



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN CIENCIAS MÉDICAS**

**PROPUESTA Y VALIDACIÓN DE UNA PRUEBA CLÍNICA DE EQUILIBRIO
DE TRONCO EN INDIVIDUOS CON LESIÓN MEDULAR**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRÍA EN CIENCIAS MÉDICAS

P R E S E N T A:

JIMENA QUINZAÑOS FRESNEDO

TUTOR:

DR. ANTONIO RAFAEL VILLA ROMERO
FACULTAD DE MEDICINA, UNAM

MÉXICO, D.F. JUNIO 2013



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.

Quiero agradecer a CONACyT por su apoyo económico durante los dos últimos años.

CONTENIDO

I. RESUMEN	4
II. ANTECEDENTES	5
III. JUSTIFICACIÓN	7
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
V. HIPOTESIS	8
VI. OBJETIVOS	9
VII. METODOLOGÍA	9
VIII. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	14
IX. ASPECTOS ÉTICOS	15
X. RESULTADOS	19
XI. DISCUSIÓN	28
XII. CONCLUSIÓN	30
XIII. ANEXOS	30
XIV. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	32

I. RESUMEN

Propuesta y validación de una prueba clínica de equilibrio de tronco en individuos con lesión medular

Introducción. Uno de los problemas que surgen en la lesión medular (LM) es la alteración en el equilibrio del tronco. Pese a la necesidad de escalas estandarizadas, éstas no existen para valorar el equilibrio de tronco en LM.

Objetivo. Proponer y validar una prueba clínica de equilibrio de tronco en individuos con LM. **Material y métodos.** Se desarrolló la prueba y posteriormente se evaluaron confiabilidad y validez.

Resultados: Se realizaron 531 pruebas a 177 pacientes. Se encontró una alta confiabilidad inter e intra-observador. Validez de criterio: El análisis de varianza demostró una diferencia estadísticamente significativa en la puntuación de los pacientes con equilibrio de tronco adecuado e inadecuado según la valoración de un grupo de expertos. Se elaboró una curva ROC para optimizar el punto de corte del instrumento y se determinó que éste es de 13 puntos, con una sensibilidad de 98% y una especificidad de 92.2%. Validez de constructo: La correlación entre la prueba propuesta y el SCIM fue de 0.873 ($p=0.001$) y con el tiempo de evolución de 0.437 ($p=0.001$). Para la prueba de hipótesis con las variables cualitativas se realizó prueba de Kruskal-Wallis y se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre las calificaciones en la escala propuesta de cada grupo definido por estas variables. **Conclusión:** Se comprobó de manera experimental que la prueba de equilibrio de tronco propuesta es confiable y válida.

II. ANTECEDENTES

La lesión medular (LM) es una alteración de la médula espinal que modifica no sólo la fuerza muscular y la sensibilidad, sino que genera un cambio en todos los sistemas del organismo¹. La incidencia mundial se calcula entre 13.1 a 52.2 por millón de habitantes². En Estados Unidos de América se estima una incidencia anual de alrededor de 40 casos por millón de habitantes, o aproximadamente 12,000 nuevos casos anuales sin contar los que mueren en el sitio del accidente³. En México se calcula una incidencia anual de 18.1 por millón de habitantes y ocurre con mas frecuencia en hombres en edad productiva (16 a 35 años de edad)⁴. La principal etiología es el trauma, destacando los accidentes automovilísticos, caídas de altura, heridas por arma de fuego o deportivas. También puede ser causada por infecciones, tumores y enfermedades degenerativas^{5,6}. Independientemente de la etiología, se ha demostrado que el pronóstico depende principalmente del tipo de lesión y del nivel neurológico en que se presente⁶.

El déficit neurológico secundario a la LM se evalúa actualmente a través del protocolo de la Asociación Americana de la Lesión Medular (ASIA, por sus siglas en inglés); el cual es una herramienta semi-cuantitativa para el monitoreo de los déficits motores y sensitivos. El protocolo permite determinar el nivel de la lesión, estimar la extensión del déficit neurológico y predecir, hasta cierto punto, el resultado de la LM. Además, permite la descripción de los déficits estructurales de forma indirecta, ya que mediante la exploración de la fuerza, la sensibilidad en sus diferentes modalidades y los reflejos, se realiza una evaluación indirecta de la vía piramidal (tractos corticoespinales dorsal y ventral), los cordones posteriores y el fascículo espinotalámico lateral⁷.

El daño a las vías ascendentes (tractos espinotalámico lateral y anterior, cordón blanco posterior, tractos espinocerebeloso anterior y posterior, tracto espinotectal, tracto espinoolivar y tractos sensitivos viscerales) y descendentes (tracto corticoespinal, tracto reticuloespinal y tracto rubroespinal) de la médula espinal tiene como consecuencia una alteración en el sistema de control postural⁸. Por otro lado, un control eficaz de la postura es de suma importancia tanto para la bipedestación y la marcha⁹ como para proveer de soporte a los movimientos voluntarios^{10, 11}. Las alteraciones en el control postural dependen del grado y nivel de lesión, de tal forma que los individuos con lesiones completas y torácicas o cervicales tienen un pobre equilibrio de tronco, lo que limita muchos de los movimientos necesarios para la realización de las actividades de la vida diaria^{12,13}.

Por esta razón parte de los objetivos de la rehabilitación en individuos con LM es la mejoría en el equilibrio de tronco para lograr la independencia en las actividades de la vida diaria y en, en casos específicos, lograr la bipedestación y marcha^{6, 5, 11, 12}

Las personas con LM recurren a diferentes estrategias posturales para controlar el equilibrio en sedestación durante la realización de diferentes tareas utilizando músculos no posturales, como el dorsal ancho y el trapecio, mismos que se pueden entrenar con buenos resultados¹⁴.

Existen pruebas para valorar clínicamente el control de tronco en otras patologías del sistema nervioso central que han arrojado datos importantes no sólo para la evaluación inicial de estos pacientes, sino para el seguimiento, pronóstico y grado de independencia funcional¹⁵⁻¹⁷.

En la literatura internacional existen únicamente cinco estudios que abordan el tema de la valoración del control postural en individuos con LM¹⁸⁻²². Cuatro de ellos¹⁸⁻²¹ utilizan pruebas que valoran únicamente el equilibrio en sedestación. Sin embargo, el equilibrio de tronco se define como la capacidad de mantener el control postural del tronco, incluyendo moverse y cambiar peso del cuerpo de cada lado para liberar una extremidad para una función en particular como alcanzar o agarrar. El cambio de peso puede ser anterior, posterior, lateral o diagonal e involucrar reacciones de enderezamiento, de equilibrio o de protección. El control postural a su vez se ha definido como la capacidad de mantener el equilibrio frente a perturbaciones internas o externas con el objetivo de mantener el centro de masa dentro de la base de soporte²³⁻²⁴. Si bien el mantenimiento de la postura en sedestación es parte del equilibrio del tronco, no refleja todo el constructo, por lo que estas escalas deben de ser complementadas para valorar el equilibrio de tronco en su totalidad. El estudio de Atkinson y colaboradores parece proponer una escala más completa, sin embargo, ésta se mantiene aún en desarrollo y no ha sido validada²².

