



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARÍA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA
ESPECIALIDAD EN *MEDICINA DE REHABILITACIÓN*

***VALIDEZ Y CONFIABILIDAD EN LA EVALUACIÓN
INSTRUMENTADA DEL CONTROL DE TRONCO,
MEDIANTE EL USO DE TELÉFONOS INTELIGENTES, EN
PACIENTES CON LESIÓN MEDULAR DEL INSTITUTO
NACIONAL DE REHABILITACIÓN LUIS GUILLERMO
IBARRA IBARRA.***

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN:
MEDICINA DE REHABILITACIÓN

P R E S E N T A:
Erika Abarca Ortega

PROFESOR TITULAR
Roberto Coronado Zarco

DIRECTOR DE TESIS
Alberto Isaac Pérez Sanpablo

ASESOR DE TESIS
Jimena Quinzaños Fresnedo



Instituto Nacional
de Rehabilitación
Luis Guillermo Ibarra Ibarra

Ciudad de México.

Febrero 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Validez y confiabilidad en la evaluación instrumentada del control de tronco, mediante el uso de teléfonos inteligentes, en pacientes con lesión medular del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

**DR. ROBERTO CORONADO ZARCO
PROFESOR TITULAR**

**DR. ALBERTO ISAAC PÉREZ SANPABLO
DIRECTOR DE TESIS**

**DRA. JIMENA QUINZAÑOS FRESNEDO
ASESOR DE TESIS**

Validez y confiabilidad en la evaluación instrumentada del control de tronco, mediante el uso de teléfonos inteligentes, en pacientes con lesión medular del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

**DRA. MATILDE L. ENRÍQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA DE EDUCACIÓN EN SALUD**

**DR. HUMBERTO VARGAS FLORES
SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN MÉDICA**

**DR. ROGELIO SANDOVAL VEGA GIL
JEFE DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN MÉDICA DE POSGRADO**

DEDICATORIA.

*Dedico este trabajo a mi hijo Ciro,
por ser luz de vida en mi horizonte,
impulsándome a ser mejor persona cada día.
Gracias por tu amor, por acompañarme, por motivarme, por ser mi escape y
por sacrificar (sin querer) momentos de vida más divertidos.*

ÍNDICE

TEMA	PÁGINA
I. RESUMEN	5
II. ANTECEDENTES	6
III. JUSTIFICACIÓN	13
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
V. OBJETIVOS	16
VI. METODOLOGÍA	16
VII. PROCEDIMIENTO	18
VIII. VARIABLES	20
IX. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	20
X. RESULTADOS	22
XI. DISCUSIÓN	28
XII. LIMITACIONES	30
XIII. PERSPECTIVAS FUTURAS	31
XIV. CONCLUSIÓN	31
XV. REFERENCIAS	31
XVI. BIBLIOGRAFÍA	36

I. RESUMEN.

Introducción

Un adecuado control de tronco es uno de los principales objetivos recuperar la funcionalidad en los pacientes con lesión medular. Se han realizado mediciones de control de tronco con el uso de acelerómetros que han obtenido validez, confiabilidad y sensibilidad, sin embargo, estos se han hecho en poblaciones limitadas.

Objetivo

Determinar la fiabilidad y validez de la evaluación instrumentada del control de tronco mediante el uso de teléfonos inteligentes, en pacientes con lesión medular del Instituto Nacional de Rehabilitación (INR-LGII).

Metodología

Se realizó un estudio descriptivo y observacional, a una muestra de 24 pacientes que cumplieron con criterios de inclusión. Se realizó la prueba de control de tronco mediante el uso de teléfonos inteligentes a través de la aplicación móvil de la ECT, a pacientes con lesión medular del INR-LGII. El teléfono inteligente se colocó de forma segura sobre el pecho del paciente y se administró la ECT instrumentada (ECTi), donde se registraron datos de aceleración tridimensional. Se calcularon valores promedio, mínimo y RMS para los datos de aceleración. Se calculó estadística descriptiva y confiabilidad de los parámetros mediante coeficiente de correlación intraclase (ICC). El protocolo del estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Ética e Investigación y todos los participantes otorgaron su consentimiento informado.

Resultados

Se evaluaron pacientes entre 24 a 71 años (promedio 35años), la mayoría hombres (75%), la escala de deficiencia de ASIA más frecuente fue A (54.1%), nivel neurológico de lesiones con paraplejías altas (54.1%) con un tiempo promedio de evolución de lesión medular de 37.2 meses (rango 1-180meses), el 91.6% tuvieron buen control de tronco, el 87.5% no realizaba marcha, en contraste con 12.5% que si la realizaba; en la valoración del ítem 12 del SCIM III predominó la puntuación 2 (75%). La confiabilidad promedio de las evaluaciones ECTi fue ICC >0.8 (rango 0.51 y 0.92).

Conclusión

Los datos obtenidos permitieron confirmar la validez de constructo y fiabilidad de los parámetros para evaluación instrumentada de control de tronco, en los ítems 1, 2, 3, 6 y 7 que evalúan tanto la fase estática como dinámica, en una muestra de pacientes jóvenes que representan a la población de lesión medular torácica y con deficiencia de ASIA completa. Se sugiere ampliar la muestra por subgrupos de las diferentes características de la población de lesión medular, para la identificación de parámetros específicos para tal población.

II. ANTECEDENTES

La lesión medular (en adelante LM) da lugar a importantes cargas físicas y psicosociales para las personas, sus familiares y para los sistemas de salud, social y médico-social en su conjunto (Malekzadeh et al., 2022). Se le ha definido como un daño estructural a la médula espinal que condiciona trastornos en la conducción sensitiva y motora, además de afectar la función del sistema nervioso autónomo a nivel y por debajo del área lesionada, ya sea de manera temporal o permanente (Ahuja et al., 2017, Rupp et al., 2021).

A nivel mundial se calcula que la incidencia de la lesión medular oscila entre 8 a 246 casos por millón de personas por año. El sexo masculino (M/F= 3.37:1), la edad promedio de 39.8 son los más frecuentemente afectados. Por nivel de lesión se observó que, a nivel mundial, el nivel cervical (46.2%) es más frecuente, sin embargo en la región de America Latina y el Este del Mediterráneo, el nivel torácico es el más frecuente con un 51.5%. La etiología traumática es la más común, siendo los mecanismos más comunes los accidentes de tráfico (39.5%) seguido de las caídas (38.8%) (Kumar et al., 2018).

En un estudio realizado en el Instituto Nacional de Rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra” (INRLGII) en 2008, el nivel neurológico de lesión más frecuente fue la paraplejía, escala de ASIA completa, la etiología fue traumática siendo el accidente automovilístico, la caída de altura y la herida por arma de fuego los mecanismos más frecuentes en orden descendente (Pérez et al., 2008).

La carga económica es generalmente alta y las cifras de costos son mayores para los países desarrollados, observándose que los pacientes con escasos recursos económicos tienen, por ello, un factor predictor de muerte (OR 2,1, IC 95%) (Jorge et al., 2018).

El retraso en el diagnóstico y el manejo adecuado de la LM puede generar muerte o discapacidad grave, resultado de lesiones neurológicas, dolor crónico o deformidad (Khatri et al., 2016). Una vez producido el daño por la lesión, el mayor riesgo de mortalidad sucede durante el primer año, elevando ese riesgo a una razón de 2-5:1 de la población general. La discapacidad y el riesgo de mortalidad dependen de la gravedad y el nivel de la lesión medular (Bickenbach J, et al 2013). El nivel de la lesión se considera en función de la zona segmento medular más caudal que está afectada en las funciones motoras y sensitivas, en relación con dermatomas y miotomas, en ambos hemisferios (Rupp et al., 2021; Kretzer, 2016).

El manejo actual para lograr la independencia funcional y marcha en pacientes con lesión medular va dirigido a proteger los componentes neurales de manera inmediata después de la lesión, seguido de mejorar la neuroplasticidad, el manejo de complicaciones asociadas a la lesión medular en las diferentes fases de evolución clínica, así como implementar estrategias para recuperar las funciones motoras, sensitivas y reflejas por debajo del nivel de la lesión (Sibley et al., 2015).

La falta de control de tronco es un problema importante para las personas con lesión medular. La estabilidad postural multidireccional en sedestación se reduce en las personas con LM que tienen parálisis de los músculos abdominales y de la parte inferior de la espalda en comparación con las personas sin discapacidad; esta imposibilidad de mantener una postura sentada equilibrada, no solo limita la independencia funcional al comprometer la movilidad mediante la propulsión manual de la silla de ruedas y el alcance, sino que también conduce a complicaciones de salud secundarias como cifosis, úlceras por presión y disfunción respiratoria. Por estas razones, la estabilidad del tronco se ha identificado como una de las principales prioridades para la recuperación del sistema motor en personas con lesión medular, por lo que se recomienda una evaluación integral para identificar deficiencias en el control postural e informar el diseño de programas óptimos de ejercicios

de equilibrio para la prevención de caídas (Audu & Triolo, 2015; Gauthier et al., 2013; Sibley et al., 2015; Vette, 2012).

Una revisión sistemática, realizada en 2018, observó que con base en las propiedades de medición y el desarrollo de los instrumentos, la medida de equilibrio en sedestación (Sitting Balance Measure), la Escala Clínica del Control de Tronco (en adelante ECCT) y el conjunto de herramientas de evaluación para medir la sedestación sin apoyo (Set of Assessment Tools for Measuring Unsupported Sitting) parecen ser las medidas más apropiadas y recomendadas para evaluar la sedestación sin apoyo en sujetos con LM (Abou et al., 2018). La ECCT es válida y confiable, puede ser usada en todos los pacientes con lesión medular, además es útil para dar un pronóstico de independencia funcional y marcha al año de sufrir la lesión a partir de un punto de corte de 13, independientemente del nivel neurológico y de la gravedad de la lesión y, por último, permite identificar puntos de corte para determinar la capacidad de realizar de forma independiente diferentes actividades de la vida diaria según la Medida de Independencia de la Médula Espinal-III (SCIM-III) (Quinzaños et al., 2014, Quinzaños-Fresnedo et al., 2020; Quinzaños-Fresnedo et al., 2023).

La tecnología actualmente disponible para predecir la estabilidad postural multidireccional en sedestación, se realiza evaluando las inclinaciones del tronco en diferentes direcciones, pero requieren de plataformas de análisis de placas de fuerza del desplazamiento del centro de presión durante la postura tranquila, que son de costo elevado y se implementan en laboratorios especializados de ubicación fija (Gauthier et al., 2012).

Los acelerómetros se han propuesto como una alternativa portátil para medir déficits sutiles de equilibrio en entornos clínicos (Mancini et al., 2012). Los teléfonos inteligentes contienen múltiples sensores (magnetómetros, acelerómetros y giroscopios), que conforman sistemas microelectromecánicos y realizan mediciones exactas de parámetros espaciotemporales como los campos magnéticos y los cambios en la aceleración lineal o

angular. Los acelerómetros miden la aceleración a lo largo de un eje (vertical u horizontal); el giroscopio permite calcular la orientación de un dispositivo mediante el cambio de posiciones; al juntar estos dos sensores, se permite establecer la posición de un objeto en tres dimensiones dando con precisión los cambios de posición en el espacio, por más diminutos que estos sean (Virtual Reality Society, 2017).

