



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
SECRETARÍA DE SALUD**

**INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA**

ESPECIALIDAD EN: MEDICINA DE REHABILITACIÓN

**“VALORACIÓN ISOCINÉTICA DEL TRONCO MEDIANTE
EL EQUIPO CON-TREX EN SUJETOS SANOS EN EL
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN”**

T E S I S

**PARA OBTENER EL DIPLOMA DE:
MEDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA DE REHABILITACIÓN**

P R E S E N T A:

DRA. MARIANA ALANIS CABRERA

ASESOR:

M. en C. TANIA INES NAVA BRINGAS

CIUDAD DE MÉXICO

FEBRERO DEL 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DRA. MATILDE L. ENRIQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA DE EDUCACION EN SALUD

DRA. XOCHQUETZAL HERNANDEZ LOPEZ
SUBDIRECTORA DE EDUCACIÓN MÉDICA

DR. ALBERTO UGALDE REYES RETANA
JEFE DE SERVICIO DE EDUCACIÓN MÉDICA

DR LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA
PROFESOR TITULAR

DRA. TANIA INES NAVA BRINGAS
ASESOR CLINICO

DR. SAÚL LEÓN RENAN HERNÁNDEZ
ASESOR METODOLÓGICO

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, a su Facultad de Medicina, al Instituto Nacional de Rehabilitación, a su División de Rehabilitación Ortopédica (Servicio de Columna)

CONTENIDO

I.	RESUMEN -----	6
II.	ABSTRACT -----	7
III.	ANTECEDENTES -----	8
IV.	JUSTIFICACIÓN -----	10
V.	HIPOTESIS -----	10
VI.	OBJETIVO GENERAL -----	11
VII.	OBJETIVOS ESPECIFICOS -----	11
VIII.	METODOLOGÍA -----	11
IX.	ANALISIS ESTADÍSTICO -----	15
X.	RESULTADOS -----	15
XI.	DISCUSIÓN -----	16
XII.	CONCLUSIÓN -----	19
XIII.	ANEXOS -----	20
XIV.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS -----	32

I. RESUMEN

TÍTULO: Valoración isocinética del tronco mediante el equipo CON-TREX en sujetos sanos en el Instituto Nacional de Rehabilitación.

INTRODUCCIÓN: En la columna lumbar la cuantificación de la fuerza provee uno de los componentes de la capacidad funcional del individuo y se utiliza para la evaluación clínica y la planeación terapéutica. El examen muscular manual tradicionalmente usado, tiene una gran variabilidad inter e intraobservador, lo que nos obliga a buscar métodos más precisos. La evaluación muscular mediante isocinesia ha demostrado ser fiable y reproducible; para ser usada como herramienta clínica cotidiana, es necesaria la creación de un conjunto de valores de referencia en individuos sanos, que permita posteriormente evaluar a pacientes con discapacidad secundaria a patologías de la columna vertebral.

OBJETIVO GENERAL: Establecer los valores normales obtenidos mediante valoración isocinética del tronco en el equipo CON-TREX en sujetos sanos en el Instituto Nacional de Rehabilitación.

MATERIAL Y MÉTODOS: Estudio transversal en 60 individuos sanos, de ambos sexos con rango de edad de 20 a 50 años, estratificando por intervalos de 10 años. Se ejecutó una prueba isocinética del tronco en el equipo CON-TREX, con valoraciones concéntricas/excéntricas a una velocidad angular de 40 grados/seg y pruebas concéntricas/concéntricas a una velocidad angular de 60 grados/seg, con un arco total de movimiento de 20° y ejecutando 4 repeticiones por prueba. Se extrajeron valores de pico de torque (par máximo), par promedio, trabajo total y potencia para su análisis.