Pese a la importancia del control postural en los individuos con LM y a la utilidad de escalas que valoren el control de tronco en otras patologías del sistema nervioso central, no existen a la fecha pruebas clínicas válidas que valoren el equilibrio de tronco en las personas con LM.

III. JUSTIFICACIÓN

La LM es una patología frecuente que afecta el control postural debido a alteraciones en la fuerza, el tono muscular y en la sensibilidad. Particularmente los individuos con lesiones completas y cervicales o torácicas, presentan una importante limitación para el movimiento del tronco. La LM suele presentarse

en hombres y mujeres jóvenes causando una discapacidad importante y permanente, por lo que representa un problema de salud pública^{2, 3}. Uno de los principales problemas que surgen de la LM es la alteración en el equilibrio del tronco, que se acompaña de dificultad para la realización de las actividades de la vida diaria además de problemas secundarios como el dolor y la formación de úlceras por presión¹⁷. Pese a la necesidad de escalas estandarizadas en rehabilitación e investigación para la evaluación, seguimiento y pronóstico de estos pacientes, no existen escalas validadas para valorar el equilibrio de tronco en individuos con LM.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La LM causa un pobre control de tronco debido a alteraciones en la sensibilidad, la fuerza y el tono muscular. No existen a la fecha escalas que valoren el equilibrio de tronco en individuos con LM pese a la importancia para la valoración inicial, pronóstico y seguimiento, de donde surge la necesidad de proponer una prueba clínica de equilibrio de tronco para individuos con LM y la siguiente pregunta de investigación:

¿La prueba clínica de equilibrio de tronco para individuos con LM propuesta es confiable y válida?

V. HIPÓTESIS

La prueba de equilibrio de tronco para individuos con LM propuesta en el presente trabajo es confiable y válida.

VI. OBJETIVO

Proponer una prueba clínica de equilibrio de tronco en individuos con LM y determinar si ésta es confiable y válida.

Objetivos específicos.

- Desarrollar una prueba clínica de equilibrio de tronco en individuos con LM.
- Calcular la confiabilidad de la prueba mediante la concordancia intra observador e interobservadores.
- Determinar la validez de contenido mediante la evaluación de la prueba por un comité de expertos y mediante análisis factorial.
- Calcular la validez de criterio mediante correlación con la valoración según un grupo de expertos.
- Calcular la validez de constructo mediante prueba de hipótesis al correlacionarla con el nivel neurológico, el tipo de lesión, el tiempo de evolución, la marcha y la bipedestación.

VII. METODOLOGÍA

TIPO DE ESTUDIO

Descriptivo, observacional, transversal.

UNIVERSO DE TRABAJO

Se aplicó la prueba a todo paciente de la consulta externa y hospitalización del Servicio de Lesión Medular de la División de Rehabilitación Neurológica del Instituto Nacional de Rehabilitación.

Criterios de selección

**Criterios de inclusión*

- Cualquier edad
- Cualquier género
- Con diagnóstico clínico de LM de cualquier tipo (completa e incompleta) y nivel neurológico
- Cualquier tiempo de evolución
- Cualquier etiología
- Que cuente con carta de consentimiento informado

**Criterios de exclusión*

- Otro diagnóstico neurológico cerebral
- Alteración en los órganos de los sentidos
- Problema ortopédico que impida la realización de la prueba
- Alteraciones en las funciones mentales
- Condición metabólica o cardiovascular que impida la realización de la prueba

**Criterios de eliminación*

- Que no se termine la prueba

TAMAÑO DE LA MUESTRA

El tamaño de la muestra se calculó con el programa Epidat 4. Con los resultados preliminares de 96 pacientes, se hizo un cálculo del tamaño de la muestra. Para una sensibilidad de 97% y una especificidad del 92.1%, una potencia de 80% y un nivel de confianza del 95%, se requieren 157pacientes.

DESCRIPCIÓN DE VARIABLES DE ESTUDIO

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Escala de Medición	Unidad/ Valores
Prueba de equilibrio de tronco	Puntuación en la prueba de equilibrio de tronco	Puntuación máxima alcanzada en la prueba de equilibrio de tronco	Cuantitativa discreta	Puntuación entre 0 y 24 puntos
Tipo de LM	Según ASIA, con las modificaciones de la ISNCSCI ²⁵ A: completa, B: incompleta, preservación de la función únicamente sensitiva, C: incompleta, contracción anal voluntaria o más de la mitad de los músculos clave en <3, D: incompleta, más de la mitad de los músculos clave en >3, E: recuperación total	A, B, C, D, E	Cualitativa nominal	0= A 1=B 2=C 3=D 4=E
Nivel neurológico de LM	Segmento más caudal de la médula espinal con función normal ¹⁹	Cervical alta de C1 a C3, Cervical baja de C4 a C8 Torácica alta de T1 a T6 Torácica baja de T6 a T12 Lumbar Sacra	Cualitativa nominal	1= Cervical 2= Torácica alta 3= Torácica baja 4= Lumbar 5= Sacra
Tiempo de evolución de la LM	Tiempo en meses desde que se produjo la LM al momento de la aplicación del cuestionario	Número de meses	Cuantitativa continua	Meses
Edad del paciente	Años que trascurren a partir de la fecha de nacimiento	Años cumplidos al momento de la aplicación de la prueba	Cuantitativa discreta	Años
Bipedestación	Logra mantenerse sobre los miembros inferiores	Sí, de forma independiente Sí, con estabilizadores No	Cualitativa	1= sí sin estabilizadores 2= sí con uso de estabilizadores 3= No
Marcha	Logra desplazarse de un punto al otro	Sí, independiente Sí, con auxiliares No	Cualitativa	1= sí independiente 2= sí con auxiliares

Equilibrio de tronco según grupo de expertos	Consenso de la evaluación clínica del equilibrio de tronco según 4 expertos	Adecuado o inadecuado	Cualitativa nominal dicotómica	3= no 0=adecuado 1=inadecuado
SCIM (Spinal Cord Independence Measure) ^{26, 27}	Medición de la Independencia Funcional en lesionados medulares	Grado de independencia para realizar las actividades de autocuidado, control de esfínteres, transferencias, locomoción.	Cuantitativa discreta	Puntuación del nivel de independencia de 0-100 puntos

PROCEDIMIENTO.

Desarrollo de la prueba de equilibrio de tronco en individuos con LM:

Se realizó una revisión de las pruebas de control de tronco en otras enfermedades del sistema nervioso central ^{10,14} y se obtuvieron los ítems que podrían ser de utilidad para la LM, es decir, aquellos que no requerían la bipedestación o marcha y que no hicieran una distinción entre un hemicuerpo sano y un hemicuerpo afectado. Además, se crearon ítems que se relacionan con el equilibrio de tronco y algunas actividades de la vida diaria. Por último, se consideraron algunas pruebas utilizadas para valorar el equilibrio de tronco durante la realización de actividades con los miembros superiores en sedestación ⁵⁻⁹.

La prueba fue evaluada por un comité de expertos conformado por dos especialistas en rehabilitación neurológica y dos especialistas en rehabilitación pediátrica con experiencia en valoración de pacientes con alteraciones en el control de tronco para determinar la validez de contenido de la prueba.