Hoy en día existen estudios donde se evalúa el control postural mediante acelerometría con el uso de teléfonos inteligentes, así como aplicaciones móviles que evalúan la marcha y control postural en pacientes con esclerosis múltiple (Abou et al., 2021; Hsieh & Sosnoff, 2021). También se han desarrollado evaluaciones de la marcha y el equilibrio basadas en teléfonos inteligentes como válidas, confiables, sensibles y específicas en entornos de laboratorio, para pacientes con accidente vascular cerebral (ACV); la validez se evaluó mediante la comparación de los resultados de la evaluación basada en teléfonos inteligentes con los resultados obtenidos mediante la captura de movimiento, los valores del coeficiente de correlación intraclass (ICC) para la velocidad de la marcha, la longitud del paso, la amplitud de la oscilación de la cabeza y el equilibrio oscilatorio variaron de 0.78 a 0.96; la confiabilidad se evaluó mediante la repetición de la evaluación basada en teléfonos inteligentes en un mismo día y la comparación de los resultados obtenidos, los valores de ICC variaron de 0.77 a 0.97; los valores de especificidad para la velocidad de la marcha, la longitud del paso, la amplitud de la oscilación de la cabeza y el equilibrio oscilatorio variaron de 0.79 a 0.96, lo que indica una buena capacidad de la evaluación basada en teléfonos inteligentes para distinguir entre pacientes con ACV y controles sanos; por último, los valores de sensibilidad promedio para la velocidad de la marcha, la longitud del paso, la amplitud de la oscilación de la cabeza y el equilibrio oscilatorio variaron de 0.65 a 0.92, lo que indica una capacidad moderada a alta de la evaluación basada en teléfonos inteligentes para detectar diferencias entre pacientes con ACV y controles sanos (Peters et al., 2022).

En pacientes con LM, se ha realizado la validación del uso de acelerómetros integrados en teléfonos inteligentes para estimar los gastos de energía activa de los usuarios de sillas de ruedas manuales a tiempo completo con lesión medular; se estimaron modelos lineales múltiples basados en las variables lineales y no lineales del acelerómetro, demostraron una correlación de 0,72, un error cuadrático medio de 6,16 y un error absoluto medio de 1,76; estos datos sugieren que los teléfonos inteligentes pueden ser utilizados como una alternativa potencial de bajo costo a los instrumentos de grado de laboratorio, lo que podría respaldar su uso tanto en actividades clínicas como de investigación (Marco-Ahulló et al., 2021).

En el Instituto Nacional de Rehabilitación, en la Ciudad de México, se realizó la evaluación instrumentada con acelerómetros, simultáneamente a la prueba clínica de control de tronco, obteniendo datos de unidades de medición inercial (UMI) en donde se evaluó la confiabilidad y validez de diferentes parámetros de aceleración en términos de su capacidad para medir el movimiento del cuerpo en tres direcciones (medio lateral, vertical y anteroposterior), ver figura 1, y en la magnitud de tres dimensiones. Se evaluaron un total de 47 parámetros, de los cuales 15 mostraron buena confiabilidad ($ICC \geq 0,5$, $P \leq 0,0005$) y 10 mostraron buena validez de criterio (correlación significativa con la referencia con un valor absoluto mayor que 0,5 y un valor de $p \leq 0,0011$ después de la corrección de Bonferroni). Respecto a los parámetros de constructo de las puntuaciones individuales de los ítems de la ECCT, la escala de deficiencia de ASIA, la capacidad de marcha y el nivel de control del tronco medido por la ECCT los resultados mostraron que los parámetros de aceleración evaluados tienen la capacidad de discriminar entre estos grupos con valores de $p \leq 0,002$ para la mayoría de ellos. Respecto a la validez de criterio, se evaluó mediante la correlación entre los valores de los parámetros de aceleración y los resultados de la escala de control del tronco; los coeficientes de correlación obtenidos variaron entre 0,30 y 0,69, lo que indica que existe una relación moderada a fuerte entre los valores de los parámetros de aceleración y los resultados de la prueba de control del tronco; el coeficiente de

correlación más alto se observó para el parámetro RMS-V-ítem 1 (0,69), lo que indica que este parámetro puede ser un buen indicador del control del tronco en personas con lesión medular; todos los coeficientes de correlación obtenidos fueron estadísticamente significativos con valores de $p \leq 0,0011$ después de la corrección de Bonferroni, lo que significa que la probabilidad de obtener estos resultados por azar es muy baja. Es importante mencionar que cinco ítems (1,2,3,6 y 7), que evalúan la aceleración en el eje vertical, mediolateral y anteroposterior, cumplieron con ambas condiciones de valor de referencia, confiabilidad y validez de criterio (Pérez-Sanpablo et al., 2021).

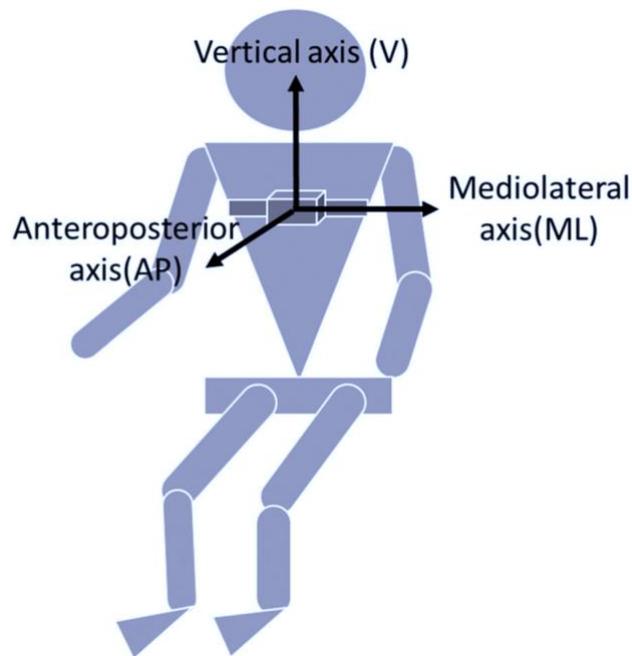


Fig 1. Colocación y configuración del acelerómetro. El sensor se fijó al tórax sobre la apófisis xifoides mediante correas autoadhesivas de 12 pulgadas. El acelerómetro constaba de tres acelerómetros para medir la aceleración, la velocidad angular y el campo magnético terrestre en los ejes mediolateral (ML), anteroposterior (AP) y vertical (V). Imagen tomada de Pérez-Sanpablo et al., 2021.

En 2021, Rico Camacho y cols realizaron un primer análisis de confiabilidad y validez del uso de los teléfonos inteligentes para evaluación remota en una población de 18 pacientes con LM del INR-LGII con resultados preliminares favorables obteniendo una confiabilidad de la métrica de promedio de un 52.7% de los datos con un coeficiente de correlación intraclass (ICC) mayor a 0.80. Las puntuaciones del ICC de las pruebas de los teléfonos inteligentes fueron de 0.83 para la prueba presencial y 0.73 para la remota. La validez de criterio se obtuvo comparando las mediciones del teléfono contra las de Escala Clínica de Control de Tronco resultando en un coeficiente de correlación $r=0.58$. La validez de constructo resultó en un coeficiente de correlación de Pearson de 0.57 entre las mediciones con el teléfono inteligente y el puntaje en la escala de deficiencia de ASIA, siendo los ítems 5, 9 y 11 los de mayor validez y confiabilidad. Cabe destacar que hubo limitaciones importantes respecto a la diversidad de la población, ya que la mayoría presentó lesión torácica baja y todos los pacientes tenían adecuado control de tronco al inicio del estudio (con puntuaciones en la ECCT por arriba de 14 puntos), lo cual no permitió evaluar y conocer los parámetros de aquellos con control de tronco deficiente (Rico Camacho et al., 2021).

En otro estudio realizado en pacientes pediátricos del INRLGII en 2022, se observó la validación y fiabilidad de la valoración instrumentada de control de tronco presencial y remota por medio de acelerometría utilizando teléfonos inteligentes; con una confiabilidad test-retest $ICC=0,76\pm0,17$, para evaluación presencial $ICC=0,82\pm0,15$ y en la evaluación remota un $ICC=0,63\pm0,10$; entre las limitaciones del estudios se destaca que la muestra fue reducida, con un total de 8, además que no se incluyó a pacientes con afección en segmento cervical y que la ECCT presencial mostró buen control de tronco inicial para todos los pacientes; respecto a los parámetros que mostraron validez y confiabilidad fueron los ítem 2, 6, 7, 8 y 10.

Un ejemplo actual de la aplicación de las ventajas obtenidas en un teléfono inteligente convencional en el ámbito de la discapacidad, es la aplicación de SmartAbility, el cual utilizó los sensores de un teléfono inteligente convencional para desarrollar esta aplicación,

detectando las habilidades del usuario y realizando un mapeo de tecnologías de asistencia según las habilidades registradas. Los resultados de la evaluación de la usabilidad de la aplicación muestran que el 89% de los participantes encontraron la aplicación fácil de usar, aunque algunos participantes encontraron los botones difíciles de presionar y ciertas habilidades desafiantes. La aplicación recibió una puntuación de 72,5 en la escala de calificación de adjetivos del Sistema de Usabilidad del Usuario, lo que indica buena usabilidad (Whittington et al., 2022).

III. JUSTIFICACIÓN

La lesión medular da lugar a importantes cargas físicas y psicosociales por la discapacidad que genera, tanto al paciente, su familia y la sociedad. El control de tronco se ve afectado en las personas con lesión medular limitándolas en su independencia para mantenerse sentados y en las actividades que se logran en sedestación, como lo son el alcance de objetos y en la movilidad en silla de ruedas así como en el logro de la bipedestación y la marcha. Es pertinente realizar una evaluación dirigida a identificar las fortalezas y deficiencias en el control postural para establecer objetivos terapéuticos y diseñar el programa rehabilitador adecuado para cada paciente.

Con base en las propiedades de medición, desarrollo de instrumentos y aplicabilidad, la prueba clínica de la Escala de Control de Tronco se encuentra entre las medidas más apropiadas, misma que se implementa en este INR, la cual además es útil para dar pronóstico de independencia y marcha en personas con lesión medular e identifica puntos de corte que determina la capacidad de realizar diferentes actividades de la vida diaria según SCIM-III . Sin embargo existen diferentes motivos por los cuales algunos pacientes no logran acudir a sus citas de valoración y seguimiento, entre los que destacan las barreras

económicas, tiempo, disponibilidad de los servicios de salud, traslado/transporte, geográficas y de contingencia sanitaria por mencionar algunas.

Es por ello se plantea una alternativa en pacientes con lesión medular para la evaluación del control de tronco, a través de una aplicación móvil de la escala clínica del control de tronco (la cual se encuentra en desarrollo en el Laboratorio de Análisis del Movimiento del INRLGII y registra la aceleración en tres dimensiones utilizando sensores del teléfono inteligente, los cuales envían automáticamente esa información, junto con una marca de tiempo e identificador anónimo del sujeto en estudio, a la nube digital del investigador) y el uso de un teléfono inteligente ajustado al tronco del paciente.

Los estudios realizados previamente han demostrado la validez y confiabilidad de las mediciones de control de tronco en pacientes con lesión medular mediante mediciones con sensores inerciales (Pérez-Sanpablo et al., 2021) y teléfonos inteligentes (Rico Camacho et al., 2021). Éste último si bien avala la validez y confiabilidad del uso del teléfono inteligente para la evaluación instrumentada del control de tronco en pacientes con lesión medular de manera remota, muestra como principal limitación el número y la diversidad de su población, ya que todos los pacientes tenían un adecuado control de tronco, lo que nos impide saber cómo se comportan los valores de referencia en pacientes sin control de tronco. En otro estudio realizado en pacientes pediátricos la muestra fue reducida, total 8, considerando también que no se incluyó a pacientes con niveles neurológicos cervicales y que en la ECCT presencial también mostró buen control de tronco inicial para todos los pacientes.

