatomaes si/no	4/1	2/0	NS

Se empleó chi cuadrada para variables categóricas y U de Mann Whitney o Kruskal Wallis para numéricas NS no significativo.



Existió mejoría en los estudios de conducción de los pacientes y en algunos de los PESS somatosensoriales y dermatomales , también hubo mejoría en las respuestas tardías como las ondas F no así en el reflejo H. Además se observó mejoría de la fuerza , sensibilidad y reflejos osteotendinosos y en el índice de discapacidad tal como se muestra en la siguientes tablas.

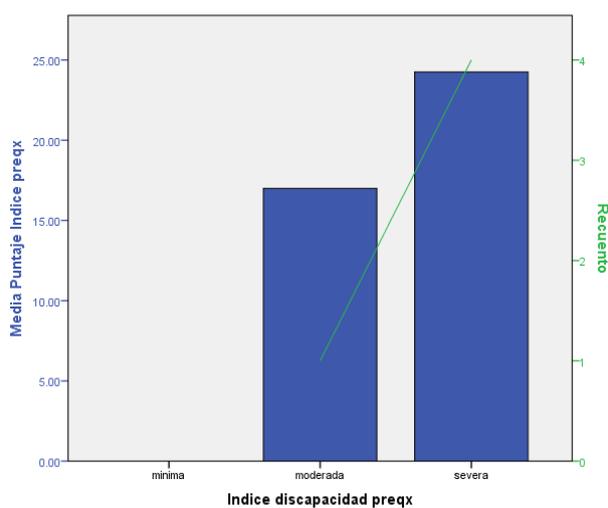
Región Cervical

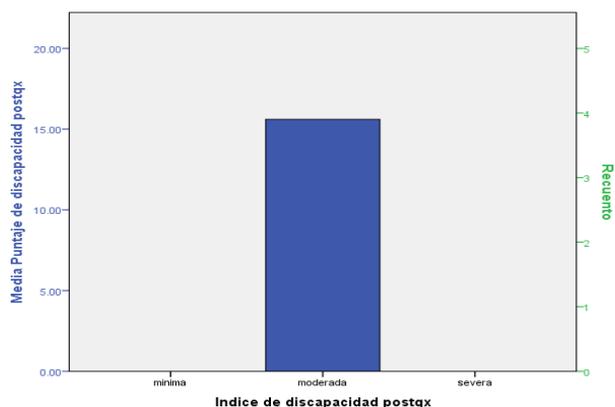
Prueba	Prequirúrgica μ \pm DE	Postquirúrgica μ \pm DE	Valor p
Latencia mediano motor	4.72 \pm 1.3	4.38 \pm 1.0	0.38
Latencia ulnar motor	4.39 \pm 1.0	3.94 \pm 0.61	0.38
Latencia mediano sensitivo	3.38 \pm 0.30	3.0 \pm 0.36	0.05
Latencia ulnar sensitivo	2.98 \pm 0.3	2.76 \pm 0.31	0.001
Amplitud mediano motor	3.50 \pm 0.6	4.52 \pm 0.83	0.002
Amplitud ulnar motor	3.14 \pm 0.40	4.7 \pm 0.40	0.72
Amplitud mediano sensitivo	9.64 \pm 4.0	11.4 \pm 3.1	0.001
Amplitud ulnar sensitivo	8.72 \pm 3.6	10.36 \pm 2.73	0.000

Persistencia de onda F	56 ± 10.8	70 ± 9.35	0.002
Puntaje de discapacidad	22.8 ± 3.70	15.6 ± 2.5	0.04
Fuerza 3/4/5	1/3/1	0/2/3	NS
REM's 1/2	3/2	3/2	NS
Sensibilidad nl/alterada	1/4	1/4	NS
Índice discapacidad min/moderada/severa	0/1/4	0/5/0	0.046
Reclutamiento nl/neuropatico/miopatico	3/2/0	3/2/0	NS
Dermatomaes presentes/ausentes	3/2	3/2	NS
VCN	0/3/0/2	0/3/0/2	NS
nl/axonal/demie/mixt	3/2/0	3/2/0	NS
PESS nl/bloq parcial/bloq completo	1/0/4/0	3/0/2/0	NS
EMG nl/den activa/den crónica/mixta			

Se empleó prueba Mc Nemar o Q de Cochran para categóricas y Wilcoxon o Anova para numéricas
NS no significativo.