Una vez obtenida la validez de contenido se procedió a la evaluación de los pacientes. Solo después de firmar una carta de consentimiento informado, los individuos fueron evaluados en el área de terapia física de Plasticidad Cerebral

del Instituto Nacional de Rehabilitación en colchones con una altura de 50cm y un área de 2x2.5m. Se formó un grupo de expertos que consistió en tres médicos especialistas en Rehabilitación Neurológica y un médico especialista en curso de alta especialidad en rehabilitación neurológica quienes determinaron el tipo de equilibrio de tronco que presenta cada paciente, la evaluación se realizó en forma conjunta pero independiente. Justo después de dicha evaluación dos médicos residentes previamente entrenados para la aplicación de la prueba observaron a todos los individuos en forma conjunta pero los evaluaron de forma independiente y sin conocer el resultado del grupo de expertos. Adicionalmente, uno de los médicos realizó la prueba a cada sujeto un día antes o un día después de forma independiente, la determinación de si se valoraba antes o después fue aleatoria. Los sujetos fueron observados a la misma hora del día para evitar diferencias por fatiga. Ninguno de los observadores conocía el tipo de LM, el nivel neurológico, el tiempo de evolución, el SCIM, la edad del paciente ni si lograba la bipedestación o la marcha.

Las valoraciones se hicieron cerca del paciente para asistirlos en caso de que perdieran el equilibrio.

Los datos se transcribieron a una tabla de Excel por un investigador que no estuvo presente durante la evaluación de los pacientes.

POSIBLES SESGOS

De selección.

Se trata de una población hospitalaria, por lo que se pidió la colaboración a instituciones no gubernamentales (ALTIA) de individuos con LM.

De información.

Para evitar los posibles sesgos de información se tomaron las siguientes medidas:

Los observadores no estuvieron involucrados en el protocolo.

El grupo de expertos no conoció las características de los pacientes.

Los evaluadores no conocieron la evaluación del grupo de expertos.

Los evaluadores no conocieron las características de los pacientes.

VIII. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PROPUESTO

El nivel de significancia α fue de 0.05

CÁLCULO DE LA CONFIABILIDAD. La confiabilidad fue evaluada mediante medidas de estabilidad (confiabilidad por test-retest e interobservador). Los datos fueron analizados mediante pruebas de kappa ponderada. Se realizaron además medidas de consistencia interna mediante el alpha de Cronbach. Se consideró una confiabilidad aceptable con valores superiores a .75.

CÁLCULO DE LA VALIDEZ.

Validez de contenido. La prueba fue evaluada por 2 especialistas en rehabilitación neurológica y dos especialistas en rehabilitación pediátrica, con experiencia en valoración de pacientes con alteraciones en el control de tronco, para determinar si los ítems evalúan efectivamente los diferentes aspectos del equilibrio de tronco. Se realizó además análisis factorial exploratorio y confirmatorio.

Validez de criterio. Se realizó un análisis de varianza entre la prueba propuesta y la valoración según el grupo de expertos, al tratarse de una variable cuantitativa y una cualitativa. Debido a que los datos no tuvieron una distribución normal se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis. Se realizó regresión logística para evaluar la relación entre estas variables. Por medio de curvas

ROC se optimizó el punto de corte del instrumento para lograr un máximo de sensibilidad y especificidad.

Validez de constructo. Se evaluó mediante prueba de hipótesis al hacer la correlación de la prueba propuesta el SCIM y el tiempo de evolución. Se consideró aceptable un coeficiente superior a 0.75. Para las variables cualitativas (tipo y nivel de LM, bipedestación y marcha) se realizó análisis de varianza, mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

IX. ASPECTOS ÉTICOS

Riesgo de la investigación.

El estudio tiene un riesgo mínimo de acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación debido a que únicamente se realizó una exploración física.

Los posibles riesgos se enumeran a continuación, así como las medidas que se tomaron para disminuirlos:

-Traumatismos por caídas por pérdida del equilibrio (mismo riesgo que en una exploración física habitual). Para evitar este riesgo y disminuir sus consecuencias, todas las evaluaciones se hicieron en colchones terapéuticos y en todos los casos hubo una persona a 1 metro de distancia. En caso de que se presentara una caída, el participante sería llevado al área de urgencias del Instituto Nacional de Rehabilitación donde sería atendido de forma integral por el médico de guardia, según el acuerdo con el jefe de servicio, el Dr. Ernesto Pineda.

-Pérdida de tiempo y dinero. La valoración de la prueba y de las variables que requiere el estudio toman entre 30 y 45 minutos en relación al

grado de discapacidad. Debido a que se trata de individuos con una discapacidad motora, el traslado es costoso (taxi). Para disminuir estas molestias la evaluación se hizo el mismo día de la consulta de los participantes o durante su hospitalización fuera del horario de sus demás actividades.

-En individuos con lesiones completas, por arriba de T6, agudas se puede presentar hipotensión ortostática o síncope. Para evitar este riesgo, se excluyeron del estudio los pacientes que presentaran hipotensión ortostática. En el caso de que se presente este riesgo, los observadores, quienes están capacitados para atender estas complicaciones, darían el manejo adecuado de forma inmediata.

Población vulnerable.

El estudio se llevó a cabo en población vulnerable debido a que todos los participantes presentan una discapacidad motora y sensitiva, y algunos de ellos tienen además una discapacidad autonómica. Es por esto que se tomaron precauciones especiales para su protección y seguridad.

Contribuciones y beneficios para los participantes y la sociedad en su conjunto.

No existe ningún beneficio directo para los participantes. Para la sociedad, el beneficio consiste en la elaboración de una herramienta objetiva para valorar el equilibrio de tronco, con lo que se asegurará un mejor diagnóstico, seguimiento y pronóstico. La forma de maximizar dicho beneficio será mediante la publicación del trabajo así como su presentación en congresos nacionales e internacionales.

Confidencialidad.

Se asignó un folio a cada participante de acuerdo a su ingreso al estudio. Los cuestionarios fueron anónimos y no hay forma de identificar a los participantes.

Condiciones en las cuales se solicita el consentimiento.

El mismo día de su consulta o durante su estancia hospitalaria, fuera de los horarios de las demás actividades, se solicitó el consentimiento informado en una oficina del área de hospitalización del INR. El consentimiento informado se obtuvo por un médico residente, miembro del equipo de investigación y quien no está a cargo directamente de los participantes.

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

México, D.F., a _____ de _____ del 20__

La presente es una carta de consentimiento informado para participar en el proyecto de investigación titulado: **“Propuesta y validación de una prueba clínica de equilibrio de tronco en individuos con lesión medular.”**

El objetivo del estudio es proponer y validar una prueba clínica de equilibrio de tronco en personas con lesión medular.

Su participación consistirá en acudir a dos citas para valoración clínica. Así mismo se le realizará una prueba de mantenimiento de la posición sentado, así como de equilibrio al mover el tronco y al utilizar los brazos. También, en caso de ser necesario, se le cuestionara el grado de independencia al realizar las actividades de la vida diaria.