RESULTADOS: Se incluyeron 63 sujetos sanos, (33 mujeres y 30 hombres), de nacionalidad mexicana. Prueba a 40 grados de velocidad en hombres: Pico de torque concéntrico para flexores de tronco de 191.8 ± 42.4 N y excéntrico de 228.7 ± 46.6 N. Extensores con pico de torque concéntrico de 267.2 ± 56.5 N y excéntrico de 282.6 ± 54.4 N. Para mujeres en la misma prueba: Pico de torque concéntrico para flexores de tronco de 96 ± 26.4 N y excéntrico de 116.4 ± 29.1 N. Extensores con pico de torque concéntrico de 116.4 ± 29.1 N y excéntrico de 177.6 ± 43 N. Prueba a 60 grados de velocidad (solo evaluaciones concéntricas) en hombres: Pico de torque para flexores de tronco de 221.8 ± 45.4 N y extensores de 227.6 ± 62.5 N. Para mujeres en la misma prueba: Pico de torque para flexores de tronco de N y extensores de 125.3 ± 40.7 Nm. El análisis por grupos de edad (20-29, 30-39, 40-50) mostró disminución de la fuerza a edades superiores primordialmente, sin importar el sexo.

CONCLUSION: Se obtuvieron los valores promedio en sujetos sanos mediante la aplicación de un protocolo con arco corto a velocidades bajas, logrando obtener esfuerzos máximos en todos los sujetos. Estos resultados servirán como referencia inicial para comparar a nuestra población con patologías de columna lumbar.

II. ABSRTACT

TITLE: Isokinetic evaluation of the trunk using the CON-TREX dynamometric system in healthy subjects at the National Institute of Rehabilitation.

INTRODUCTION: In the lumbar spine the quantification of force provides one of the components of the functional capacity of the individual and is used for clinical evaluation and therapy planning. The manual muscle testing traditionally used, has a large inter- and intra-observer variability, forcing us to seek more precise methods. Isokinetic muscle evaluation has proven to be reliable and reproducible; to be used as a routine clinical tool, creating a set of reference values in healthy individuals, allowing subsequently evaluate patients with disabilities secondary to pathologies of the spine.

GENERAL OBJECTIVE: To establish normal values obtained by isokinetic evaluation using the CON-TREX dynamometric system in healthy subjects at the National Institute of Rehabilitation.

MATERIAL AND METHODS: Cross-sectional study in 60 healthy subjects of both sexes with age range of 20 to 50 years, stratifying by intervals of 10 years. A isokinetic test trunk was executed on the CON-TREX dynamometric system, with concentric/eccentric exercise, at an angular velocity of 40 degrees/sec and concentric/concentric at an angular velocity of 60 degrees/sec, with a total range of motion of 20°, and running 4 replicates per test. Peak torque values (maximum torque), average torque, total work and power were removed for analysis.

RESULTS: 63 healthy subjects (33 women and 30 men) of Mexican nationality were included. 40 degrees speed test in men: Concentric peak torque for trunk flexors 191.8 ± 42.4 N and eccentric 228.7 ± 46.6 N. Extensors with concentric peak torque of 267.2 ± 56.5 N and eccentric 282.6 ± 54.4 N. For women in the same test: concentric peak torque for trunk flexors 96 ± 26.4 N and eccentric 116.4 ± 29.1 N. Extensors with concentric peak torque of 116.4 ± 29.1 N and eccentric 177.6 ± 43 N. 60 degrees test speed (concentric assessments only) in men: Peak torque for trunk flexors 221.8 ± 45.4 N and extensors 227.6 ± 62.5 N. For women in the same test: Peak torque for trunk flexors and extensors 125.3 N \pm 40.7 Nm. The analysis by age groups (20-29, 30-39, 40-50) showed decreased strength primarily to higher ages, regardless of gender.