Con la tabla anterior se observa mejoría en las latencias y amplitudes, así como en el índice de discapacidad siendo significativas a las pruebas de inferencia.



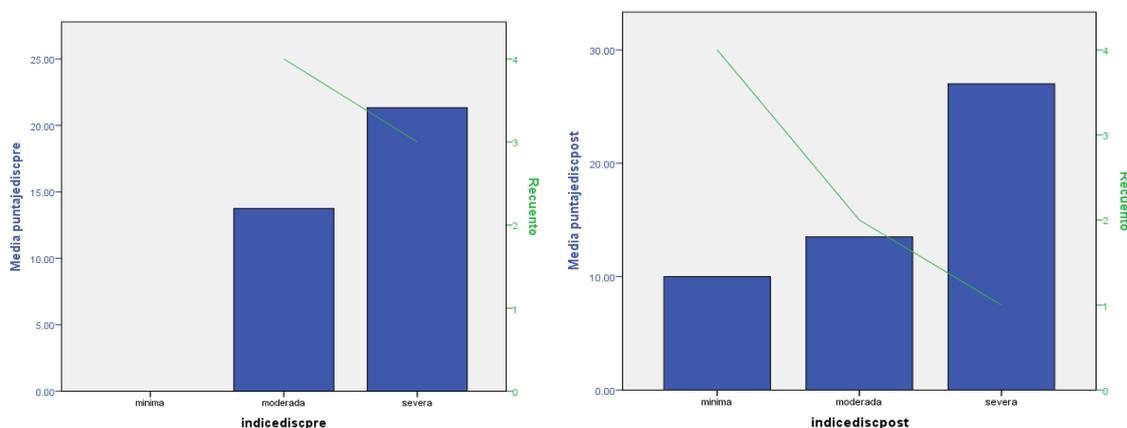


Región Lumbar

Prueba	Prequirúrgica μ \pm DE	Postquirúrgica μ \pm DE	Valor p
Latencia P37	40.7 \pm 3.9	40.7 \pm 3.9	NS
Latencia N45	49.4 \pm 4.7	49.4 \pm 4.7	NS
Latencia tibial	4.1 \pm 0.34	4.1 \pm 0.34	NS
Latencia peroneo	3.8 \pm 0.4	3.8 \pm 0.4	NS
Amplitud tibial	5.3 \pm 0.6	5.5 \pm 0.83	0.003
Amplitud peroneo	4.9 \pm 0.40	5.6 \pm 0.40	0.029
Latencia sural	2.68 \pm 0.3	2.68 \pm 0.3	NS
Amplitud sural	10.7 \pm 5.6	10.7 \pm 5.6	NS
Presistencia de onda F	70 \pm 11.1	75.7 \pm 8.3	0.03
Puntaje de discapacidad	17.0 \pm 5.2	13.4 \pm 6.2	0.09
Fuerza 4/5	4/3	2/5	NS
REM's 1/2	5/2	1/6	0.046
Sensibilidad nl/alterada	3/4	6/1	0.083
Índice discapacidad min/moderada/severa	0/4/3	4/2/1	NS
Reclutamiento nl/neuropático/miopático	4/3/0	4/3/0	NS
Dermatomaes presentes/ausentes	6/1	6/1	NS
VCN nl/axonal/demie/mixt	5/2/0/0	5/2/0/0	NS
PESS nl/bloq parcial/bloq completo	6/1/0	6/1/0	NS
EMG nl/den activa/den crónica/mixta	4/0/3/0	6/0/1/0	NS
Reflejo H normal/anormal	5/2	5/2	NS

Se empleó prueba Mc Nemar o Q de Cochran para categóricas y Wilcoxon o Anova para numéricas
NS no significativo.