Por lo tanto, evaluar a una población heterogénea que incluya a pacientes con deficiente control de tronco y mayor número de muestra, nos proporcionará una comprensión más completa para conocer la fiabilidad y validez de los parámetros cuantitativos obtenidos con el uso de la aplicación móvil para la evaluación instrumentada del control de tronco y, según

esos valores, posteriormente se investigará la estandarización de los mismos lo que permitirá probar entonces la utilidad clínica de la evaluación.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuál es la validez y fiabilidad de los parámetros cuantitativos de la evaluación instrumentada del control de tronco, realizada mediante la escala clínica del control de tronco, a través del uso de un teléfono inteligente en los pacientes con lesión medular que son atendidos en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra?

Conocer la fiabilidad y validez es esencial para garantizar la calidad y precisión de las mediciones, proporcionando una base sólida para la aplicación clínica de los resultados obtenidos, dentro de una población bien delimitada, lo que permitiría generalizar los resultados a población con lesión medular general, además de respaldar las tomas de decisiones clínicas y monitorizar los avances en el control de tronco en pacientes con LM, mejorando así su atención y tratamiento. Los valores de referencia proporcionan un punto de comparación para interpretar los resultados de la evaluación clínica. Estos valores establecen rangos normales o esperados para diferentes subgrupos de pacientes con lesión medular y permiten identificar desviaciones significativas en los resultados. Conocer la fiabilidad de un instrumento permite determinar si produce resultados consistentes y reproducibles en diferentes situaciones y momentos. Una mayor fiabilidad proporciona confianza en los resultados obtenidos. Conocer la validez de un instrumento asegura que está evaluando de manera efectiva el constructo del control de tronco. Todo esto es fundamental para tomar decisiones clínicas sólidas y confiables basadas en los resultados obtenidos.

Hipótesis:

Es posible determinar la fiabilidad y validez de los parámetros cuantitativos del control de tronco, medidos a través de la aplicación de teléfono inteligente, en pacientes con lesión medular.

V. OBJETIVOS**Objetivo general:**

Determinar la fiabilidad y validez de la evaluación instrumentada del control de tronco mediante el uso de una aplicación móvil en un teléfono inteligente, en pacientes con lesión medular del INR-LGII.

Objetivos específicos:

Determinar la fiabilidad de la evaluación instrumentada del control de tronco mediante el uso de teléfonos inteligentes (parámetros cinemáticos relacionados con aceleración), en pacientes con lesión medular del INR-LGII.

Determinar la validez de la evaluación instrumentada del control de tronco mediante el uso de teléfonos inteligentes (parámetros cinemáticos relacionados con aceleración), en pacientes con lesión medular espinal del INR-LGII.

VI. METODOLOGÍA**Diseño del estudio**

Descriptivo y observacional.

Descripción del universo de trabajo.

Nuestra población de estudio estuvo conformada por los pacientes con lesión medular que reunieron los criterios de inclusión para ser evaluados, durante su hospitalización y en la consulta externa del servicio de Lesión Medular de la División de Rehabilitación Neurológica del Instituto Nacional de Rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra” de la Ciudad de México.

Criterios de selección

Criterios de Inclusión.

1. Pacientes mayores de 18 años de edad con lesión medular de cualquier nivel neurológico y gravedad según las Normas Internacionales para la Clasificación Neurológica de las Lesiones de la Médula Espinal (ISNCSCI, por sus siglas en inglés).
2. Paciente con lesión medular de etiología traumática y no traumática.
3. Paciente con acceso a un teléfono inteligente Android versión 8.0 o superior.
4. Pacientes que contaran con conexión a internet.

Criterios de eliminación.

1. Pacientes que retiraran su consentimiento para participar en el estudio.
2. Tener pruebas o valoraciones incompletas.

Criterios de exclusión.

1. Pacientes con lesión medular traumática que no se hubieran sometido a fijación quirúrgica de columna vertebral.
2. Comorbilidades que imposibilitaran realizar la prueba de control de tronco (insuficiencia cardiaca congestiva, vértigo incontrolable)
3. Otras patologías en sistema nervioso central que condicionen deterioro cognitivo e imposibilite seguir las indicaciones del procedimiento.

4. Paciente con antecedente de haber presentado angina inestable hasta un mes anterior a la prueba.
5. Paciente con antecedente de infarto agudo al miocardio hasta un mes anterior a la prueba.
6. Frecuencia cardiaca en reposo mayor a 120 latidos por minuto.
7. Tensión arterial sistólica mayor a 180 mmhg y/o diastólica mayor a 100 mmhg.
8. Disnea.
9. Dolor torácico.
10. Problemas ortopédicos que impidieran la realización de la prueba.

Tamaño de la muestra.

Se ha demostrado que la confiabilidad interobservador es muy alta, con coeficientes de correlación entre .6 y .89.

Para obtener un nivel de confianza de 95%, potencia de 90% y coeficiente de correlación a detectar de 0.6% se necesita estudiar una muestra de 20 pacientes según EPIDAT 6.

VII. PROCEDIMIENTO

Se detectó al paciente candidato para el estudio, a través de su asistencia a la consulta externa y/o servicio de hospitalización, de la división de lesión medular del servicio de rehabilitación neurológica que haya cumplido con los criterios de inclusión.

Un médico residente en fisiatría entrevistó a cada paciente para corroborar criterios de inclusión y descartar criterios de exclusión, se les hizo la invitación para participar en el presente estudio explicando el objetivo, los procedimientos y actividades a realizar, así

como la seguridad del estudio y, posteriormente, se solicitó la firma del consentimiento informado.

Se verificó que el acceso a un teléfono inteligente con sistema operativo Android versión 8.0, con acceso a internet y batería recargada; seguido de ello, se instaló la aplicación de la Escala de Control de Tronco (ECTi) en su teléfono móvil.

El lugar donde se realizó la evaluación fue dentro de las instalaciones del INR, en el área de terapia física, donde además se instruyó al paciente y familiar/cuidador sobre las actividades correspondientes a la ECCT a realizar, así como el uso de la aplicación móvil. Esta enseñanza se reforzó por la guía descriptiva del uso de la aplicación así como de un tríptico que puntualiza las actividades de la ECCT (ver en anexos). Se colocó una funda tipo cangurera deportiva en la región anterior del tórax del paciente, a la altura del apéndice xifoides y se fijó con las correas ajustables y el broche de seguridad; ésta funda contiene una cubierta de plástico transparente, la cual permitió visualizar y manipular la pantalla del teléfono inteligente. Se procedió a la evaluación de tronco con la aplicación de la ECT, verificando repetir los ítems 1, 2, 3, 6 y 7 de la ECCT. Cada registro se respaldó con el llenado en papel de la Escala Clínica del Control de Tronco.

La evaluación remota se realizó de manera programada por videollamada (para identificar al paciente con la estampa temporal y así tener ubicado su registro) posterior al alta hospitalaria del sujeto o posterior a la primera evaluación realizada en la captación de la consulta externa, siempre de manera programada e individualizada. El área física donde se realizó contó con los requerimientos necesarios para realizar la evaluación iluminación, mobiliario adecuado para el paciente, acceso a internet y presencia de un cuidador para prevención de caídas.

Se colocó una funda tipo cangurera deportiva en la región anterior del tórax del paciente, a la altura del apéndice xifoides y se fijó con las correas ajustables y el broche de seguridad;

se procedió a la evaluación de tronco con la aplicación de la ECTi, verificando repetir los ítems 1, 2, 3, 6 y 7 de la ECT. Cada registro se respaldó con el llenado en papel de la Escala Clínica del Control de Tronco.

VIII. VARIABLES

Descripción de las variables de estudio y sus escalas de medición (ver tabla 1):

IX. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se evaluó la confiabilidad de las mediciones del teléfono inteligente mediante mediciones repetidas de los ítems 1, 2, 3, 6 y 7 durante la evaluación. Para el análisis de confiabilidad se reportaron todas aquellas combinaciones que presentaron un Coeficiente de Correlación Intraclase (ICC) ≥ 0.5 . Los valores media y desviación estándar se reportaron por eje, métrica e ítem.

La validez de constructo se determinó mediante el análisis de capacidad de distinción de subgrupos de pacientes de acuerdo a características clínicas (el nivel neurológico de la lesión, la escala de deficiencia de ASIA, la capacidad de marcha y la escala de independencia funcional SCIM-III ítem 12), utilizando las pruebas de Kruskal Wallis. Además se calculó la validez de constructo mediante el uso de coeficiente de correlación de Pearson de los datos obtenidos del acelerómetro del teléfono inteligente con las características clínicas. En la validez de criterio se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, comparando los datos obtenidos del acelerómetro del teléfono inteligente con el resultados de las puntuaciones de la ECCT. Para el análisis de la validez sólo se utilizó las combinaciones que obtuvieron una confiabilidad ICC ≥ 0.5 . Los valores media y desviación estándar para los valores de p

Tabla 1. Descripción de las variables de estudio y sus escalas de medición

Variables clínicas y demográficas	Definición Conceptual	Definición Operacional	Escala de Medición	Unidad/ Valores
Tipo de lesión medular	Según ASIA con las modificaciones de la ISNSCI A: completa, B: preservación de la función únicamente sensitiva, C: incompleta, contracción anal voluntaria o mas 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
Nivel neurológico o de lesión medular por subgrupos	Segmento más caudal de la médula espinal con función normal	Tetraplejía alta: C1 a C4. Tetraplejía baja: C5 a T1, Paraplejía alta: T2 a T6, Paraplejía baja: T7 a Sacras	Cualitativa nominal	1=Tetraplejía alta; 2=Tetraplejía baja; 3=Paraplejía alta; 4=Paraplejía baja
Tiempo de evolución de la lesión medular	Tiempo en meses desde que se produjo la lesión medular al momento de la aplicación del cuestionario	Número de meses	Cuantitativa continua	Meses
Escala clínica de control de tronco	Control de tronco	Puntuación máxima alcanzada en la prueba clínica de control de tronco	Cuantitativa discreta	Puntuación entre 0 y 24.
Edad del paciente	Años que transcurren a partir de la fecha de nacimiento	Años cumplidos al momento de la aplicación	Cuantitativa discreta	Años
Control de tronco	Buena estabilidad y control de tronco	Puntuación en la prueba de equilibrio de tronco igual o mayor a 13 (punto de corte).	Dicotómica	0: No; 1: Sí
Marcha	Logra desplazarse de un sitio al otro en bipedestación	Puntuación obtenida en el ítem 12 del SCIM-III	Cualitativa Dicotómica	1= si; 2=No
Auxiliar para la movilidad	Dispositivo ortopédico que busca un apoyo suplementario del cuerpo al suelo para realizar la movilidad	Silla de ruedas, andadera, muletas.	Cualitativa nominal	1=Andadera; 2=Muleta; 3=Silla de ruedas
Independencia funcional en lesiones medulares	Medición de la SCIM-III (Spinal Cord Independence Measure)	Grado de independencia para realizar las actividades de autocuidado, control de esfínteres, transferencias y locomoción	Cuantitativa discreta	Puntuación del nivel de independencia de 0-100 puntos
Control de tronco instrumentada	Estabilidad del tronco evaluada mediante unidades de medición inercial	Aceleración promedio, mínima y RMS medida en 3 ejes (medio lateral, anterolateral y vertical, así como magnitud 3D)	Cuantitativa discreta	0-100 m/s ²

de la prueba de KW se reportaron por eje, métrica e ítem. Los valores de media y desviación estándar para el valor absoluto del coeficiente de correlación r también se reportan por eje,

métrica e ítem, únicamente para aquellos casos que se obtuvo una correlación significativa ($p < 0.05$) con $\geq r = 0.5$.