CONCLUSION: The mean values were obtained in healthy subjects by applying a protocol with low-speed short arc, achieving maximum efforts in all subjects. These results serve as initial reference to compare our population with lumbar spine pathologies

III. ANTECEDENTES

La función muscular es importante para la vida diaria y la supervivencia. En la columna vertebral, la evaluación de la fuerza proporciona uno de los componentes de la capacidad funcional del individuo y se utiliza para la evaluación clínica y la planeación terapéutica.¹

La cuantificación de la fuerza muscular ha sido objeto de investigación durante decenios, esto debido a que los métodos tradicionales de evaluación presentan gran variabilidad inter e intraobservador, reportando que diferencias de fuerza inferiores al 25% son indetectables mediante el examen manual muscular.²

Inicialmente se desarrollaron técnicas isométricas para medir la fuerza estática objetivamente³; en 1967 James Perrine idea un método para medir la fuerza muscular dinámica o isocinética.⁴

En la evaluación isocinética la velocidad de acortamiento o alargamiento muscular, así como la velocidad angular del segmento evaluado, están predeterminados y se mantienen constantes mediante un dispositivo conocido como dinamómetro isocinético.⁵

Esta modalidad de evaluación presenta varias ventajas, dentro de las que cabe resaltar: evaluación de esfuerzos máximos en diferentes modalidades y velocidades; uso de rangos de movimiento de seguridad predeterminados por el operador; evaluación aislada de los músculos de interés; resultados que presentan mejor correlación clínica funcional en comparación con los valores obtenidos de manera estática por dinamómetros isométricos.

Son muchos los resultados que pueden ser extraídos de una prueba isocinética, como el pico de torque (par máximo), el ángulo máximo de torque, la potencia, el trabajo, el rango de movilidad articular, la relación de los músculos agonistas y antagonistas, el tiempo de aceleración, la velocidad de motilidad recíproca, el índice de fatiga y la resistencia. De todos estos parámetros, el pico de torque es el más útil para evaluar la fuerza muscular y su medición se recomienda para propósitos clínicos y de investigación por su mayor fiabilidad.¹

Los resultados obtenidos mediante isocinesia se consideran fiables y reproducibles, con coeficientes de correlación entre 0,93 y 0,99 para los valores de la fuerza y entre 0,91 y 0,96 para los valores totales del trabajo.⁶

En el caso de la columna vertebral, las pruebas isocinéticas previas han resultado ser seguras⁷, confiables⁸ y sensibles para identificar alteraciones en la fuerza muscular⁹. Esto es importante debido a la evidencia existente de la fuerte relación entre fuerza muscular y discapacidad^{10,11}, se ha demostrado que la fuerza muscular y la movilidad funcional declina con la edad en personas sanas;

en un estudio realizado por Samson y cols¹¹ se observó que las mujeres presentan un decremento acelerado en la fuerza muscular a partir de los 55 años, en los hombres se mostró un decremento mas gradual entre los 55 a 80 años.

Los valores de referencia en sujetos sanos, permiten realizar comparaciones con los resultados obtenidos en pacientes con enfermedades musculo-esqueléticas, y con estos, tener una evaluación fiable y/o dar seguimiento a los tratamientos establecidos.

Estudios previos han proporcionado tablas de valores de referencia muy variables, debido en parte a que se han sido realizados con distintos equipos y en diferentes parámetros de ejecución (velocidad, rango de movimiento, tipo de contracción).¹²

Es necesario generar valores de referencia en individuos sanos que sean representativos de la población donde serán utilizados, y que se adapten al tipo de pruebas a realizar y equipos disponibles.

También es recomendable que los resultados sean diferenciados por género y edad, ya que la fuerza isocinética máxima varía considerando dichos parámetros; en hombres se reportan esfuerzos máximos 1.5 a 2 veces superiores a los obtenidos en mujeres, y para ambos sexos, la fuerza tiende a disminuir con los años.^{13,14,15}

En los protocolos de evaluación isocinética en columna, las velocidades usadas han sido muy variables con rangos desde 15°/seg hasta 180°/seg. Langrana reporta que los esfuerzos obtenidos en velocidades bajas (entre 30 y 60°/seg) son similares.⁹ Por otro lado, los arcos de movimiento usados son en promedio de 50-70°.¹⁶

En nuestra población se han hecho tablas de valores de referencia previamente. En 2005, Berumen y cols¹⁷ reportaron los resultados de 73 sujetos sanos de entre 20 y 40 años de edad, usando un equipo marca CYBEX y evaluando únicamente pruebas concéntricas a velocidades angulares de 60, 90 y 120°/seg, con arco total de movimiento de 80 grados.