Los posibles riesgos de participar son que se pueda caer, para lo cual estará una persona cerca de usted. Para las personas con lesiones altas, completas, de poco tiempo, puede presentarse baja de presión o desmayo, para lo que se excluirán personas a quienes se le baje la presión con los cambios de posición. En caso de presentarse alguno de estos problemas se dará la atención completa necesaria.

También se considera la molestia de perder tiempo (30 minutos de evaluación) y de dinero para el transporte al Instituto Nacional de Rehabilitación, por lo que la evaluación será el mismo día de la consulta o durante la hospitalización fuera del horario de las demás actividades.

No existen beneficios directos para usted. Los posibles beneficios para la comunidad incluyen la elaboración de una herramienta objetiva para evaluar el equilibrio de forma objetiva, lo que permitirá un mejor diagnóstico, seguimiento y establecimiento de un pronóstico.

Los investigadores se comprometen a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación.

Es importante que sepa que tiene derecho de retirarse del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que recibe en el Instituto Nacional de Rehabilitación.

Se le otorga la seguridad de que no se le identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y de que los datos relacionados con su privacidad serán manejados de manera confidencial. Sin embargo la información y material derivados de esta investigación pueden ser utilizados con fines de difusión de información médica en futuras publicaciones.

Nombre y firma del paciente

X. RESULTADOS

Se realizaron 531 pruebas a 177 pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación.

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

El 72.9% de los pacientes fue del sexo masculino. La edad promedio fue de 38.1 ± 14.29 años, con rango de 16 a 81 años. En relación a la LM el tiempo de evolución promedio fue de 6.65 ± 8.38 meses, con un rango de 0 a 60 meses. Para el tipo de LM y el nivel neurológico, los resultados se resumen en los gráficos 1 y 2.

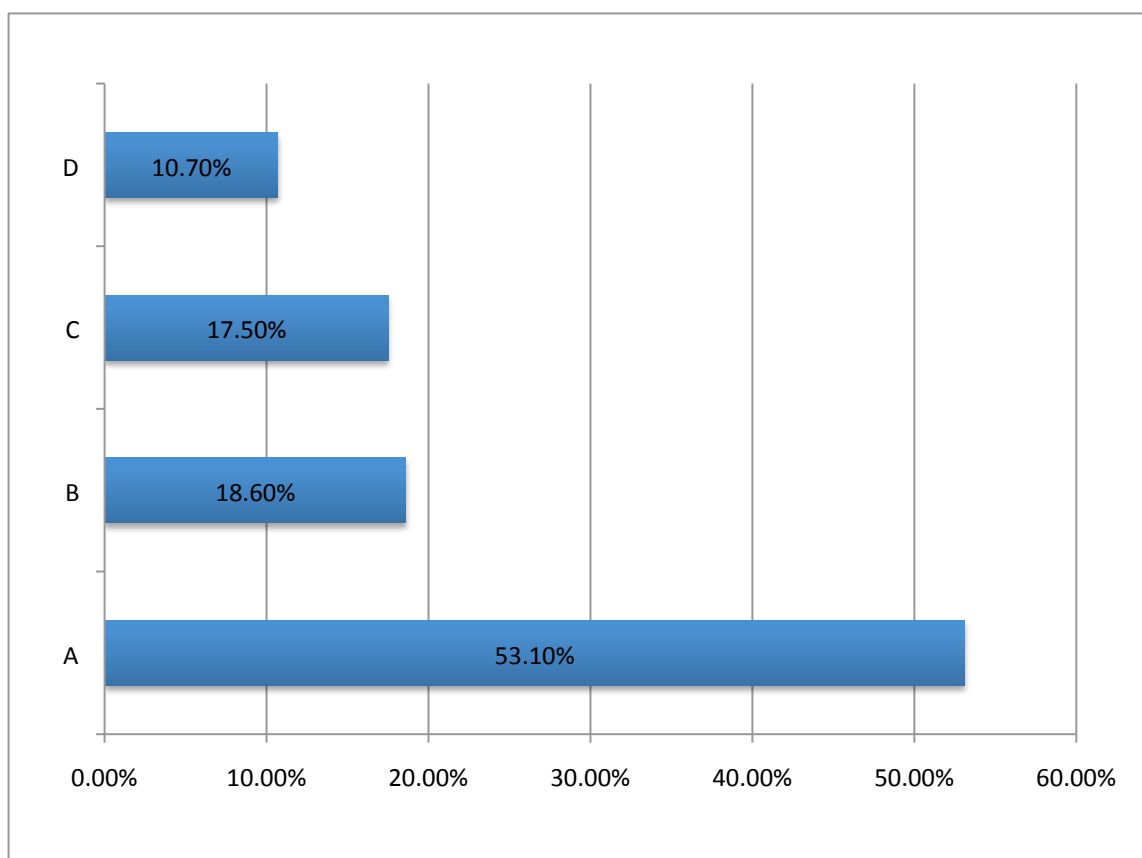


Gráfico 1. Distribución de la población según el tipo de LM.

A: completa, B: incompleta, preservación de la función únicamente sensitiva, C: incompleta, contracción anal voluntaria o más de la mitad de los músculos clave en <3 , D: incompleta, más de la mitad de los músculos clave en >3 , E: recuperación total