X. RESULTADOS

Participaron 24 pacientes, de los cuales 16 fueron captados en la consulta externa del servicio de lesión medular y 8 en el área de hospitalización previo a su alta. De éstos al 25% (n=6) se les realizó seguimiento remoto en su domicilio, sin embargo, al 75% (n=18) de pacientes no se logró realizar su valoración remota posterior a la presencial, debido a que 14 de ellos no lograron descargar la aplicación en un teléfono inteligente Android versión 8.0 o superior, 2 aún estaban hospitalizados, uno porque tuvo restricción ortopedica y otro por falta de cooperación al seguimiento.

Estadística descriptiva:

La población total de la muestra fue de 24 pacientes, de los cuales el 25% eran mujeres (n=6) y el 75% hombres (n=18). La edad promedio fue de 35 años (DS 10.39) (rango entre 24 a 71 años). El tiempo promedio de la evolución de su lesión fue de 37.2 meses (DS: 41.57) (rango 1 a 180 meses). En relación al nivel neurológico el 54.1% de los pacientes presentaron paraplejía alta, seguidas por paraplejía baja con 36.5% y, finalmente tetraplejías altas y bajas con un 8.3%. Por escala de deficiencia de ASIA, el 45.8% presentaron lesiones completas (escala A), seguidas por lesiones incompletas escala D (29.1%), escala B (12.5%) y escala C (12.5%). Respecto al control de tronco 91.6% tuvieron buen control de tronco y 8.33% con mal control de tronco. El 87.5% no realizaba marcha, en contraste con 12.5% que si la realizaba. En la valoración del ítem 12 del SCIM III predominó la puntuación 2 con 75% de frecuencia, seguido por 0 y 5 (8.3% cada uno) y finalmente con 4 y 1 punto (8.3% cada uno). El auxiliar más utilizado fue la silla de ruedas (87.5%) seguido de muletas (4.1%) y andadera (8.33%). Ver tabla 2.

Tabla 2. Características clínicas de la población

	Total	Rango
Población	n= 24	
Genero		
Mascullino	75% (n=18)	
Femenino	25% (n=6)	
Edad	35 años	24-71 años
Etiología		
Traumática	91.6% (n=22)	
No traumática	8.33% (n=2)	
Nive neurológico		
Tetraplejía alta	4.1% (n=1)	
Tetraplejía baja	4.1% (n=1)	
Paraplejía alta	54.1% (n=13)	
Paraplejía baja	36.5% (n=9)	
Deficiencia ASIA		
A	45.8% (n=11)	
B	12.5% (n=3)	
C	12.5% (n=3)	
D	29.1% (n=7)	
Tiempo de evolución de la lesión (meses)	37.2 meses	1-180 meses
Control de tronco		
bueno	91.6% (n=22)	
malo	8.33% (n=2)	
Realiza marcha		
si	12.5% (n=3)	
no	87.5% (n=21)	
Auxiliar movilidad		
andadera	4.1% (n=1)	
muletas	8.33% (n=2)	
silla de ruedas	87.5% (n=21)	
SCIMIII ítem12		
puntuación 0	8.33% (n=2)	
puntuación 1	4.1% (n=1)	
puntuación 2	75% (n=18)	
puntuación 4	4.1% (n=1)	
puntuación 5	8.33% (n=2)	

Se evaluó la confiabilidad de los diferentes parámetros mediante el Coeficiente de Correlación Intraclase. Los resultados se reportan en la tabla 3, en donde observamos que entre las mediciones de aceleración media se encontraron algunos ICC confiables mayor a 0.8 (resaltado en azul); tenemos así que para el ítem 2 el promedio en el eje anteroposterior tiene un ICC de 0.86 y, para el ítem 3 se encontró un ICC mayor a 0.8 en las medias de los ejes vertical (V), anteroposterior (AP) y tridimensional (3D); por otro lado, en las medias de los ejes vertical, mediolateral (ML) y tridimensional, de los ítems 1, 2, 3, 6 y 7, se encontró un ICC mayor a 0.6, a excepción del eje 3D para el ítem 6 (resaltado en verde).

Tabla 3. Coeficiente de Correlación Intraclase de los promedios de aceleración por ítem

Ítem	V	ML	AP	V	ML	AP	3D	f de V	f de ML	f de AP	f de V	f de ML	f de AP	f 3D
1	0.76	0.71	0.8	0.76	0.25	0.67	0.64	0.76	0.71	0.8	0.76	0.27	0.67	0.63
2	0.78	0.59	0.86	0.78	0.43	0.73	0.77	0.78	0.59	0.86	0.78	0.43	0.73	0.77
3	0.92	0.74	0.91	0.92	0.68	0.81	0.82	0.91	0.74	0.91	0.91	0.67	0.81	0.82
6	0.51	0.71	0.39	0.71	0.62	0.5	0.5	0.49	0.69	0.39	0.69	0.61	0.48	0.52
7	0.48	0.75	0.34	0.74	0.74	0.43	0.73	0.44	0.77	0.3	0.73	0.75	0.39	0.75

|V|=valor absoluto en el eje vertical; |ML|=valor absoluto en el eje mediolateral; |AP|=valor absoluto en el eje anteroposterior; 3D= tridimensional; f: filtrado de aceleración.

Para determinar la validez de constructo de las variables que obtuvieron alta confiabilidad, se evaluó la capacidad discriminativa de las diferentes variables en relación a la escala de deficiencia de ASIA mediante la comparación de las medias entre los grupos definidos por el ASIA (ver tabla 4). Como se observa en la tabla 4, para el promedio de aceleración del eje Z en el ítem 3, el promedio de la filtrado de aceleración del eje Z en el ítem 3, el promedio de la filtrado de aceleración del eje Z en el ítem 2 y el promedio de la filtrado de aceleración del eje Z en el ítem 1, encontramos que la diferencia entre los diferentes tipos de lesión es estadísticamente significativa con una $p=0.022$, $p=0.022$, $p=0.015$ y $p=0.008$, respectivamente.

Por otra parte, se evaluó la capacidad de discriminar entre individuos de acuerdo al nivel neurológico, reportados en la tabla 5, en donde se observa que en el promedio de la filtrado

de aceleración del eje tridimensional en el ítem 3 presentó una diferencia estadísticamente significativa con una $p=0.033$.

Tabla 4. Promedio de variables por escala de deficiencia de ASIA.

	Escala de deficiencia de AIS	Media	Desviación estándar	Error estándar de medición	<i>p</i>
Promedio de aceleración del eje V en ítem3	AIS A	8.37	1.64	0.52	0.067
	AIS B	9.15	0.71	0.41	
	AIS C	9.25	0.45	0.26	
	AIS D	9.49	0.41	0.16	
Promedio de aceleración en el eje AP en ítem3	AIS A	3.42	3.43	1.08	0.022
	AIS B	2.4	2.64	1.52	
	AIS C	2.44	2.74	1.58	
	AIS D	-0.44	2.5	0.95	
Valor pico-pico de f del eje AP en ítem 2.	AIS A	1.65	0.28	0.08	0.325
	AIS B	1.28	0.31	0.18	
	AIS C	1.82	0.24	0.14	
	AIS D	1.46	0.13	0.05	
Promedio de f en valor absoluto del eje V en ítem3	AIS A	8.36	1.65	0.52	0.067
	AIS B	9.15	0.72	0.41	
	AIS C	9.24	0.45	0.26	
	AIS D	9.49	0.41	0.16	
Promedio de f en valor absoluto del eje AP en ítem3	AIS A	3.84	2.93	0.93	0.107
	AIS B	2.77	2.04	1.18	
	AIS C	2.9	2.01	1.16	
	AIS D	1.78	1.68	0.63	
Promedio de f 3D en ítem3	AIS A	9.72	0.15	0.04	0.289
	AIS B	9.64	0.38	0.22	
	AIS C	9.89	0.11	0.07	
	AIS D	9.81	0.23	0.09	
Promedio de f del eje V en ítem3	AIS A	8.36	1.65	0.52	0.067
	AIS B	9.15	0.72	0.41	
	AIS C	9.24	0.45	0.26	
	AIS D	9.49	0.41	0.16	
Promedio de f del eje AP en ítem3	AIS A	3.43	3.45	1.09	0.022
	AIS B	2.41	2.63	1.52	
	AIS C	2.47	2.74	1.58	
	AIS D	-0.44	2.48	0.94	
Promedio de f del eje AP en ítem2	AIS A	3.44	3.47	1.10	0.015
	AIS B	2.43	2.65	1.53	
	AIS C	2.64	2.97	1.71	
	AIS D	-0.78	2.45	0.93	
Promedio de f del eje AP en ítem1	AIS A	3.91	3.25	1.03	0.008
	AIS B	2.02	3.08	1.78	
	AIS C	3.51	1.88	1.08	
	AIS D	-0.66	2.44	0.92	
DS de f en valor absoluto del eje AP en ítem3	AIS A	-90.73	301.24	90.83	0.367
	AIS B	0.14	0.07	0.04	
	AIS C	0.19	0.03	0.02	
	AIS D	0.25	0.29	0.11	
DS de f 3D en ítem3	AIS A	-90.77	301.22	90.82	0.368
	AIS B	0.05	0.04	0.02	
	AIS C	0.04	0.02	0.01	
	AIS D	0.08	0.07	0.03	

V= vertical; AP= anteroposterior; ML= mediolateral; f= frecuencia de la aceleración; DS= desviación estándar; 3D= tridimensional.

Tabla 5. Promedio de las variables con base al nivel neurológico.