En este estudio se recomienda extender la evaluación a velocidades bajas (entre los rangos de 40 y 60°/seg); los reportes no incluyeron pruebas excéntricas (debido a que el modelo del equipo no permitía dichas evaluaciones) y no se diferenciaron por grupos etarios para la mujeres, aparentemente por no encontrar diferencias estadísticamente significativas.

En 2001, Dvir propone un protocolo de evaluación isocinética para columna en un arco corto de 20 grados, utilizando el equipo Kin-Com 500H®, con las

ventajas de evaluación de esfuerzos máximos a velocidades bajas, incluyendo pruebas concéntricas y excéntricas, con menor posibilidad de lesiones y mejor discriminación de evaluación de esfuerzos máximos vs submáximos.¹⁸

El protocolo se ejecutó con buenos parámetros de reproducibilidad y confiabilidad en 17 mujeres de entre 20 a 59 años, y 18 hombres de entre 19 a 65 años, pero concluyendo la necesidad de confirmar sus valores, sin estudios posteriores a la fecha.¹⁸

En el servicio se han realizado algunas pruebas con este protocolo sin presentar al momento ningún incidente, sin embargo no contamos con valores de referencia para su utilización como estándar dentro de la evaluación clínica cotidiana.

IV. JUSTIFICACIÓN

La evaluación de la capacidad muscular es relevante tanto para fines clínicos como para investigación.^{19,20}

La utilización de dinamómetros isocinéticos proporciona una forma objetiva de cuantificación de la capacidad muscular, pero los datos reportados a la fecha presentan gran variabilidad dependientes de los equipos utilizados, protocolos ejecutados y población puesta a prueba.

Consideramos relevante contar con valores de referencia representativos de población sana en México, que permitirá complementar las evaluaciones clínicas cotidianas en sujetos con patología lumbar, y que a diferencia de estudios previos, se adapten a la tecnología actual, incrementando los grupos de edad evaluados y las modalidades de evaluación concéntricas y excéntricas.

Al momento contamos con la infraestructura técnica y capacitación de personal requeridos en nuestra institución para la ejecución de dicho estudio y sus resultados serán trascendentes para aplicaciones posteriores en clínica e investigación.

V. HIPÓTESIS

Considerando que los grupos de edad que se pretenden evaluar en el presente estudio son similares a los evaluados en la literatura reportada, esperamos encontrar valores similares a los obtenidos en el protocolo de Berumen y cols en cuanto a los promedios de fuerza, trabajo total a velocidades de 60 grados en las valoraciones concéntricas; y de igual manera valores similares en las pruebas excéntricas en comparación al estudio de Dvir, en velocidades de 40 grados.

VI. OBJETIVO GENERAL

Establecer los valores normales obtenidos mediante valoración isocinética del tronco en el equipo CON-TREX en sujetos sanos en el Instituto Nacional de Rehabilitación

VII. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer los valores de pico de torque (par máximo), promedio de la fuerza, (par promedio), trabajo y potencia, tomando en cuenta el género y la edad, mediante valoración isocinética del tronco en el equipo CON-TREX en sujetos sanos en el Instituto Nacional de Rehabilitación.
- Correlacionar los valores obtenidos de la fuerza (pico y promedio de la fuerza) con variables como edad y sexo.
- Comparar dichos resultados con la literatura disponible
- Reportar los valores REC obtenidos mediante la comparación de pruebas concéntricas y excéntricas para evaluar la sinceridad del esfuerzo realizado por los sujetos.