Con la tabla anterior se puede notar mejoró en las amplitudes de los nervios, y resultado tendencioso hacia la mejoría en el índice de discapacidad aunque sin significancia estadística. Se observa una mejoría en la clínica de la sensibilidad y en la persistencia de las ondas F que esta supeditada a la amplitud.



CONCLUSIONES

Existe mejoría en el puntaje del Índice de Oswestry de discapacidad clínicamente hablando comparando el antes y después de la cirugía de columna. Sobre todo hubo significancia estadística para la región cervical, siendo tendenciosa para la región lumbar.

Los estudios neurofisiológicos que mejoraron con tendencia significativa fueron los de conducción nerviosa incluyendo latencias, amplitudes y respuestas

tardías como la onda F, no así el reflejo H. Esto sucedió en la cirugía cervical y para la región lumbar se comportó con mejoría significativa en la Fuerza, sensibilidad y reflejos osteotendinosos.

DISCUSIÓN

En el CNM 20 de noviembre existió patología de predominio radicular tipo canal estrecho y discopatía , además de tumores que tuvieron que operarse como urgencia relativa.

En la literatura existe gran cantidad de procesos patológicos que afectan a la columna vertebral, unos tienen su origen en la propia columna, ya sea por causas traumáticas, mecánicas o inflamatorias, y otros son reflejo de patologías que asientan en estructuras vecinas. Estas afecciones limitan la funcionalidad del paciente y alteran su vida útil teniendo repercusiones a nivel laboral, familiar y social^{1,2}.

Los hallazgos encontrados después de la intervención realizada por el neurocirujano en esta pequeña población aquí representada en el trabajo tuvo buena respuesta clínica manifestada con reducción importante en el índice de Oswestry, mejoría en REM's y sensibilidad, además de mejoría en las amplitudes de nervios afectados.

La comparación neurofisiológica entre los hallazgos neurofisiológicos previos y posterior a la cirugía de columna con estos estudios ayuda a reconocer si la afección conocida ha remitido, recurrido, avanzado o incluso si hubiera nuevos hallazgos que pudieran relacionarse con otros niveles de afección a nivel medular, radicular, nervioso o muscular¹⁴.

El presente estudio se extenderá a más pacientes con la intención de tener un estudio de 100 pacientes con la intención de valorar de forma más fidedigna el resto de estudios que en este estudio no tuvieron mayor significancia estadística a pesar de que tuvieron mejoría en el patrón mioelctrográfico, de neuroconducción y mejoría de potenciales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Reyes-Sánchez A. Columna multioperada. En: Bistre S, Araujo M, editores. Dolor síntoma, síndrome y padecimiento. México: Azerta Comunicación Creativa; 2003. p. 110---1. 2.
2. Onesti ST. Failed back syndrome. *Neurologist*. 2004;10:259---64.
3. Cáceres E, Ruiz-Manrique A, del Pozo P. Tratamiento quirúrgico. Actualización. Espalda multioperada. *Rev Soc Esp Dolor*. 2001;8 Supl 2:101--6.
4. Rosales-Olivares LM, Miramontes-Martínez V, Alpizar-Aguirre A, Reyes-Sánchez A. Síndrome de columna multioperada. *Cir Cir*. 2007;75:37---41.
5. Instituto Nacional de Rehabilitación. Manual de Guías Clínicas de la División de Cirugía de Columna Vertebral. F04- SGC-01 Rev.2. 2015, p1-42
6. Daniel R, César A. Artrodesis cervical anterior con placa de Caspar. Experiencia en el Centro Médico Nacional 20 de Noviembre, ISSSTE. *Cirugía y Cirujanos*. 1999; 67: 133-137
7. Kimura J, editor. *Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle*. 2nd ed. Philadelphia: FA Davis; 1989. p. 462-516.
8. Fehling MG, Tator CH, Lindon RD. The relationships among the severity of spinal cord injury motor and somatosensory evoked potentials and spinal cord blood flow. *Electroencephalog Clin Neurophysiol*. 1984;74: 24-59.
9. Aminoff MJ, Goodin DS, Parry GJ, Barbaro NM, Weinstein PR, Rosenblum ML. *Eleetrophysiologic evaluation of lumbosacral radiculopathies*:

- electromyography, late responses, somatosensory evoked potentials. *Neurology* 1985;35:1514-1518.
10. Gutiérrez Rivas E, Jiménez MD, Pardo J, Romer J, eds. *Manual de electromiografía clínica*. Barcelona: Prus Science; 2000.
 11. Nardin RA, Patel MR, Gudas TF, Rutkove SB, Raynor EM. Electromyography and magnetic resonance imaging in the evaluation of radiculopathy. *Muscle Nerve* 1999;22:151–155.
 12. Guidelines in electrodiagnostic medicine. American Association of Electrodiagnostic Medicine. *Muscle Nerve*. 1992;15(2):229-53.
 13. Yu YL, Jones SJ. Somatosensory evoked potentials in cervical spondylosis. Correlation of median, ulnar and posterior tibial nerve responses with clinical and radiological findings. *Brain*. 1985;108:273-300.
 14. Santos Anzorandia CM. *El Abecé de la electroneuromiografía clínica*. La Habana: Ciencias Médicas; 2000.
 15. Evans BA, Daube JR, Litchy WJ. A comparison of magnetic and electrical stimulation of spinal nerves. *Muscle Nerve* 1990;13:414–420.
 16. De Groot KI, Boeke S, Passchier J. Preoperative expectations of pain and recovery in relation to postoperative disappointment in patients undergoing lumbar surgery. *Med Care*. 1999;37:149---56.
 17. Gutiérrez Rivas E, Jiménez MD, Pardo J, Romer J, eds. *Manual de electromiografía clínica*. Barcelona: Prus Science; 2000.
 18. Kimura J. *Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle: Principles and Practice*. Philadelphia; 1983.
 19. Phillips LH, Brown WF, Kimura J. *Motor nerve conduction*. Cleveland Clinical Foundation. Cleveland 1995;21-8.
 20. Harimaya K, Mishiro T, Lenke LG, Bridwell KH, Koester LA, Sides BA. Etiology and revision surgical strategies in failed lumbosacral fixation of adult spinal deformity constructs. *Spine*. 2011;36:1701---10.
 21. Chou R, Atlas SJ, Stanos SP, Rosenquist RW. Nonsurgical interventional therapies for low back pain: A review of the evidence for an American Pain Society Clinical Practice Guideline. *Spine*. 2009;34:1078---93.
 22. Alpízar-Aguirre A, Solano-Vargas JD, Zárate-Kalfópulos B, Rosales Olivares LM, SánchezBringas G, Reyes-Sánchez B. Resultados funcionales de la cirugía del conducto cervical estrecho. *Acta Ortop Mex* 2013, 27(1): 4-8.
 23. Simpson JM, Silveri CP, Balderston RA, Simemone FA, An HS. The results of operations on the lumbar spine in patients who have diabetes mellitus. *J Bone Joint Surg Am* 1993;75:1823–1829.
 24. Berthier E, Turjman F, Mauguier F. Diagnostic utility of somatosensory evoked potentials (SEPs) in presurgical assessment of cervical spondylotic myelopathy. *Neurophysiol Clin*. 1996; 26: 300-10
 25. Duimitru D, Dreyfuss P. Dermatomal/Segmental somatosensory evoked potential evaluation of L5/S1 unilateral/unilevel radiculopathies. *Muscle Nerve* 1996;19:442–449.
 26. Linden D, Berlitz P. Comparison of late responses, EMG studies, and motor evoked potentials (MEPs) in acute lumbosacral radiculopathy. *Muscle Nerve* 1995;18:1205–1207.
 27. Waguespack A, Schofferman J, Slosar P, Reynolds J. Etiology of long-term failures of lumbar spine surgery. *Pain Med*. 2002;3:18---22.
 28. Slipman CW, Shin CH, Patel RK, Isaac Z, Huston CW, Lipetz JS, et al. Etiologies of failed back surgery syndrome. *Pain Med*. 2002;3:200---14.