	Nivel neurológico	Media	Desviación estándar	Error estándar	<i>p</i>
Promedio de aceleración del eje V en ítem3	Tetraplejía alta	8.38	.	.	0.777
	Tetraplejía baja	9.61	.	.	
	Paraplejía alta	8.85	1.33	0.37	
	Paraplejía baja	9.03	1.2	0.42	
Promedio de aceleración del eje AP en ítem3	Tetraplejía alta	4.53	.	.	0.793
	Tetraplejía baja	-2.64	.	.	
	Paraplejía alta	2.08	3.38	0.94	
	Paraplejía baja	2.09	3.17	1.12	
Valor pico-pico de f del eje AP en ítem2.	Tetraplejía alta	0.95	.	.	0.134
	Tetraplejía baja	1.48	.	.	
	Paraplejía alta	1.61	0.25	0.07	
	Paraplejía baja	1.58	0.28	0.09	
Promedio de f en valor absoluto del eje V en ítem3	Tetraplejía alta	8.37	.	.	0.777
	Tetraplejía baja	9.6	.	.	
	Paraplejía alta	8.84	1.35	0.37	
	Paraplejía baja	9.03	1.2	0.42	
Promedio de f del valor absoluto del eje AP en ítem3	Tetraplejía alta	4.53	.	.	0.641
	Tetraplejía baja	2.65	.	.	
	Paraplejía alta	2.95	2.6	0.72	
	Paraplejía baja	2.78	2.51	0.89	
Promedio de f 3D en ítem3	Tetraplejía alta	9.2	.	.	0.033
	Tetraplejía baja	8.99	.	.	
	Paraplejía alta	7.75	0.21	0.06	
	Paraplejía baja	7.98	0.05	0.02	
Promedio de f del eje V en ítem3	Tetraplejía alta	8.37	.	.	0.777
	Tetraplejía baja	9.6	.	.	
	Paraplejía alta	8.84	1.35	0.37	
	Paraplejía baja	9.03	1.2	0.42	
Promedio de f del eje AP en ítem3	Tetraplejía alta	4.53	.	.	0.969
	Tetraplejía baja	-2.65	.	.	
	Paraplejía alta	2.09	3.38	0.94	
	Paraplejía baja	2.1	3.17	1.12	
Promedio de f del eje AP en ítem1	Tetraplejía alta	4.94	.	.	0.763
	Tetraplejía baja	-2.57	.	.	
	Paraplejía alta	2.05	3.68	1.02	
	Paraplejía baja	2.75	2.76	0.98	
Desviación estándar de f del valor absoluto del eje AP en ítem3	Tetraplejía alta	0.19	.	.	0.326
	Tetraplejía baja	0.21	.	.	
	Paraplejía alta	0.17	0.22	0.06	
	Paraplejía baja	-110.87	333.05	111.02	
Desviación estándar de f 3D en ítem3	Tetraplejía alta	0.09	.	.	0.326
	Tetraplejía baja	0.04	.	.	
	Paraplejía alta	0.07	0.06	0.02	
	Paraplejía baja	-110.96	333.01	111	

V= vertical; AP= anteroposterior; ML= mediolateral; f= frecuencia de la aceleración; DS= desviación estándar; 3D= tridimensional.

Además se evaluó la capacidad de discriminar entre individuos que caminan y no caminan, sin resultados estadísticamente significativos. En la tabla 6 se muestran los promedios de las variables con ICC con base a la capacidad de caminar, sin encontrarse alguna variable con una diferencia estadísticamente significativa.

Tabla 6. Resultados promedio de las variables con base en capacidad de caminar.

	Marcha		Media	Desviación estándar	p
	1=si	2=no			
	1	2			
Promedio de aceleración del eje V en ítem3	1	2	8.02	1.59	0.168
			9.06	1.13	
Promedio de aceleración del eje AP en ítem3	1	2	2.62	5.81	0.725
			1.89	2.96	
Valor pico-pico de f del eje AP en ítem 2.	1	2	1.51	0.24	0.713
			1.58	0.29	
Promedio de f en valor absoluto del eje V en ítem3	1	2	8.02	1.59	0.177
			9.06	1.15	
Promedio de f en valor absoluto del eje AP en ítem3	1	2	5.11	2.12	0.096
			2.62	2.33	
Promedio de f 3D en ítem3	1	2	9.76	0.06	0.961
			9.76	0.22	
Promedio de f del eje V en ítem3	1	2	8.02	1.59	0.177
			9.06	1.15	
Promedio de f del eje AP en ítem3	1	2	2.62	5.79	0.732
			1.9	2.97	
Promedio de f del eje AP en ítem2	1	2	2.39	6.02	0.802
			1.85	3.07	
Promedio de f del eje AP en ítem1	1	2	2.63	5.8	0.826
			2.16	3.09	
DS de f en valor absoluto del eje AP en ítem3	1	2	0.14	0.14	0.714
			-47.41	218.04	
DS de f 3D en ítem3	1	2	0.04	0.04	0.714
			-47.51	218.01	

V= vertical; AP= anteroposterior; f= frecuencia de la aceleración; DS= desviación estándar; 3D= tridimensional.

Finalmente, se evaluó la validez de criterio y constructo respectivamente al calcular la correlación de las variables más confiables con la escala de control de tronco y la edad, y el SCIM respectivamente. Se encontró que las correlaciones estadísticamente significativas estuvieron relacionadas con la edad, observándose correlaciones estadísticamente significativas en el promedio de aceleración del eje V del ítem 3, en el promedio del valor absoluto del eje V en el ítem 3, promedio del valor absoluto del eje AP en el ítem 3, promedio del filtrado de aceleración del eje V en el ítem 3 y en el filtrado de aceleración del promedio absoluto tanto del eje V y eje AP en el ítem 3. No se encontró correlación con el control de tronco ni el puntaje de la medición de independencia funcional SCIM III, como se observa en la Tabla 7.

Tabla 7. Correlación de los promedios de aceleración de los ejes V, ML, AP, 3D

		f_AP_item1	AP_item2	f_AP_item2	V_item3	AP_item3	V _item3	AP _item3	3D_item3	f_V_item3	f_ V _item3	f_ AP _item3	f_3d_item3
Edad (años)	Correlación de Pearson	0.109	0.161	0.162	-.560**	0.17	-.560**	.435 [*]	0.138	-.563**	-.563**	.435 [*]	0.138
	Valor p	0.621	0.464	0.461	0.005	0.437	0.005	0.038	0.531	0.005	0.005	0.038	0.53
Puntuación clínica de Control de tronco = puntos	Correlación de Pearson	-0.194	-0.167	-0.168	0.12	-0.174	0.12	-0.082	0.383	0.122	0.122	-0.085	0.387
	Valor p	0.374	0.447	0.444	0.586	0.426	0.586	0.709	0.072	0.581	0.581	0.7	0.068
Independencia funcional en lesión medular SCIM III = punto total	Correlación de Pearson	-0.149	-0.125	-0.126	0.134	-0.114	0.134	-0.018	0.256	0.138	0.138	-0.025	0.252
	Valor p	0.499	0.571	0.566	0.542	0.605	0.542	0.933	0.239	0.53	0.53	0.91	0.245
ICC		0.8	0.86	0.86	0.92	0.91	0.92	0.81	0.82	0.91	0.91	0.81	0.82
Valor p		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

f: filtrado de aceleración, |V|: valor absoluto en el eje vertical, |ML|: valor absoluto en el eje mediolateral, |AP|: valor absoluto en el eje anteroposterior, 3D: tridimensional, ICC: Coeficiente de Correlación Intraclase

XI. DISCUSIÓN

La población estudiada se compuso principalmente de hombres jóvenes, con lesiones torácicas, con deficiencia de ASIA completas. Ésto es representativo de las personas con lesión medular en México y en la región de América Latina (Kumar et al., 2018; Pérez et al., 2008; Rodríguez-Meza et al., 2016), lo cual asegura la validez externa de los resultados.

La evaluación de la confiabilidad de los diferentes parámetros a través del Coeficiente de Correlación Intraclase (ICC), reportada en la tabla 3, reveló que existen variables con alta confiabilidad (ICC >0.8) en los promedios de aceleración de los ejes vertical (V), anteroposterior (AP) y tridimensional (3D), en los valores absolutos del eje vertical y anteroposterior, en los filtrados de aceleración del eje vertical, anteroposterior y tridimensional así como en el filtrado de aceleración de los valores absolutos del eje vertical y anteroposterior, todos correspondientes al ítem 3 (que evaluó el control estático de tronco mientras el paciente cruza la pierna izquierda sobre la derecha); también podemos observar ésta confiabilidad en el promedio de aceleración y en el filtrado de aceleración en el eje anteroposterior, ambos correspondientes al ítem 2 (que evaluó el control estático de

tronco, mientras el paciente cruza la pierna derecha sobre la izquierda) así como en el promedio de aceleración del eje anteroposterior del ítem 1 (que evalúa el control estático de tronco en sedestación con ambos pies sobre el piso). Éstos tres ítems evalúan el control estático de tronco, teniendo en común una alta confiabilidad en las promediaciones del eje anteroposterior, sin embargo, el ítem 3 es el que destaca en diferentes parámetros de aceleración dentro del eje vertical, anteroposterior y tridimensional, esto podría deberse al hecho de que el entrecruzar la pierna izquierda sobre la derecha, orienta el tronco hacia el lado derecho dominante, el cual es un movimiento constantemente realizado previo a la lesión medular (Altmann et al., 2015).

También se reveló moderada a alta confiabilidad con un ICC > 0.5 (rango 0.51-0.92) en los promedios de aceleración y filtrado de aceleración del eje mediolateral, en los promedios de aceleración del valor absoluto y el filtrado de aceleración tridimensional, todos ellos para los ítems 1, 2, 3, 6, y 7. Los primeros tres evaluaron control estático de tronco en sedestación y los dos últimos evaluaron rodamientos laterales en decubito supino, hacia derecha y hacia izquierda respectivamente. Estos parámetros se correlacionan con los encontrados por Pérez-Sanpablo et al., 2021.

La validez de constructo se obtuvo por alta confiabilidad en la discriminación de las variables de los subgrupos según la escala de deficiencia de ASIA, donde se reveló que existen variables confiables en el promedio de aceleración del eje anteroposterior en el ítem 3 y en los promedios del filtrado de aceleración del eje anteroposterior de los ítems 1, 2 y 3; permitiéndonos diferenciar entre pacientes con una escala de deficiencia completa de una incompleta. Esto es debido a que las personas con lesiones incompletas tienen parcialmente la posibilidad de activar músculos estabilizadores del tronco por debajo del nivel de la lesión, lo que permite menor variación en las aceleraciones registradas en comparación con aquellos con lesiones medulares completas (Bjerkefors et al., 2009). Otro parámetro que mostró alta confiabilidad fue en la variable del tipo de lesión o nivel

neurológico, que demostró una diferencia estadísticamente significativa para distinguir entre pacientes con tetraplejía de aquellos que presentan paraplejía, como se reveló en el promedio del filtrado de aceleración tridimensional en el ítem 3, esto debido a que la demanda de activación muscular para la estabilización del tronco es mayor en pacientes con niveles neurológicos cervicales (Milosevic et al., 2015), lo que condiciona mayor aceleración en los movimientos registrados, aunque es de considerar que sólo dos pacientes se encontraron con tetraplejía contra 22 con paraplejía.

No se encontraron otros datos estadísticamente significativos para otras variables, como lo fue para las variables de capacidad de marcha, control de tronco e independencia funcional, principalmente, esto es debido a que la heterogeneidad de la muestra fue mínima, ya que la mayoría no lograba marcha, los puntajes en la ECCT fueron similares, lo mismo para los puntajes del SCIMIII, lo que no permitió encontrar la validez de criterio para la evaluación propuesta.

XII. LIMITACIONES

Un punto a considerar en especial fue que, aunque la mayoría de los pacientes entrevistados que reunían criterios de inclusión para participar en este estudio poseía un teléfono celular Android con versión 8.0 o superior, no todos lograban descargar la aplicación de la ECT en el mismo. Optamos por realizar las evaluaciones iniciales (presenciales) en varios de ellos con nuestros celulares con la intención de que, para el momento de realizar las evaluaciones remotas, habrían conseguido descargar la aplicación en el teléfono celular de alguno de sus familiares o amigos; sin embargo, esto sólo se logró en un porcentaje mínimo de paciente, motivo por el cual no se dió seguimiento remoto que nos permitiera realizar medidas comparativas en esta modalidad de evaluación contra la presencial.

XIII. PERSPECTIVAS FUTURAS

Para lograr la validez de criterio respecto a la ECCT se deberá integrar una muestra con mayor heterogeneidad en las puntuaciones de la ECCT, no sólo para la población torácica, sino para todos los niveles de lesión neurológica, para que permita identificar los parámetros cuantitativos de acelerometría específicos para los diferentes subgrupos de la población con lesión medular.