VIII. METODOLOGÍA

- a) TIPO DE ESTUDIO: Transversal
- b) UNIVERSO DE TRABAJO: Individuos sanos, mexicanos.
- c) CRITERIOS DE SELECCIÓN
 1. Criterios de inclusión
 - i. Sujetos sanos de entre 20 a 50 años, de ambos sexos.
 - ii. Que acepten participar mediante consentimiento informado.
 2. Criterios de eliminación
 - i. Evaluaciones incompletas.
 - ii. Coeficientes de varianza superiores al 20%
 3. Criterios de exclusión
 - i. Antecedente de dolor lumbar crónico (episodios superiores a 3 meses de duración).
 - ii. Cirugías previas de columna.
 - iii. Diabetes Mellitus
 - iv. Hipertensión arterial o cardiopatías.
 - v. Portadores de Enfermedades reumáticas.

vi. Deformidades o limitaciones articulares que impidan la ejecución de la prueba.

d) TAMAÑO DE LA MUESTRA. Se realizó un pilotaje de 30 sujetos estratificados en grupo etario y sexo para realizar cálculos de potencia estadística en base a los resultados del par máximo de las pruebas, con lo cual se recalculo el tamaño de muestra total requerido considerándolo en un mínimo de 60 sujetos para obtener 80% de potencia estadística.

e) PROCEDIMIENTO

Se invitó mediante una convocatoria abierta a la población a participar en el estudio. A los interesados se les aplicó un cuestionario en el que se recolectaron los datos generales del individuo, incluyendo aquellos que nos permitió incluir o excluir al sujeto en el estudio, y se procedió a la firma del consentimiento informado en aquellos que cumplieron con los criterios. Todas las evaluaciones fueron realizadas por la Dra. Mariana Alanís Cabrera, médico residente de tercer grado de Medicina de Rehabilitación, bajo la supervisión de la Dra. Tania Nava Bringas, médico jefe de servicio de Rehabilitación de Columna, quien previamente recibió capacitación y certificación para el uso de este equipo.

La prueba se ejecutó con el equipo CON-TREX con adaptador TP para pruebas de tronco y consistió en las siguientes etapas:

1. Calentamiento gentil aeróbico mediante caminata previo a la prueba.
2. Posicionamiento del sujeto en bipedestación con estabilizadores en miembros pélvicos, pelvis y en cintura escapular, verificando la correcta alineación sagital y coronal de la persona en el equipo, con un eje rotacional a nivel de L5. El arco total de prueba fue de 20 grados, según lo recomendado por Dvir en 2001. (10 grados de flexión y 10 de extensión).
3. En posición y sujeción correcta se ejecutó una serie de movilidad pasiva continua con 10 repeticiones a 40 grados de velocidad angular, con el fin de familiarizar al sujeto con el arco de movimiento y realizar algunas contracciones submáximas.
4. Posteriormente se realizaron las series de evaluación isocinética como a continuación se describen, y con tiempos de reposo entre serie de 30 segundos:
 - ✓ 1 serie a 40 grados de velocidad angular de 4 repeticiones para evaluación tanto concéntrica como excéntrica de musculatura flexora.

- ✓ 1 serie a 40 grados de velocidad angular de 4 repeticiones para evaluación tanto concéntrica como excéntrica de musculatura extensora.
 - ✓ 1 serie a 60 grados de velocidad angular de 4 repeticiones para evaluación concéntrica/concéntrica de la musculatura extensora y flexora.
5. Los datos obtenidos fueron guardados para su recopilación posterior y análisis en una base de datos al término del estudio.