29. Sanders WP, Truumees E. Imaging of the postoperative spine. *Semin Ultrasound CT MRI*. 2004;25:523---35.
30. Fisher MA. Electrophysiology of radiculopathies. *Clinical Neurophysiology* 2002;113:317-335.
31. Tonzola RF, Ackil AA, Shahani BT, Young RR. Usefulness of electrophysiological studies in the diagnosis of lumbosacral root disease. *Ann Neurol* 1981;9:305-308.
32. Toyokura M, Murakami K. F-wave study in patients with lumbosacral radiculopathies. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1997;37:19-26.
33. Wilbourn AJ, Aminoff MJ. The electrodiagnostic examination in patients with radiculopathies. *Muscle Nerve* 1998;21:1621-1631
34. Wilbourn AJ, Aminoff MJ. The electrophysiological examination in patients with radiculopathies. *Muscle Nerve*. 1998;21:1612-31.
35. Electromiografía en las lumbociáticas. *Rehabilitación (Madr)*. 1993;27:30-4.
36. Robinson PK, Afeiche N, Dunn Ej, Northup BE. Cervical spondylotic myelopathy: etiologymment treatment concepts. *Spine* 1977; 2: 89-99.
37. Geiss A, Rohleder N, Kirschbaum C, Steinbach K, Bauer HW, Anton F. Predicting the failure of disc surgery by a hypofunctional HPA axis: Evidence from a prospective study on patients undergoing disc surgery. *Pain*. 2005;114:104---17.
38. Clarke E, Robinson PK. Cervical myelopathy: a complication of cervical spondilosis. *Brain*. 1901;24:537.
39. Martin R, Pinto JR, Canta Loops JR, Sans F, Montiaga F, Paternino B, *et al*. Controversias en la fisiopatología de la mielopatía cervical espondilótica. *Neurología*. 2004;19(10):738-60.
40. Veidlinger OF, Colwell JC, Tuner D. Cervical Myelopathy and its relationships to cervical stenosis. *Spine* 1981:6550-2.
41. Hiyashi H, Okada K, Hands M, Venó R. Etiologic factors of myelopathy. A radiographic evolutions of the aging changes in the cervical spine. *Clin Orthop*. 1987;214: 20-9
42. Hiyashi H, Okada K, Hands M, Venó R. Etiologic factors of myelopathy. A radiographic evolutions of the aging changes in the cervical spine and etiologic factors of myelopathy. *Clin Orthop* 1988;13:618-28.
43. Law MD, Berhrauhdt M, With AA. Evaluation and management of cervical spondylotic myelopathy. *Inst Course Lect*.1995;44:99-110.
44. Mc Cormack BM, Weinsten PR. Cervical spondilosis an update. *Wet J Med*. 1996;165:43-51.
45. Bohlman HH. Emery SE. The pathophysiology of cervical spondilosis and myelopathy. *Instr Course Lect*. 1995;44:81-97.
46. Parke WW. Correlative anatomy of cervical spondilotic myelopathy. *Spine*. 1988;13:831-7.
47. Cusick JF. Pathophysiology and treatment of cervical spondilotic myelopathy. *Clin Neurosurg*. 1991;37:661-81.
48. Fehling MG, Skaf G. A review of the pathophysiology of cervical spondylotic myelopathy with insights for potential novel mechanism drawn from traumatic spinal cord injury. *Spine*. 1998;23: 2730-3.
49. Asch HL, Lewis PJ, Moreland DB, Egnatchik JG, Yu YJ, Clabeaux DE, *et al*. Prospective multiple outcomes study of outpatient lumbar microdiscectomy: Should 75 to 80% success rates be the norm. *J Neurosurg*. 2002;96 Suppl 1:34---44.