XIV. CONCLUSIÓN

Este estudio proporciona una visión de la evaluación de control de tronco en pacientes con lesión medular a través del uso de un teléfono inteligente, pese a las limitaciones asociadas con la heterogeneidad de la muestra por subgrupos de la población de lesión medular (por tipo de lesión neurológica, grado de deficiencia de ASIA, capacidad de la marcha e independencia funcional), los datos obtenidos permitieron confirmar la validez y confiabilidad de los parámetros cuantitativos en los ítems 1, 2, 3, 6 y 7 de la evaluación instrumentada de control de tronco, que evalúan tanto la fase estática como dinámica, en una muestra de pacientes jóvenes que representan a la población de lesión medular torácica y con deficiencia de ASIA completa y que a su vez representa en incidencia al subgrupo de tipo de lesión y deficiencia de ASIA más afectado de la población general en México y América Latina.

XV. REFERENCIAS

1. Abou L, de Freitas GR, Palandi J, Ilha J. Clinical instruments for Measuring Unsupported Sitting balance in subjects with spinal cord injury: A systematic review.

- Top Spinal Cord Inj Rehabil [Internet]. 2018 Spring;24(2):177–93. Available from: <http://dx.doi.org/10.1310/sci17-00027>
2. Abou L, Wong E, Peters J, Dossou MS, Sosnoff JJ, Rice LA. Smartphone applications to assess gait and postural control in people with multiple sclerosis: A systematic review. *Mult Scler Relat Disord* [Internet]. 2021;51(102943):102943. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.msard.2021.102943>
 3. Ahuja CS, Wilson JR, Nori S, Kotter MRN, Druschel C, Curt A, et al. Traumatic spinal cord injury. *Nat Rev Dis Primers* [Internet]. 2017;3:17018. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/nrdp.2017.18>
 4. Altmann VC, Hart AL, Vanlandewijck YC, van Limbeek J, van Hooff ML. The impact of trunk impairment on performance of wheelchair activities with a focus on wheelchair court sports: a systematic review. *Sports Med Open* [Internet]. 2015;1(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s40798-015-0013-0>
 5. Audu ML, Triolo RJ. Intrinsic and extrinsic contributions to seated balance in the sagittal and coronal planes: Implications for trunk control after spinal cord injury. *J Appl Biomech* [Internet]. 2015;31(4):221–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1123/jab.2013-0307>
 6. Bickenbach J, Officer A, Shakespeare T, Von Groote P. International perspectives on spinal cord injury. World Health Organization; 2013. Disponible en https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/94190/9789241564663_eng.pdf
 7. Bjerkefors A, Carpenter MG, Cresswell AG, Thorstensson A. Trunk muscle activation in a person with clinically complete thoracic spinal cord injury. *J Rehabil Med* [Internet]. 2009;41(5):390–2. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2340/16501977-0336>
 8. 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* [Internet]. 2010;48(10):745–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/sc.2010.11>

9. Gauthier C, Gagnon D, Jacquemin G, Duclos C, Masani K, Popovic MR. Which trunk inclination directions best predict multidirectional-seated limits of stability among individuals with spinal cord injury? *J Spinal Cord Med* [Internet]. 2012;35(5):343–50. Available from: <http://dx.doi.org/10.1179/2045772312Y.0000000039>
10. Gonzalez Patiño GM, Pérez Sanpablo AI, Quinzaños Fresnedo J. Validación de la valoración instrumentada de control de tronco presencial y remota por medio de acelerometría utilizando teléfonos inteligentes en población infantil con lesión medular del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra. [Ciudad de México, México.]: Universidad Nacional Autónoma de México; 2022.
11. Hsieh KL, Sosnoff JJ. Smartphone accelerometry to assess postural control in individuals with multiple sclerosis. *Gait Posture* [Internet]. 2021;84:114–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.11.011>
12. James SL, Theadom A, Ellenbogen RG, Bannick MS, Montjoy-Venning W, Lucchesi LR, et al. Global, regional, and national burden of traumatic brain injury and spinal cord injury, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study. *The Lancet Neurology*. 2016;18(1):56–87.
13. Jorge A, White MD, Agarwal N. Outcomes in socioeconomically disadvantaged patients with spinal cord injury: a systematic review. *J Neurosurg Spine* [Internet]. 2018;29(6):680–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.3171/2018.5.spine171242>
14. Khatri K, Farooque K, Sharma V, Gupta B, Gamanagatti S. Neglected thoraco lumbar traumatic spine injuries. *Asian Spine J* [Internet]. 2016;10(4):678–84. Available from: <http://dx.doi.org/10.4184/asj.2016.10.4.678>
15. Kretzer RM. A clinical perspective and definition of spinal cord injury. *Spine (Phila Pa 1976)* [Internet]. 2016;41:S27. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/brs.0000000000001432>
16. Kumar R, Lim J, Mekary RA, Rattani A, Dewan MC, Sharif SY, et al. Traumatic spinal injury: Global epidemiology and worldwide volume. *World Neurosurg* [Internet]. 2018;113:e345–63. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wneu.2018.02.033>

17. Malekzadeh H, Golpayegani M, Ghodsi Z, Sadeghi-Naini M, Asgardoorn M, Baigi V, et al. Direct cost of illness for spinal cord injury: A systematic review. *Global Spine J* [Internet]. 2022;12(6):1267–81. Available from: <http://dx.doi.org/10.1177/21925682211031190>
18. Mancini M, Salarian A, Carlson-Kuhta P, Zampieri C, King L, Chiari L, et al. ISway: a sensitive, valid and reliable measure of postural control. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. 2012;9(1):59. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/1743-0003-9-59>
19. Marco-Ahulló A, Montesinos-Magraner L, Gonzalez L-M, Llorens R, Segura-Navarro X, García-Massó X. Validation of using smartphone built-in accelerometers to estimate the active energy expenditures of full-time manual wheelchair users with spinal cord injury. *Sensors (Basel)* [Internet]. 2021;21(4):1498. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/s21041498>
20. Milosevic M, Masani K, Kuipers MJ, Rahouni H, Verrier MC, McConville KMV, et al. Trunk control impairment is responsible for postural instability during quiet sitting in individuals with cervical spinal cord injury. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* [Internet]. 2015;30(5):507–12. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2015.03.002>
21. Pérez R, Del Campo SM, Renan S, Ortiz SD. Aspectos epidemiológicos de la lesión medular de la población del Centro Nacional de Rehabilitación. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación*. 2008;20(3–4):74–82.
22. Pérez-Sanpablo AI, Quinzaños-Fresnedo J, Romero-Ixtla M, Aguirre-Güemez AV, Rodríguez-Reyes G, Pérez-Zavala R, et al. Validation of inertial measurement units for the assessment of trunk control in subjects with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med* [Internet]. 2023;46(1):154–63. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/10790268.2021.1975083>
23. Peters J, Abou L, Wong E, Dossou MS, Sosnoff JJ, Rice LA. Smartphone-based gait and balance assessment in survivors of stroke: a systematic review. *Disabil Rehabil*

Assist Technol [Internet]. 2022;1–11. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1080/17483107.2022.2072527>

24. Popovic MR. Comparison of multidirectional seated postural stability between individuals with spinal cord injury and able-bodied individuals. *J Rehabil Med*. 2013;45:0–00.
25. Quinzaños J, Villa AR, Flores AA, Pérez R. Proposal and validation of a clinical trunk control test in individuals with spinal cord injury. *Spinal Cord* [Internet]. 2014;52(6):449–54. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/sc.2014.34>
26. Quinzaños-Fresnedo J, Fratini-Escobar PC, Almaguer-Benavides KM, Aguirre-Güemez AV, Barrera-Ortíz A, Pérez-Zavala R, et al. Prognostic validity of a clinical trunk control test for independence and walking in individuals with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med* [Internet]. 2020;43(3):331–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/10790268.2018.1518124>
27. Quinzaños-Fresnedo J, Contreras-Juvenal R, Quezada-López DC, Rodríguez-Barragán MA, Barrera-Ortiz A, Aguirre-Güemez AV. Determination of cut-off points in the Trunk control test for spinal cord injury to assess the ability to perform different activities of daily living. *Spinal Cord* [Internet]. 2023; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/s41393-023-00940-z>
28. Rico Camacho IP, Quinzaños Fresnedo J, Pérez Sanpablo AI. Tesis “Validación del uso de teléfonos inteligentes para la aplicación remota de la escala de control de tronco en individuos con lesión medular” para obtener grado de alta especialidad. [Ciudad de México]: Universidad Nacional Autónoma de México; 2021.
29. Rupp R, Biering-Sørensen F, Burns SP, Graves DE, Guest J, Jones L, et al. International standards for neurological classification of spinal cord injury: Revised 2019. *Top Spinal Cord Inj Rehabil* [Internet]. 2021;27(2):1–22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.46292/sci2702-1>
30. Sibley KM, Beauchamp MK, Van Ooteghem K, Straus SE, Jaglal SB. Using the systems framework for postural control to analyze the components of balance evaluated in

standardized balance measures: a scoping review. Arch Phys Med Rehabil [Internet]. 2015;96(1):122-132.e29. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2014.06.021>

31. Vette AH. Trunk stability during postural control: tool development and analysis (Doctoral dissertation). 2012.
32. Virtual reality - latest virtual reality news headset reviews [Internet]. Virtual Reality Society. 2017. Disponible en: <https://www.vrs.org.uk/>
33. Whittington P, Dogan H, Phalp K, Jiang N. Detecting physical abilities through smartphone sensors: an assistive technology application. Disabil Rehabil Assist Technol [Internet]. 2022;17(8):974–85. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/17483107.2020.1839135>
34. Who.int. Available from: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/spinal-cord-injury>.

XVI. BIBLIOGRAFÍA

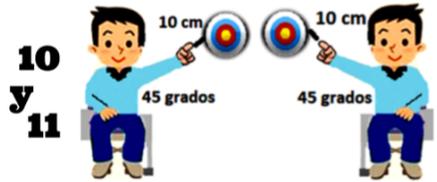
Guía para realizar las actividades de la Escala Clínica de Control de Tronco.
Instructivo para el uso de la aplicación móvil de la Evaluación Control de Tronco.
Escala Clínica de Control de Tronco
Carta de Consentimiento Informado

FASE DINÁMICA CON MIEMBROS SUPERIORES



TOCAR DIANA A 0 GRADOS CON LA MANO DERECHA Y MANO IZQUIERDA

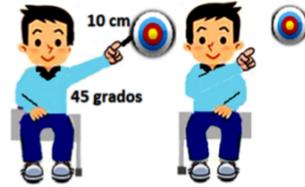
- El paciente iniciará esta tarea en la posición inicial descrita en el punto 1, estirará hacia adelante todo el brazo derecho, a la misma altura que el hombro, a 0 grados.
- El evaluador medirá 10 cm desde la punta de los dedos hasta la diana. (Si el paciente no puede elevar el brazo, desde la posición inicial se realizará la medición de 10 cm a 0 grados desde el hombro hasta la diana).
- El paciente intentará tocar la diana, con el hombro o punta de los dedos, con la distancia ya mencionada.
- En caso de ser necesario, el paciente puede ayudarse con el brazo y mano izquierda.
- Realizará la misma tarea con el miembro superior izquierdo.