f) DESCRIPCIÓN DE VARIABLES DE ESTUDIO

1. **Pico de torque (par máximo, o pico de momento)**: Indica el valor más alto del momento de fuerza registrado durante el test.²¹
2. **Promedio de la fuerza (promedio del momento, par promedio)**: La fuerza desarrollada por el grupo muscular multiplicada por la distancia existente desde el eje de rotación al eje de aplicación de la fuerza. Este momento de fuerza vendrá registrado para cada ángulo de ROM y gráficamente viene representado por una curva en función del tiempo (curva del momento de fuerza o curva MAP).²¹
3. **Trabajo**: Es la fuerza ejercida por la distancia del desplazamiento. Es la energía gastada por el grupo muscular evaluado para la ejecución de un momento. Gráficamente se objetiva como el área bajo la curva del momento.²²
4. **Potencia**: Es el trabajo producido por el tiempo empleado.²²

VARIABLE	UNIDADES	TIPO DE VARIABLE
Edad	Años	Cuantitativa continua
Sexo	Femenino/Masculino	Nominal
Peso	Kilogramos	Cuantitativa continua
Talla	Metros	Cuantitativa continua
Índice de Masa corporal	Kilogramos/Metros ²	Cuantitativa continua
Lugar de Nacimiento	Estado de la República	Nominal
Promedio de la fuerza	Newton/metro	Cuantitativa continua
Pico de torque	Newton	Cuantitativa continua
Trabajo	Julios	Cuantitativa continua
Potencia	Watts	Cuantitativa continua

IX. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó verificación de distribución muestral mediante la aplicación de la prueba Kolmogorov-Smirnov. Posteriormente se extrajeron datos mediante aplicación de pruebas t de Student para generar curvas de distribución y extracción de los valores promedio normales y Desviación Estándar para cada grupo etario, divididos por sexo. También se realizaron correlaciones lineales (Pearson) para análisis de comportamiento de los valores obtenidos en la prueba isocinética en relación al sexo, edad y somatometría.

X. RESULTADOS

Se incluyeron 63 sujetos sanos, (33 mujeres y 30 hombres). Los resultados sobre edad, peso, talla e IMC se muestran en la tabla 1.

Todos los valores mostraron una distribución normal demostrada mediante la aplicación de la prueba K-S, excepto los relacionados a la edad para el grupo de las mujeres en los cuales se obtuvo una Z de 1.77 ($p = 0.004$). En el gráfico 1 se muestra la distribución de la edad de las mujeres.

En cuanto al lugar de origen de los sujetos estudiados, el mayor porcentaje fue del área metropolitana con un total de 57% (58% mujeres y 56% hombres) y el resto fue de sujetos del interior de la república. La descripción detallada de la ciudad o estado de origen se muestra en la gráfica 2.

Las medias de los valores relacionados a la fuerza, trabajo y potencia a 40 grados de velocidad se muestran en las tablas 2 y 3 diferenciado para mujeres y hombres de todas las edades respectivamente.

En las tablas 4 y 5 se muestran los valores estudiados a 60 grados de velocidad angular en ejercicio concéntrico / concéntrico para músculos flexores y extensores del tronco para hombres y mujeres respectivamente.

Se obtuvieron además los valores de las variables antes mencionadas por subgrupo de edad para mujeres y para hombres, a 40 grados de velocidad angular en ejercicio concéntrico y excéntrico los cuales se muestran en las tablas 6 y 7, al igual que a 60 grados de velocidad angular en ejercicio concéntrico mostrándolos en las tablas 8 y 9.

Los medias obtenidas de las variables principales (fuerza, trabajo, potencia) no presentaron diferencias significativas relacionadas al origen de los sujetos para el grupo de mujeres; sin embargo para los hombres, las medias de fuerza y potencia de los músculos extensores del tronco en las pruebas a 60 grados de velocidad mostraron diferencias significativas, con puntajes más altos para los

originarios del área metropolitana vs los provenientes del interior de la república (Tabla 10)

Observamos también que la edad influye negativamente en las variables de estudio.

En el grupo de mujeres algunos parámetros tienden a disminuir, primordialmente para la musculatura extensora, obteniendo diferencias significativas por las pruebas de correlación, aunque la fuerza de la correlación es baja (Tabla 11).