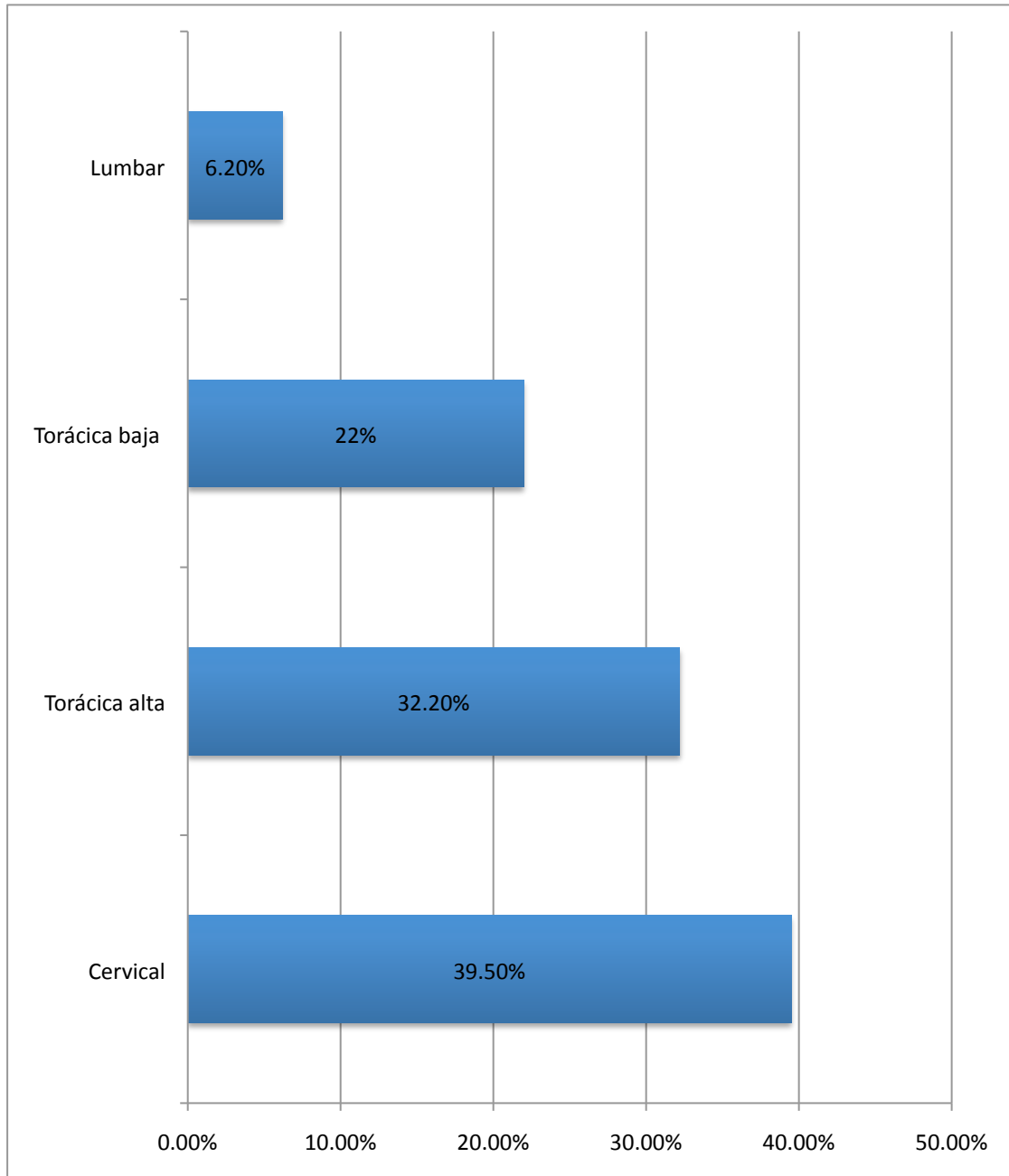


Gráfico 2. Distribución de la población según el nivel neurológico

CONFIABILIDAD

Para la confiabilidad interobservador, se analizaron 354 pruebas de los 177 pacientes realizadas por dos observadores de forma conjunta pero independiente. Para la confiabilidad test-retest, se analizaron 177 pruebas

realizadas por un mismo observador un día antes o después. Los resultados se resumen en la tabla 1.

Tabla 1. Confiabilidad de la prueba

CONFIABILIDAD	Kappa ponderada	p
Interobservador	0.987	0.001
Test-retest	0.999	0.001

Se analizó además el alpha de Cronbach para determinar la consistencia interna de la escala y se encontraron los resultados que se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Confiabilidad de la prueba
Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
,979	,979	13

VALIDEZ

Validez de contenido, análisis factorial:

Se observa en la Tabla 3 que todos los ítems son consistentes, ya que tienen una correlación elemento-total corregida alta. Además, el alpha de Cronbach al eliminar el elemento permanece prácticamente igual, por lo que se decidió mantener todos los ítems.

Tabla 3. Estadísticos total-elemento

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Equilibrio estático 1	8,43	72,355	,796	,979
Equilibrio estático 2	8,80	70,658	,913	,977
Equilibrio estático 3	8,82	70,618	,917	,977
Equilibrio dinámico 1	8,91	70,402	,902	,977
Equilibrio dinámico 2	8,90	71,728	,879	,978
Equilibrio dinámico 4	9,03	77,798	,706	,981
Equilibrio dinámico 3	9,01	77,866	,702	,981
Equilibrio estático con miembros superiores 1	8,81	70,811	,925	,977
Equilibrio estático con miembros superiores 2	8,82	70,484	,937	,976
Equilibrio estático con miembros superiores 3	8,95	70,776	,931	,976
Equilibrio estático con miembros superiores 5	8,97	71,046	,934	,976
Equilibrio estático con miembros superiores 4	8,94	70,862	,936	,976
Equilibrio estático con miembros superiores 6	8,96	70,804	,936	,976

Los datos se analizaron mediante análisis de componentes principales, con rotación varimax. Como se observa en la tabla 4, todas las comunalidades fueron altas.

Tabla 4. Comunalidades

	Inicial	Extracción
Equilibrio estático 1	1,000	,694
Equilibrio estático 2	1,000	,859
Equilibrio estático 3 Primer observador	1,000	,866
Equilibrio dinámico 1	1,000	,843
Equilibrio dinámico 2	1,000	,811
Equilibrio dinámico 3	1,000	,969
Equilibrio dinámico 4	1,000	,954
Equilibrio estático con miembros superiores 1	1,000	,888

Equilibrio estático con miembros superiores 2	1,000	,916
Equilibrio estático con miembros superiores 3	1,000	,943
Equilibrio estático con miembros superiores 4	1,000	,934
Equilibrio estático con miembros superiores 5	1,000	,947
Equilibrio estático con miembros superiores 6	1,000	,939

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Se eligieron dos componentes con autovalores iniciales mayores a 1, que explican el 88.94% de la varianza, lo cual se aprecia en el gráfico 3.

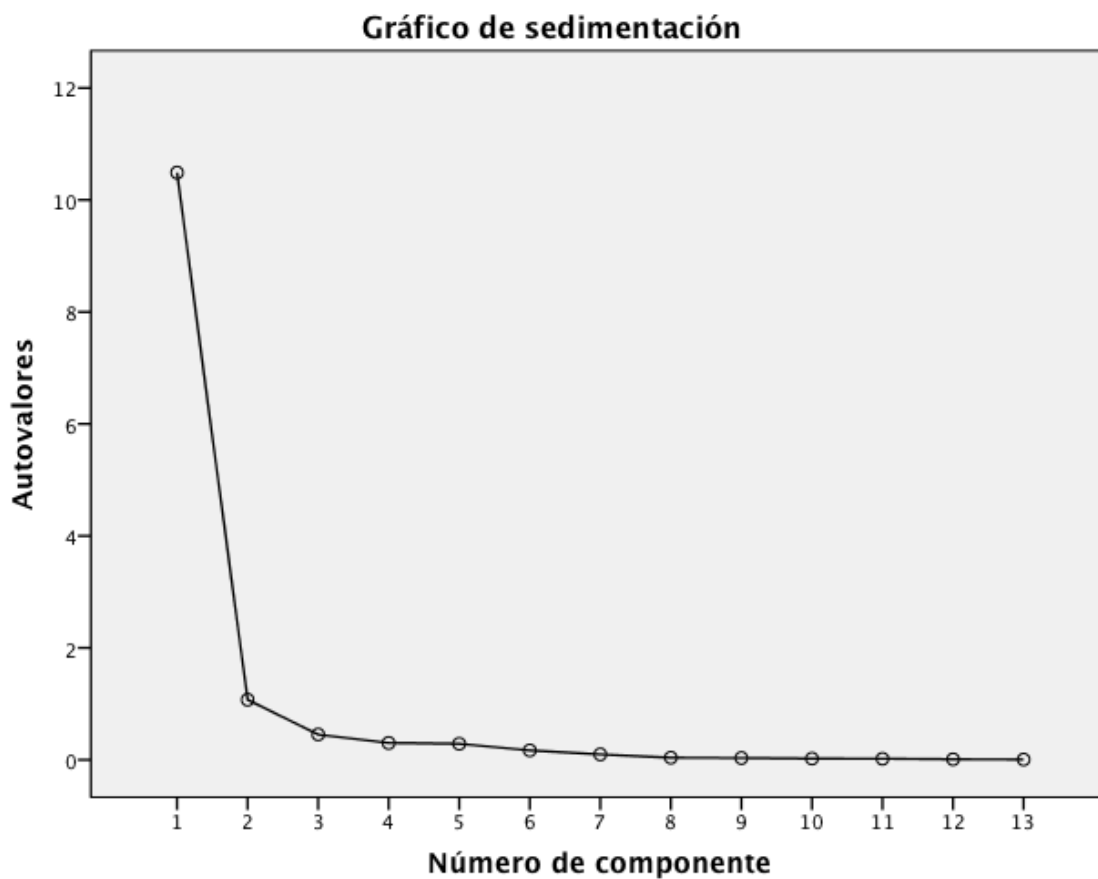


Gráfico 3. Gráfico de sedimentación.