TOCAR LA DIANA A 45 GRADOS CON LA MANO DERECHA Y MANO IZQUIERDA

- El paciente iniciará esta tarea en la posición inicial descrita en el punto 1, y estirará hacia adelante todo el brazo derecho, a la misma altura que el hombro, rotando 45 grados,
- El evaluador medirá 10 cm desde la punta de los dedos hasta la diana (si el paciente no puede elevar el brazo, desde la posición inicial se medirá 10 cm a 45 grados desde el hombro hasta la diana).
- El paciente intentará tocar la diana con el hombro o punta de los dedos, con la distancia y rotación ya mencionada.
- En caso de ser necesario, el paciente puede ayudarse con el brazo y mano izquierda.
- Realizará la misma tarea con el miembro superior izquierdo.

12 TOCAR LA DIANA A 45° CON EL LADO DERECHO CON MANO IZQUIERDA.



13 TOCAR LA DIANA A 45° CON EL LADO IZQUIERDO CON MANO DERECHA.



- El paciente iniciará en la posición inicial descrita en el punto 1
- El paciente estirará hacia adelante todo el brazo izquierdo, al mismo tiempo el hombro estará rotando 45 grados.
- El evaluador medirá 10 cm desde la punta de los dedos hasta la diana. (en caso de que el paciente no pueda elevar el brazo, a partir de la posición inicial se medirá 10 cm a 45 grados desde el hombro izquierdo hasta la diana).
- El paciente intentará tocar la diana con el hombro o punta de los dedos izquierdos, con la distancia y rotación ya mencionada.
- En caso de ser necesario, el paciente puede ayudarse con el brazo y mano izquierda.



GUÍA PARA REALIZAR LAS ACTIVIDADES DE LA ESCALA CLÍNICA DE CONTROL DE TRONCO

• Instrumento tomado de: González Pabito GM, Pérez Sangaballo AI, Quinzanos Fresnedo J. Validación de la valoración instrumentada de control de tronco presencial y remoto por medio de acelerómetros utilizando teléfonos inteligentes en población infantil con lesión medular del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra. [Ciudad de México, México.] Universidad Nacional Autónoma de México; 2022.

¿QUÉ NECESITAMOS PARA LA PRUEBA?

PARTICIPANTE



DIANA DE 25 CM DE DIAMETRO

CINTA METRICA

El colchón debe tener 50 cm de altura y un área de 2 x 2.5 m

FASE ESTÁTICA

1



CONTROL DE TRONCO ESTÁTICO

- La posición inicial es sentado en una cama, camilla o colchoneta, sin apoyo, con la rodilla doblada a 90 grados.
- La cama, camilla o colchoneta debe ser a la medida del paciente, los pies no deben colgar.
- El paciente puede mantener las manos sobre los muslos, manteniendo una postura lo más vertical posible.
- El paciente debe mantener la posición indicada durante 10 segundos, en caso necesario puede utilizar para el apoyo sus manos.

2 y 3



CRUZAR LA PIERNA DERECHA E IZQUIERDA

- El paciente debe mantener la posición anterior, a continuación cruzará la pierna derecha sobre la izquierda y mantendrá esta posición 10 segundos.
- A continuación, el paciente cruzará la pierna izquierda sobre la derecha manteniendo esta posición por 10 segundos.
- Se puede ayudar al paciente a cruzar una pierna sobre la otra, pero el paciente debe mantener por sí solo el equilibrio en esa posición 10 segundos con cada pierna.
- Si requiere utilizará las manos para mantener el equilibrio 10 segundos.

FASE DINÁMICA

4



TOCAR LOS PIES

- El paciente debe mantener la posición inicial descrita en el punto número 1, a continuación debe tocar la punta de los pies con las manos, y regresar nuevamente a la posición inicial.
- En caso de ser necesario realizará esta tarea con ayuda de los brazos.

5



ACOSTARSE Y REGRESAR A POSICIÓN INICIAL

- A partir de la posición inicial, el paciente se acostará sobre la cama, camilla o colchoneta y volverá a su posición inicial.
- En caso de ser necesario realizará esta tarea con ayuda de los brazos.

6 y 7



RODAR HACIA LADO DERECHO E IZQUIERDO

- El paciente iniciará esta tarea acostado boca arriba por completo sobre la cama, camilla o colchoneta.
- A continuación rodará su cuerpo hacia el lado derecho y volverá a acostarse boca arriba, puede utilizar los brazos para realizar el movimiento.
- El paciente ahora rodará el cuerpo hacia lado izquierdo, y regresará a la posición inicial.

* Instrumento tomado de: González Patiño GM, Pérez Sanjabal AI, Quinzanos Fresno J. Validación de la valoración instrumentada de control de tronco presencial y remota por medio de acelerometría utilizando teléfonos inteligentes en población infantil con lesión medular del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra. [Ciudad de México, México]; Universidad Nacional Autónoma de México; 2022.

Instructivo para el uso de la aplicación móvil

Evaluacion de Control de Tronco



1 Abrir la aplicación "SATCo/ECT" instalada en su celular.



2 Seleccione la opción de registrarse si es la primera vez que esta usando esta aplicación, de lo contrario pasar al número 5.



3 En nombre del usuario, deberá poner su nombre completo. Posteriormente en la casilla de abajo, seleccionar la opción de paciente.



4 Deberá registrarse con un correo electrónico y colocar una contraseña, la cual le permitira el acceso para esta aplicación. Le recomendamos que la contraseña sea personal y muy facil de recordar. Finalmente seleccione la opción de enviar.

5 Coloque su correo con el que registró su usuario y contraseña para acceder.



6 Coloque la cangurera deportiva en el tórax que se le otorgó para su participación, con el teléfono dentro de la funda, de manera que la pantalla se encuentre a la altura de la apofisis xifoides ajustando las correas y cerrando el broche.



7 Oprima en la parte superior derecha el botón para la opción ECT. Es importante que antes de realizar la prueba esté activada esta opción.





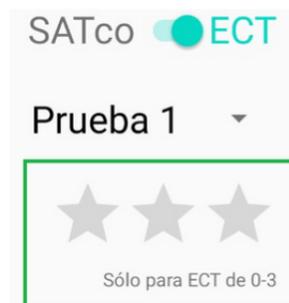
8

Debajo de la opción previamente seleccionada, se encuentra el número de prueba, (en total son 13 pruebas), la cual usted seleccionará manualmente según corresponda, por ejemplo: iniciamos con la prueba 1, terminando se selecciona el botón de prueba y se elegira la opción de prueba dos; una vez terminada seguirá la prueba número tres y así sucesivamente.



9

Las estrellas son la puntuación que se dará una vez terminada la prueba. Dependiendo del desempeño se colocaran las estrellas de la siguiente manera: 3 estrellas equivale a 2 puntos, 2 estrellas equivale a 1 punto, 1 estrella equivale a 0 puntos.



10

Para iniciar la prueba debe dar en el botón de "guardar", este empezará a registrar los datos obtenidos con el celular, una vez terminada la prueba debe calificar el desempeño del paciente y para terminar dar en la opción de "finalizar". Automáticamente se enviarán los datos y se seleccionara la siguiente prueba. Esto se realizará de forma sucesiva hasta terminar.



Escala Clínica de Control de Tronco (parte 1)

Ítem	Descripción de la tarea	Descripción de la puntuación	Puntuación		
Equilibrio estático					
1	Mantener la posición inicial durante 10 segundos	Cae	0	0	0
		Necesita soporte de miembros superiores	1	1	1
		La mantiene por 30 seg.	2	2	2
2	Se cruza un miembro pélvico derecho sobre el otro, por 10 segundos	Cae	0	0	0
		Necesita soporte de miembros superiores para mantener la posición	1	1	1
		La mantiene por 10 seg.	2	2	2
3	Misma prueba que 2 pero con miembro pélvico izquierdo , por 10 segundos	Cae	0	0	0
		Necesita soporte de miembros superiores	1	1	1
		La mantiene por 10 seg.	2	2	2
Equilibrio dinámico					
4	Tocar los pies	No lo realiza	0		
		Requiere apoyo con un miembro superior	1		
		Los toca ambas manos	2		
5	Acostarse en decúbito supino y volver a la posición inicial	No lo realiza	0		
		Requiere ayuda de los miembros superiores	1		
		Lo realiza sin ayuda	2		
6	Rodar del lado derecho	No lo realiza	0	0	0
		Lo realiza	1	1	1
7	Rodar del lado izquierdo	No lo realiza	0	0	0
		Lo realiza	1	1	1

Instrumento tomado de: Rico Camacho IP, Quinzaños Fresnedo J, Pérez Sanpablo AI. Tesis "Validación del uso de teléfonos inteligentes para la aplicación remota de la escala de control de tronco en individuos con lesión medular" para obtener grado de alta especialidad. [Ciudad de México]: Universidad Nacional Autónoma de México; 2021.

Escala Clínica de Control de Tronco (parte 2)

Equilibrio dinámico para la realización de actividades con los miembros superiores.

De la posición inicial uno de los miembros torácicos se mantiene con flexión de hombro 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.

8	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	0
				1
			Requiere apoyo del miembro contralateral	2
			Lo realiza sin apoyo	
9	Mismo que 8 con mano izquierda		No lo realiza	0
				1
			Requiere apoyo del miembro contralateral	2
			Lo realiza sin apoyo	
10	Colocar la diana a 45° a la derecha de la posición inicial y pedir que la toque con la mano derecha		No lo realiza	0
				1
			Requiere apoyo del miembro contralateral	2
			Lo realiza sin apoyo	
11	Mismo que 10 con diana lado izquierdo y mano izquierda		No lo realiza	0
				1
			Requiere apoyo del miembro contralateral	2
			Lo realiza sin apoyo	
12	Colocar la diana a 45° a la izquierda de la posición inicial y pedir que la toque con la mano derecha		No lo realiza	0
				1
			Requiere apoyo del miembro contralateral	2
			Lo realiza sin apoyo	
13	Mismo que 12 con diana lado derecho y mano izquierda		No lo realiza	0
				1
			Requiere apoyo del miembro contralateral	2
			Lo realiza sin apoyo	
			Puntuación total	

Instrumento tomado de: Rico Camacho IP, Quinzaños Fresnedo J, Pérez Sanpablo AI. Tesis "Validación del uso de teléfonos inteligentes para la aplicación remota de la escala de control de tronco en individuos con lesión medular" para obtener grado de alta especialidad. [Ciudad de México]: Universidad Nacional Autónoma de México; 2021.

Ciudad de México, a ____ de ____ de 20__

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título de la Investigación: *Validez y confiabilidad en la evaluación instrumentada del control de tronco, mediante el uso de teléfonos inteligentes, en pacientes con lesión medular del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.*

Número Registro INRLGII: 77/23

Nombre del Investigador Principal: Dr. Alberto Isaac Pérez Sanpablo.

Nombre de la persona que participará en la Investigación: _____

A través de este documento que forma parte del proceso para la obtención del consentimiento informado, me gustaría invitarlo a participar en la investigación titulada: Determinación de puntajes de referencia de la evaluación instrumentada del control de tronco, de manera presencial y remota, mediante el uso de teléfonos inteligentes en pacientes con lesión medular del Instituto Nacional de Rehabilitación.

Antes de decidir, necesita entender por qué se está realizando esta investigación y en qué consistirá su participación. Por favor tómese el tiempo que usted necesite, para leer la siguiente información cuidadosamente y pregunte cualquier cosa que no comprenda. Si usted lo desea puede consultar con personas de su confianza (familiar y/o médico tratante) sobre la presente investigación.

1. ¿Dónde se llevará a cabo esta investigación?

Esta investigación consta de dos fases. La primera, se llevará a cabo en las instalaciones del Instituto Nacional de Rehabilitación, Luis Guillermo Ibarra Ibarra, específicamente en el área de Terapia Física ubicado en la planta baja del área de Medicina de Rehabilitación y la segunda fase, se llevará a cabo de manera remota, desde su domicilio o localidad de residencia.