50. Atlas SJ, Deyo RA, Keller RB, Chapin AM, Patrick DL, Long JM, et al. The Maine Lumbar Spine Study, Part II. 1-year outcomes of surgical and nonsurgical management of sciatica. *Spine*. 1996;21:1777---86.
51. Carragee EJ, Han MY, Yang B, Kim DH, Kraemer H, Billys J. Activity restrictions after posterior lumbar discectomy. A prospective study of outcome in 152 cases with no postoperative restrictions. *Spine*. 1999;24:2346---51.
52. Erdine S, Ozyalc, in NS, Cimen A. Percutaneous lumbar nucleoplasty. *Agri*. 2005;17:17---22. 7.
53. Schaller B. Failed back surgery syndrome: the role of symptomatic segmental single-level instability after lumbar microdiscectomy. *Eur Spine J*. 2004;13:193--8.
54. Davis RA. A long-term outcome analysis of 984 surgically treated herniated lumbar discs. *J Neurosurg*. 1994;80:415---21.
55. Fritsch EW, Heisel J, Rupp S. The failed back surgery syndrome: Reasons, intraoperative findings, and long-term results: A report of 182 operative treatments. *Spine*. 1996;21:626---33.
56. Gambardella G, Gervasio O, Zaccone C, Puglisi E. Prevention of recurrent radicular pain after lumbar disc surgery: A prospective study. *Acta Neurochir Suppl*. 2005;92:151---4.
57. Donceel P, du Bois M, Lahaye D. Return to work after surgery for lumbar disc herniation: A rehabilitation-oriented approach in insurance medicine. *Spine*. 1999;24:872---
58. Gepstein R, Shabat S, Arinzon ZH, Berner Y, Catz A, Folman Y. Does obesity affect the results of lumbar decompressive spinal surgery in the elderly? *Clin Orthop Relat Res*. 2004;426: 138---44.
59. Donceel P, du Bois M. Fitness for work after surgery for lumbar disc herniation: A retrospective study. *Eur Spine J*. 1998;7:29---35.
60. Donceel P, du Bois M. Predictors for work incapacity continuing after disc surgery. *Scand J Work Environ Health*. 1999;25:264---71.
61. Daffner SD, Hymanson HJ, Wang JC. Cost and use of conservative management of lumbar disc herniation before surgical discectomy. *Spine J*. 2010;10:463---8.
62. Atlas SJ, Keller RB, Wu YA, Deyo RA, Singer DE. Long-term outcomes of surgical and nonsurgical management of sciatica secondary to a lumbar disc herniation: 10 year results from the Maine Lumbar Spine Study. *Spine*. 2005;30:927---35.
63. Atlas SJ, Keller RB, Chang Y, Deyo RA, Singer DE. Surgical and nonsurgical management of sciatica secondary to a lumbar disc herniation: Five-year outcomes from the Maine Lumbar Spine Study. *Spine*. 2001;26:1179---87.
64. Sin AH, Caldito G, Smith D, Rashidi M, Willis B, Nanda A. Predictive factors for dural tear and cerebrospinal fluid leakage in patients undergoing lumbar surgery. *J Neurosurg Spine*. 2006;5:224---7.
65. Schofferman J, Reynolds J, Herzog R, Covington E, Dreyfuss P, O'Neill C. Failed back surgery: Etiology and diagnostic evaluation. *Spine J*. 2003;3:400--3.
66. Pearce JM. Aspects of the failed back syndrome: Role of litigation. *Spinal Cord*. 2000;38:63---70.
67. . Haglund MM, Moore AJ, Marsh H, Uttley D. Outcome after repeat lumbar microdiscectomy. *Br J Neurosurg*. 1995;9:487---95.

68. Tsai, Tse-Min. et al. Value of Dermatomal Somatosensory Evoked Potentials in Detecting Acute Nerve Root Injury: An Experimental Study With Special Emphasis on Stimulus Intensity. Spine. 30(18):E540-E546, September 15, 2005.