Se muestran los autovalores (Eigenvalues) de los trece componentes determinados por el análisis factorial.

Como se observa en la Tabla 5, el primer factor tiene una carga alta para las variables: equilibrio estático 1, 2 y 3, equilibrio dinámico 1 y equilibrio estático

con miembros superiores 1-6. Para el segundo factor encontramos que las variables con carga alta son: equilibrio dinámico 2, 3 y 4. Así, podemos definir el factor I como equilibrio estático y el factor II como equilibrio dinámico. Cabe mencionar que existen algunos ítems que tienen cargas relativamente altas en ambos factores, así, el ítem 1 del equilibrio estático está compuesto en un 42.1 % por equilibrio estático (factor I) y en un 27.2% por equilibrio dinámico (factor II). El ítem equilibrio estático 3 está compuesto en un 61.4% por equilibrio estático y en un 25.2% por equilibrio dinámico y el ítem equilibrio dinámico 2 en un 55.5% por equilibrio estático y en un 25.6% por equilibrio dinámico.

Tabla 5. Matriz de componentes rotados

	Componente	
	1	2
Equilibrio estático 1	,649	,522
Equilibrio estático 2	,784	,493
Equilibrio estático 3	,784	,502
Equilibrio dinámico 1	,807	,438
Equilibrio dinámico 2	,745	,506
Equilibrio dinámico 3	,305	,936
Equilibrio dinámico 4	,318	,924
Equilibrio estático con miembros superiores 1	,865	,374
Equilibrio estático con miembros superiores 2	,887	,358
Equilibrio estático con miembros superiores 3	,931	,275
Equilibrio estático con miembros superiores 4	,914	,312
Equilibrio estático con miembros superiores 5	,933	,277
Equilibrio estático con miembros superiores 6	,921	,301

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 3 iteraciones.

Validez de criterio:

El análisis de varianza mediante la prueba de Kruskal-Wallis, demostró una diferencia estadísticamente significativa en la puntuación de los pacientes con control de tronco adecuado e inadecuado, con una $p=0.001$, con un promedio de calificación para los individuos con equilibrio de tronco adecuado de 20.43 ± 3.87 y para los individuos con equilibrio inadecuado de $4.88\pm DS 5.42$.

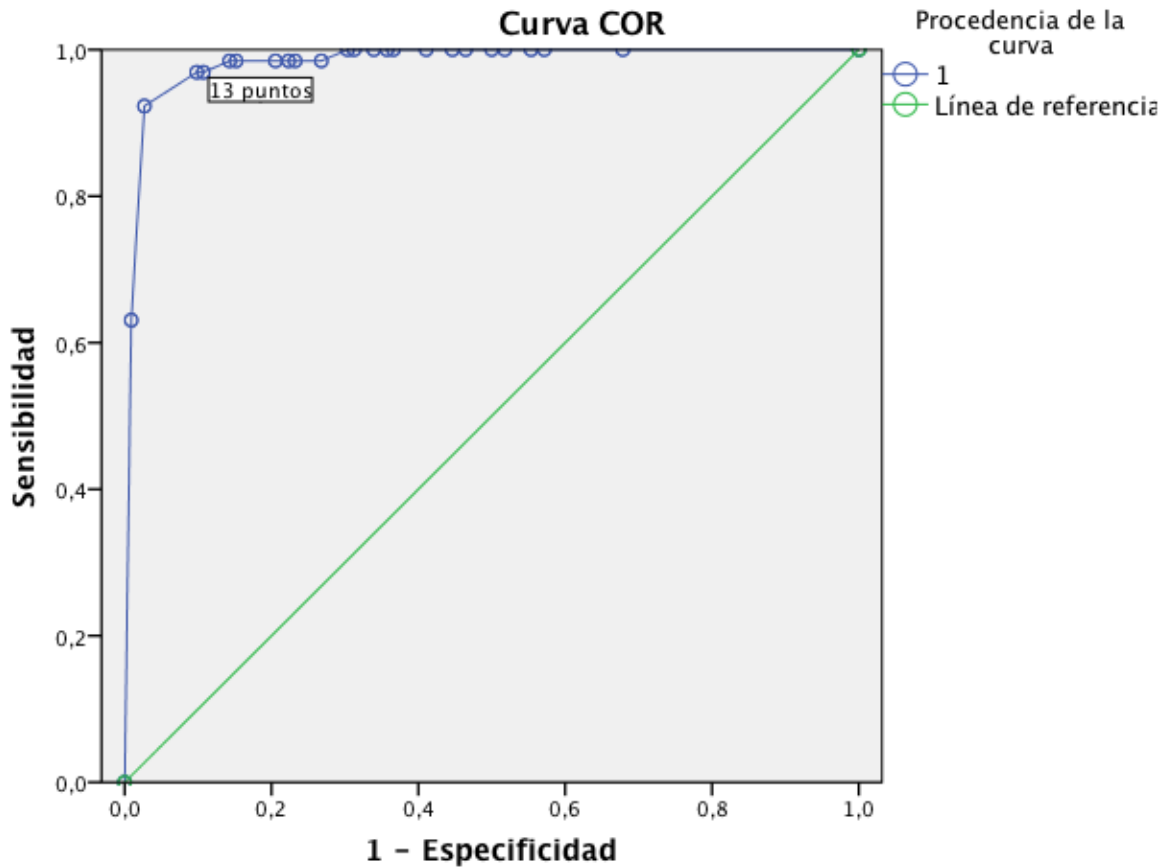
Se realizó regresión logística para evaluar la relación entre estas variables. Como se observa en la tabla 6, se encuentra un parámetro estimado de 0.613, estadísticamente significativo ($p=0.001$) según la prueba de Wald. La estimación de la OR es de 1.846 (1.428-2.385), lo que significa que por cada aumento de un punto en nuestra escala existe 1.846 veces más riesgo de tener un control de tronco adecuado. Los resultados de la regresión tienen significancia estadística mediante la prueba de Wald.

Tabla 6. Variables en la ecuación de la regresión logística

		B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	I.C. 95% para EXP(B)	
								Inferior	Superior
Paso 1 ^a	CALIF	,613	,131	21,945	1	,000	1,846	1,428	2,385
	Constante	-8,949	1,909	21,987	1	,000	,000		

a. Variable(s) introducida(s) en el paso 1: CALIF.