2. ¿Cuál es el objetivo de esta investigación?

Esta investigación tiene como objetivo utilizar un teléfono inteligente para saber cómo está funcionando el tronco (la parte central del cuerpo en donde está el pecho, el abdomen y la espalda) y qué habilidades de control tiene para lograr mantener el equilibrio, girar, inclinarse y moverse en diferentes direcciones.

3. ¿Por qué es importante esta investigación?

Formato aprobado en la sesión del mes de abril de 2019 en el Comité de Ética en Investigación.



1

Es importante porque estas mediciones nos permitirán conocer qué puede y qué no puede hacer la persona para realizar diferentes actividades de la vida, en las que se requiere mantener el equilibrio, girar, inclinarse y moverse en diferentes direcciones. Al conocer esas habilidades y limitaciones, nos permitiremos a los médicos establecer estrategias de tratamiento hacia esas áreas con la intención de lograr la mayor independencia funcional que cada paciente pueda obtener. Hay pacientes que, por diferentes circunstancias, no pueden acudir nuevamente al INR para seguir sus evaluaciones, por lo que estamos realizando esta evaluación con el uso de un teléfono inteligente pegado al pecho del paciente, a través de una aplicación móvil que registra sus movimientos; de esta manera las personas ya podrán ser evaluadas desde su casa.

4. ¿Por qué he sido invitado a participar en esta investigación?

Ha sido invitado a formar parte de esta investigación, porque cumple con las características enlistadas a continuación:

- Usted es paciente tratado en este INR.
- Tiene el diagnóstico de lesión medular.
- Su edad es mayor a 18 años.
- Cuenta con un teléfono inteligente Android versión 8.0 o superior con acceso a internet.

5. ¿Estoy obligado a participar?

Su participación es **voluntaria, anónima y confidencial**; no tiene que participar forzosamente. No habrá impacto negativo alguno si decide no participar en la investigación, y **no demeritará de ninguna manera la calidad de la atención** que reciba en el Instituto Nacional de Rehabilitación, Luis Guillermo Ibarra Ibarra, en término de sus derechos como paciente.

6. ¿En qué consistirá mi participación y cuánto durará?

Si usted se encuentra hospitalizado:

Primera fase (En el hospital)

1. Contar con un teléfono inteligente Android versión 8.0 o superior con acceso a internet y asegurar que la batería del móvil se encuentre cargada.
2. El médico le proporcionará una guía con las instrucciones para descargar la aplicación móvil y le proporcionará la ayuda necesaria.
3. El médico le dará una guía con las actividades que usted deberá realizar para la evaluación del control del tronco y le explicará con detalle la forma más segura de realizar las actividades.
4. Para la evaluación del control del tronco el médico introducirá el celular con la aplicación móvil en una bolsa deportiva tipo cangurera, después se lo pondrá en la parte anterior del

Formato aprobado en la sesión del mes de abril de 2019 en el Comité de Ética en Investigación.



2

tórax y lo ajustará, a continuación, se le indicará que realice las actividades de la guía. Esta evaluación será una vez a la semana hasta que salga del hospital.

5. El médico le dirá la fecha y hora en la que lo contactará.

Si usted es paciente de la consulta externa:

Primera fase (El día de su consulta)

1. Contar con un teléfono inteligente Android versión 8.0 o superior con acceso a internet y asegurar que la batería del móvil se encuentre cargada.
2. El médico le proporcionará una guía con las instrucciones para descargar la aplicación móvil y le proporcionará la ayuda necesaria.
3. El médico le dará una guía con las actividades que usted deberá realizar para la evaluación del control del tronco y además le explicará la forma más segura de realizar las actividades.
4. Para la evaluación del control del tronco el médico introducirá el celular con la aplicación móvil en una bolsa deportiva tipo cangurera, después se lo pondrá en la parte anterior del tórax y lo ajustará, a continuación, se le indicará que realice las actividades de la guía. Esta evaluación será una sola vez.
5. El médico le dirá la fecha y hora en la que lo contactará.

Segunda fase (Esta será desde su casa)

1. El médico lo (a) contactará a través de una videollamada en la fecha establecida.
2. En todo momento deberá estar acompañado por un familiar.
3. Usted introducirá el celular con la aplicación móvil en una bolsa deportiva tipo cangurera, después se lo pondrá en la parte anterior del tórax y lo ajustará, y posteriormente realizará las actividades de la guía que el médico le enseñó. Esta evaluación será una sola vez.
4. Esta evaluación será a la semana, al mes, y a los 3, 6 y 12 meses.

El tiempo estimado de la evaluación son 10 minutos.

Si está de acuerdo en participar, le pediremos que escriba su nombre y firme el formato de Consentimiento Informado al final del mismo.

7. ¿Cuáles son los posibles beneficios de formar parte de esta investigación?

Su participación genera información del puntaje obtenido en la evaluación del control de su tronco, por lo que le dará una evaluación adicional a su seguimiento, sin que esto afecte las evaluaciones y tratamiento de su médico tratante por la consulta externa del INRLGIL.

Formato aprobado en la sesión del mes de abril de 2019 en el Comité de Ética en Investigación.



3

La información que se genere a partir de esta investigación podrá ser útil para otros los pacientes con lesión medular que quieren para lograr este tipo de evaluación vía remota, sobre todo a aquellos que, por dificultad en el acceso a los servicios de salud, su proceso de rehabilitación se ve afectado.

8. ¿Existe alguna alternativa que pueda proporcionarme mayor beneficio de lo que me propone esta investigación?

La medida estándar que utilizamos actualmente es la prueba de la escala clínica del control de tronco, la cual realizamos de manera presencial en pacientes hospitalizados.

9. ¿Cuáles son los posibles riesgos de formar parte de esta investigación?

Hasta el momento no se ha identificado ningún riesgo durante este tipo de evaluación, se espera que, de seguir las recomendaciones indicadas, no se generé alguno. Sin embargo, se sugiere que en la evaluación remota cuente con un familiar cercano para evitar lesiones por caídas.

10. ¿Tendrá alguna molestia durante y/o después de mi participación?

Las actividades generadas en la evaluación del control de tronco están dirigidas a realizar movimientos controlados, de manera que se eviten las lesiones físicas agregadas a las que se podrían proporcionar después de realizar cualquier otra actividad física.

11. ¿Recibiré alguna compensación por mi participación?

No ofrecemos ningún tipo de compensación económica.

12. ¿Tendrá algún costo para mí participar en ésta investigación?

Se le informa que participar en esta investigación no le genera gastos adicionales que usted tenga que pagar.

Es importante comentarle que los gastos y/o cuotas que se generen como paciente del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, que no tengan ninguna relación con la presente investigación, deberán ser pagados por usted.

13. Una vez que acepte participar ¿es posible retirarme de la investigación?

Se le informa que usted tiene el derecho de retirarse, en cualquier momento y sin necesidad de dar explicación del por qué ha decidido dejar de participar en la presente investigación; esto no afectará la calidad de la atención y tratamiento que como paciente le otorga el Instituto Nacional de Rehabilitación, Luis Guillermo Ibarra Ibarra. Le agradeceríamos únicamente que hiciera saber de esa decisión a cualquier miembro del equipo investigador.

Formato aprobado en la sesión del mes de abril de 2019 en el Comité de Ética en Investigación.



14. ¿En qué casos se me puede suspender de la investigación?

En el caso en que usted retire su consentimiento para participar en el estudio.

Tener pruebas o valoraciones incompletas.

Presentar alguna comorbilidad o condición médica que impida llevar a cabo la prueba, por ejemplo:

- Alguna enfermedad del corazón que le impida realizar esfuerzo físico leve a moderado.
- Vértigo o mareo que no se controle a pesar de tratamiento.
- Enfermedades del cerebro que no le permitan a usted tomar decisiones y seguir las indicaciones médicas.
- Tener problemas en los huesos y articulaciones que impidan llevar a cabo las actividades de la prueba.

15. ¿Qué sucede cuando la investigación termina?

Los resultados, de manera anónima, podrán ser publicados en revistas de investigación científica o podrán ser presentados en congresos.

Es posible que sus datos no personales y/o información médica puedan ser usados para otros proyectos de investigación relacionados, previa revisión y aprobación por los Comités de Investigación y de Ética en Investigación de este INRLGIH.

16. ¿A quién puedo dirigirme si tengo alguna complicación, preocupación o problema relacionado con la investigación?

Cualquier duda, preocupación o queja acerca de algún aspecto de la investigación o de la forma en que ha sido tratado durante el transcurso de esta, por favor contacte a los investigadores principales:

Dr. Alberto Isaac Pérez Sanpablo.

Tel. y extensión: 5559991000 Ext 19707
albperezimr@gmail.com

Dra. Jimena Quinzaños Fresnedo jquinzaños@inr.gob.mx

Tel. y extensión: 5559991000 Ext 13401.

Aclaraciones:

- a) Esta investigación ha sido revisada y aprobada por el Comité de Investigación y Comité de Ética en Investigación del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, que son independientes al grupo de investigadores, para proteger sus intereses.

Formato aprobado en la sesión del mes de abril de 2019 en el Comité de Ética en Investigación.



- b) Su decisión de participar en la presente investigación es **completamente voluntaria**.
- c) En el transcurso de la investigación, usted podrá solicitar información actualizada sobre la misma, al investigador responsable.
- d) La información obtenida en esta investigación, utilizada para la identificación de cada participante será mantenida con estricta confidencialidad, conforme a la normatividad vigente.
- e) Se le garantiza que usted recibirá respuesta a cualquier pregunta, duda o aclaración acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios u otros asuntos relacionados con la presente investigación.
- f) Se hace de su conocimiento que existe la disponibilidad de tratamiento médico y la indemnización a que legalmente tendría derecho por parte del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, solamente en el caso de sufrir daños directamente causados por la investigación.
- g) Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado.
- h) Se le comunica que esta Carta de Consentimiento Informado se elabora y firma en dos ejemplares originales, se le entregará un original y el otro lo conservará el investigador principal.

FIRMA DE CONSENTIMIENTO

A _____ de _____ del 20 _____.

Yo, _____, manifiesto que fui informado (a) del propósito, procedimientos y tiempo de participación y en pleno uso de mis facultades, es mi voluntad participar en esta investigación titulada: Validez y confiabilidad en la evaluación instrumentada del control de tronco, mediante el uso de teléfonos inteligentes, en pacientes con lesión medular del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

No omito manifestar que he sido informado(a) de manera clara, precisa y ampliamente, respecto de los procedimientos que implica esta investigación, así como de los riesgos a los que estaré expuesto ya que dicho procedimiento es considerado de bajo riesgo.

He leído y comprendido la información anterior, y todas mis preguntas han sido respondidas de manera clara y a mi entera satisfacción, por parte de _____.

NOMBRE Y FIRMA DEL PARTICIPANTE
PADRE/TUTOR O REPRESENTANTE LEGAL

DR. EN C. ALBERTO ISAAC PÉREZ SANPABLO
INVESTIGADOR PRINCIPAL

TESTIGOS

NOMBRE Y FIRMA
PARENTESCO
DOMICILIO

NOMBRE Y FIRMA
PARENTESCO
DOMICILIO

Nota: Los datos personales contenidos en la presente Carta de Consentimiento Informado, serán protegidos conforme a lo dispuesto en las Leyes Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública, General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados y demás normatividad aplicable en la materia.