ANEXO

Anexo. Escala clinimétrica

Índice de Discapacidad de Oswestry (ODI) Versión 2.0 o Cuestionario de Discapacidad de Oswestry para Dolor de Espalda

1.Intensidad del dolor

- Puedo soportar el dolor sin necesidad de tomar calmantes [0 puntos]
- El dolor es fuerte pero me manejo sin tomar calmantes [1 punto]
- Los calmantes me alivian completamente el dolor [2 puntos]
- Los calmantes me alivian un poco el dolor [3 puntos]
- Los calmantes apenas me alivian el dolor [4 puntos]
- Los calmantes no me alivian el dolor y no los tomo [5 puntos]

2.Cuidados personales

- Me las puedo arreglar solo sin que me aumente el dolor [0 puntos]
- Me las puedo arreglar solo pero esto me aumenta el dolor [1 punto]
- Los cuidados personales me producen dolor y tengo que hacerlo despacio y con cuidado [2 puntos]
- Necesito alguna ayuda pero consigo hacer la mayoría de las cosas yo solo [3 puntos]
- Necesito ayuda para hacer la mayoría de las cosas [4 puntos]
- No puedo vestirme, me cuesta lavarme y suelo quedarme en la cama [5 puntos]

3.Levantar peso

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

4. Caminar

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

5. Estar sentado

- Puedo estar sentado en cualquier tipo de silla todo el tiempo que quiera [0 puntos]
- Solo puedo estar sentado en mi silla favorita todo el tiempo que quiera [1 punto]
- El dolor me impide estar sentado más de una hora [2 puntos]
- El dolor me impide estar sentado más de media hora [3 puntos]
- El dolor me impide estar sentado más de 10 minutos [4 puntos]
- El dolor me impide estar sentado [5 puntos]

6. Estar de pie

- Puedo estar de pie tanto tiempo como quiera sin que me aumente el dolor [0 puntos]
- Puedo estar de pie tanto tiempo como quiera pero me aumenta el dolor [1 punto]
- El dolor me impide estar de pie más de una hora [2 puntos]
- El dolor me impide estar de pie más de media hora [3 puntos]
- El dolor me impide estar de pie más de 10 minutos [4 puntos]
- El dolor me impide estar de pie [5 puntos]

7. Dormir

- El dolor no me impide dormir bien [0 puntos]
- Sólo puedo dormir si tomo pastillas [1 punto]
- Incluso tomando pastillas duermo menos de 6 horas [2 puntos]
- Incluso tomando pastillas duermo menos de 4 horas [3 puntos]
- Incluso tomando pastillas duermo menos de 2 horas [4 puntos]
- El dolor me impide totalmente dormir [5 puntos]

8. Actividad sexual

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

9. Vida social

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

10. Viajar

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

Interpretación:

Sumar el resultado de cada respuesta y calcular el nivel de discapacidad según la siguiente fórmula: **puntos totales / 50 X 100 = % incapacidad (o: 'puntos totales' dividido por '50' multiplicado por '100 = porcentaje de incapacidad)**

Por ejemplo: en el último ODI registró 16. Entonces, $16/50 \times 100 = 32\%$ incapacidad:

ODI Scoring:

- **0%-20% (Incapacidad mínima):** El paciente puede realizar la mayoría de las actividades de su vida. Usualmente no está indicado el tratamiento con excepción de sugerencias para levantar pesos, postura, actividad física y dieta. Los pacientes con ocupaciones sedentarias como por ej. secretarías pueden experimentar más problemas que otros.
- **21%-40% (Incapacidad moderada):** El paciente puede experimentar más dolor y dificultades para levantar pesos, sentarse o estar de pie. Los viajes y la vida social son más dificultosas y pueden estar incapacitados para trabajar. El cuidado personal, actividad sexual y el sueño no están groseramente afectados. El tratamiento conservador puede ser suficiente.
- **41%-60% (Incapacidad severa):** El dolor es el principal problema en estos pacientes pero también pueden experimentar grandes problemas en viajar, cuidado personal, vida social, actividad sexual y sueño. Una evaluación detallada es apropiada.
- **61%-80% (Incapacitado):** El dolor de espalda tiene un impacto en todos los aspectos de la vida diaria y el trabajo. Tratamiento activo es requerido.
- **81%-100%:** Estos pacientes pueden estar postrados en cama o exageran sus síntomas. Evaluación cuidadosa es recomendada.