Se elaboró una curva ROC para optimizar el punto de corte del instrumento, misma que se muestra en la figura 4.



Los segmentos diagonales son producidos por los empates.

Figura 4. Curva COR para la puntuación en la escala propuesta y la valoración por el grupo de expertos.

Se encontró un área bajo la curva de 0.984 y se determinó que el mejor punto de corte es de 13 puntos en la prueba de estudio. Para este valor, se encontró una sensibilidad de 98% y una especificidad de 92.2%.

Validez de constructo:

Prueba de hipótesis:

Se aplicó la prueba de Pearson para la correlación entre la puntuación de la escala propuesta y las variables cuantitativas. Los resultados se resumen en la tabla 6. Como se observa, tenemos una correlación fuerte y positiva entre la

escala el SCIM. En relación al tiempo de evolución, la correlación es positiva, pero débil, aunque estadísticamente significativa. Para la prueba de hipótesis con las variables cualitativas con distribución normal se realizó prueba de Kruskal-Wallis debido a que los datos tuvieron una distribución no paramétrica y los resultados se presentan en la tabla 7. Como se observa, se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre las calificaciones en la escala propuesta de cada grupo definido por estas variables.

Tabla 6. Coeficientes de correlación entre la escala propuesta y las variables cuantitativas.

	Correlación de Pearson	p
Escala/SCIM	0.873	0.000
Escala/Tiempo de evolución	0.437	0.001

Tabla 7. Contraste entre la escala propuesta y las variables cualitativas.

Variable	Media (DS)	Significancia
Nivel neurológico		
Cervical	5.21 (6.93)	0.001
Torácica alta	9.67 (7.82)	
Torácica baja	18.42 (6.18)	
Lumbar	21.86 (3.30)	
Tipo de lesión		
A	8.33 (8.38)	0.001
B	9.61 (9.42)	
C	13.33 (7.94)	
D	19.00 (6.73)	
Bipedestación		
No	5.75(6.38)	0.001
Sí con estabilizadores	19.39 (3.98)	
Sí independiente	22.84 (2.3)	
Marcha		0.001
No	8.33(7.79)	
Sí con asistencia	23.15 (1.61)	
Sí independiente	24	
Cronicidad		
Agudos (<12 meses)	9.14 (8.43)	0.001
Crónicos (> 12 meses)	18.98 (7.38)	

Con estos resultados, se obtiene una potencia del 86% para la sensibilidad y del 81% para la especificidad.

XI. DISCUSIÓN

Nuestra población cuenta con las siguientes características demográficas: una frecuencia de afección mayor para el sexo masculino (75%) que para el femenino (25%), con una edad media de 38.58 años. Las lesiones medulares completas y torácicas altas fueron más frecuentes. Estos resultados son comparables con lo reportado por diferentes autores en la literatura internacional¹ y nacional ²⁸.

Los resultados obtenidos respaldan la hipótesis propuesta previamente. Por un lado, la escala de equilibrio de tronco parece ser una prueba confiable. En efecto se encontró una alta estabilidad intra e inter-observador. La manera en que está diseñada esta escala, con una detallada y simplificada elaboración de las preguntas, hace que ésta sea comprensible y fácil de aplicar e interpretar, tanto para el evaluador, como para el paciente.

Por otro lado, para determinar la validez de la prueba, se estudiaron validez de contenido, de criterio y de constructo. La validez de contenido fue evaluada por dos especialistas en rehabilitación neurológica y dos especialistas en rehabilitación pediátrica quienes determinaron que efectivamente los ítems evalúan los diferentes aspectos del equilibrio de tronco. Además se realizó análisis factorial descriptivo y exploratorio que apoya la validez de contenido.

No existe a la fecha ninguna prueba de equilibrio de tronco en pacientes con LM que haya sido validada. Es por esto que no se puede hacer una comparación con un estándar de oro y que la validez de criterio se realizó al hacer una comparación entre la calificación en la escala propuesta y la evaluación clínica mediante un grupo de expertos. Se logró determinar un punto de corte, que sugiere con una especificidad de 92.1% y una sensibilidad del 97% que los individuos con puntuación en la prueba propuesta de 13 o más puntos tienen un adecuado equilibrio de tronco.

La validez de constructo fue evaluada mediante una prueba de hipótesis al comparar la puntuación en la escala propuesta con diferentes variables que son parte del marco de referencia detrás del equilibrio de tronco. Se ha demostrado que el mantenimiento de la postura en individuos con LM se asocia con el nivel neurológico y el tipo de LM, así como el tiempo de evolución ⁸, ²⁹. Además, en otras patologías del sistema nervioso central como la enfermedad vascular cerebral ¹⁴ y la esclerosis múltiple ¹⁶, se ha demostrado que el equilibrio de tronco se asocia con una mayor independencia funcional, así como con la bipedestación y la marcha. En el presente estudio se demuestra que la puntuación en la escala propuesta se asocia con el SCIM, el tipo de LM y su nivel neurológico, con la bipedestación y con la marcha.

La principal limitación de este estudio es que se trata de una población hospitalaria. Por otra parte, el trabajo tiene varias fortalezas dentro de las que destacan el gran tamaño de muestra, mayor al calculado, las altas correlaciones encontradas y la originalidad.

XII. CONCLUSIONES

El uso de esta prueba en la práctica clínica permitirá una evaluación inicial y un seguimiento más objetivos de los individuos con LM. Será importante determinar si esta prueba tiene un valor pronóstico para la independencia funcional, así como para la bipedestación y la marcha.

XIII. ANEXOS

Prueba de equilibrio de tronco en individuos con LM.

Posición inicial: sentado con los pies sobre un soporte, rodillas flexionadas a 90°, sin soporte para el tronco, manos descansando sobre los muslos. El sujeto intenta la prueba en tres ocasiones. Se califica el mejor intento. El observador puede retroalimentar entre las pruebas. Se pueden dar instrucciones verbales o no verbales (demostración).

Item	Descripción de la tarea	Descripción de la puntuación	Puntuación
Equilibrio estático			
1	Mantener la posición inicial durante 10 segundos	Cae Necesita soporte de miembros superiores La mantiene por 10 seg	0 1 2
2	Se cruza un miembro pélvico sobre el otro	Cae Necesita soporte de miembros superiores para mantener la posición La mantiene por 10 seg	0 1 2
3	Misma prueba que 2, pero con el otro miembro pélvico	Cae Necesita soporte de miembros superiores La mantiene por 10 seg	0 1 2
Equilibrio dinámico			
1	Tocar los pies	No lo realiza Requiere apoyo con un miembro superior Los toca con ambas manos	0 1 2

2	Acostarse en decúbito supino y volver a la posición inicial	No lo realiza Requiere ayuda de los miembros superiores Lo realiza sin ayuda	0 1 2
3	Rodar de lado derecho	No lo realiza Lo realiza	0 1
4	Rodar de lado izquierdo	No lo realiza Lo realiza	0 1
<p>Equilibrio dinámico para la realización de actividades con los miembros superiores</p> <p>De la posición inicial uno de los miembros torácicos se mantiene con flexión de hombro a 90°, extensión de codo completa, antebrazo pronado, muñeca en posición neutra y dedos extendidos. Se utiliza como diana un cartón en forma de círculo de 10cm de diámetro</p>			
1	Colocar la diana en la línea media a la altura de la articulación gleno-humeral a 10cm de la punta de los dedos y pedir que la toque con la mano derecha	No lo realiza Requiere apoyo del miembro contralateral Lo realiza sin apoyo	0 1 2
2	Mismo que 1 con mano izquierda	No lo realiza Requiere apoyo del miembro contralateral Lo realiza sin apoyo	0 1 2
3	Colocar la diana a 45° hacia la derecha de la posición de 1 y pedir que la toque con la mano derecha	No lo realiza Requiere apoyo de miembro contralateral Lo realiza sin apoyo	0 1 2
4	Mismo que 3 pero la diana se mueve 45° a la izquierda	No lo realiza Requiere apoyo de miembro contralateral Lo realiza sin apoyo	0 1 2
5	Mismo que 3 con la mano izquierda	No lo realiza Requiere apoyo de miembro contralateral Lo realiza sin apoyo	0 1 2
6	Mismo que 4 con la mano izquierda	No lo realiza Requiere apoyo de miembro contralateral Lo realiza sin apoyo	0 1 2

XIV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Spinal Injury Association. International Standards for Neurological Classifications of Spinal Cord Injury. Revised ed. Chicago, Ill: American Spinal Injury Association; 2000:1-23.
2. Chiu WT, Lin HC, Lam C, Chu SF, Chiang YH, Tsai SH. Epidemiology of traumatic spinal cord injury: comparisons between developed and developing countries. *Asia Pac J Public Health*. 2010;22:9-18.
3. National Spinal Cord Injury Statistical Center [<https://www.nscisc.uab.edu/>]. Birmingham, Alabama: Spinal Cord Injury Facts and Figures at a Glance; 2011. Disponible en: https://www.nscisc.uab.edu/public_content/pdf/Facts%202011%20Feb%20Final.pdf [actualizado en Feb 2011; citado el 30 May 2011].
4. Estrada S, Carreón A, Parra MC, Ibarra C, Velasquillo C, Vacanti C, Belkind J. Lesión de médula espinal y medicina regenerativa. *Salud Pública Méx* 2007;49:437-444.
5. Macpherson JM, Fung J, Jacobs R. Postural orientation, equilibrium, and the spinal cord. *Adv Neurol*.1997; 72: 227.
6. Reft J and Hasan Z. Trajectories of target reaching arm movements in individuals with spinal cord injury: effect of external trunk support. *Spinal Cord*. 2002; 40: 186-191.
7. Curt A Schwab ME, Dietz V. Providing the clinical basis for new interventional therapies: refined diagnosis and assessment of recovery after spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2004; 42:1-6.

8. Lyalka VF, Zelenin PV, Karayannidou A, Orlovsky GN, Grillner S and Deliagina TG. Impairment and recovery of postural control in rabbits with spinal cord lesions. *JN Physiol.* 2005; 94 (6): 677-690
9. Do MC, Bouisset S, Moynot C. Are paraplegics handicapped in the execution of manual task? *Ergonomics* 1985; 28: 1363-75.
10. Janssen-Potten Y, Seelen H, Drukker J and Reulen J. Chair configuration and balance control in persons with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 401-408.
11. Edgerton VR, de Leon RD, Tillakaratne NJ, Recktenwald MR, Hodson JA and Roy RR. Retraining the injured spinal cord. *J Physiol.* 2001; 533: 15-22.
12. Fredrickson, M. Acute Spinal Cord Injury Management. *J Trauma.* 2007; 62(6)S9.
13. Vernon W. MD, PHD, *Spinal Cord Medicine, Principles and Practice.* New York: Demos, 2003; 3-13.
14. Franchignoni FP, Tesio L, Ricupero C: Trunk control test as an early predictor of stroke rehabilitation outcome. *Stroke* 1997; 28: 1382-5.
15. Fujiwara T, Liu M, Tsuji T, Sonoda S, Mizuno K, Akaboshi K, Hase K, Masakado Y, Chino N. Development of a new measure to assess trunk impairment after stroke, (Trunk Impairment Scale): Its psychometric properties. *Am J Phys Med Rehab* 2004; 83: 681-688.ns
16. Verheyden G, Nuyens G, Nieuwboer A, Van Asch P, Ketelaer P, De Weerd W. Reliability and validity of trunk Assessment for people with multiple sclerosis. *Physical Therapy* 2006; 86(1): 66-76.

17. Aissaoui R, Bourbonnais D, Béliveau V, Diallo B, Willet L, Dansereau J. A new quantitative method to assess dynamic stability of seat cushion during seated reaching tasks. 2008. RESNA 99; 272-274.
18. Lynch S, Leahy P, Barker S. Reliability of measurements obtained with a modified functional reach test in subjects with spinal cord injury. *PhysTher.* 1998;78:128-133.
19. Sprigle S, Maurer C, Holowka M. Development of valid and reliable measures of postural stability. *J Spinal Cord Med.* 2007;30(1):40-9.
20. Boswell-Ruys CL, Sturnieks DL, Harvey LA, Sherrington C, Middleton JW, Lord SR. Validity and reliability of assessment tools for measuring unsupported sitting in people with a spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009 Sep;90(9):1571-7.
21. Field-Fote EC, Ray SS. Seated reach distance and trunk excursion accurately reflect dynamic postural control in individuals with motor-incomplete spinal cord injury. *Spinal Cord.* 2010 Oct;48(10):745-9.
22. Atkinson D, Atkinson K, Kern M, Hale J, Feltz M, Graves DE. Reliability of the thoracic-lumbar control scale in spinal cord injury research. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89(10): e1.
23. Seelen HAM, Potten YJM, Huson A, Spaans F, Reulen JPH. Impaired balance control in paraplegic subjects. *J Electromyogr Kinesiol* 1997; 7: 149-160.
24. Pollok AS, Durward BR, Rowe PJ, Paul JP. What is balance? *Clin Rehabil* 2000; 14: 402-406.

25. Waring WP, Biering-Sorensen F, Burns S et al. 2009 Review and Revisions of the International Standards for the Neurological Classification of Spinal Cord. 2010. *J Spinal Cord Med*; 33(4): 346-352.
26. Catz A, Itzkovich M, Agranov E, Ring H, Tamir A. SCIM - Spinal cord independence measure: a new disability scale for patients with spinal cord lesions. 1997. *Spinal Cord*; 35(12): 850-856.
27. Catz A, Itzkovich M. Spinal Cord Independence Measure: Comprehensive ability rating scale for the spinal cord lesion patient. 2007. *JRRD*; 44(1): 65-68.
28. Pérez Ramiro, Martín del Campo, Renán, Durán. Aspectos epidemiológicos de la lesión medularLM de la población del Centro Nacional de Rehabilitación. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación* 2008; 20: 74-82
29. Springle S, Wootten M, Sawacha Z, Theilan G. Relationships among cushion type, backrest height, seated posture, and reach of wheelchair users with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med*. 2003; 26(3): 236-243