En los hombres esta tendencia es mas evidente donde se observan claras diferencias en los resultados de la musculatura extensora del tronco, notando correlaciones con mayor fuerza y diferencias significativas por las pruebas de correlación (Tabla 12).

En la tabla 13 se resume el análisis de la sinceridad del esfuerzo o valores REC, los cuales permiten determinar que el esfuerzo realizado por los sujetos fueron máximos.

XI. DISCUSIÓN

En el presente estudio se extrajeron los valores promedio de 63 individuos sanos, de la población mexicana, dentro del grupo de edad de 20 a 50 años, obteniendo buena tolerancia del protocolo propuesto por Dvir en 2001, y extendiendo el análisis por grupos de edad realizado en 2005 por Hitler y cols, quienes únicamente incluyeron sujetos hasta los 39 años de edad y sin ejecutar pruebas excéntricas.

En el estudio de Dvir en sujetos sanos de Australia, se reportan solo los promedios de fuerza de extensores del tronco, y en comparación con sus resultados, encontramos valores inferiores en las pruebas excéntricas en la población mexicana, que pueden analizarse de manera mas detallada al ver las tablas por distribución etaria y los valores de fuerza de los músculos flexores del tronco, que en el caso del estudio de Dvir no se tomó en consideración.

En cuanto a los valores obtenidos en el estudio de Berumen, reportamos de igual modo, valores promedio inferiores en ambos sexos; en el sexo femenino las diferencias fueron casi del doble reportado previamente (par promedio de flexores de 106.8 Nm vs 203.87 Nm del estudio citado y para extensores 119 Nm vs 234.53Nm). En el sexo masculino esta diferencia fue menor (Par promedio de flexores 213.5 Nm vs 283.57 Nm y para extensores de 196.9 Nm vs 360.46 Nm). Estas diferencias se mantienen al realizar el análisis por grupos de edad.

La explicación probable a estos datos es la reducción del arco total de movimiento incluido en el presente estudio, que por primera vez se utilizó en esta institución, y que previamente no había sido comparado en la literatura.

Dvir también reporta que la fuerza de los extensores del tronco representa para las mujeres un 62% de la fuerza con respecto a la de los hombres, mientras que

estudios previos se reportan esfuerzos máximos de 1.5 a 2 veces superiores que de las mujeres.^{13,14,15}

Nosotros coincidimos con los hallazgos de Dvir, reportando que las mujeres presentan valores pico y promedios de fuerza de un 60 a 63% con respecto a la de los hombres, sin importar la modalidad evaluada (concéntrico/excéntrico)

Los parámetros antropométricos no influyeron en los valores de fuerza, trabajo o potencia, coincidiendo con la literatura previa.¹⁷

Es sabido que la edad influye de manera negativa sobre la fuerza de la musculatura extensora,¹⁴ nosotros corroboramos dichos hallazgos.

Lindle y cols estudiaron el pico de torque de la musculatura extensora de la rodilla en una población de 20 a 93 años de ambos sexos, concluyendo que tanto los hombres como las mujeres presentan una disminución de la fuerza isométrica y concéntrica relacionada con la edad a partir de la cuarta década de la vida de un ~8-10% por década, tanto en hombres como en mujeres. La pérdida de la fuerza excéntrica es aproximadamente la misma para hombres y mujeres, pero las mujeres inician el declive, al menos, una década más tarde.¹⁴

Otros autores han concluido que la fuerza concéntrica tiende a tener un pico a los 20 y 30 años, manteniendo una meseta hasta los 50 años de edad en hombres y después disminuye un ~12-15% por década.²³⁻²⁶

Los resultados del presente estudio muestran diferencias intersexo en cuanto al cambio del pico de torque de la musculatura extensora del tronco, presentando una disminución del ~5% por década (tanto concéntrica como excéntrica) en la población femenina; en los hombres la caída de dichos valores fue mayor, de entre 6.5% a 9.4% de los 20 a 30 años y de ~20% de la 4ta a la 5ta década.

Considerando el lugar de nacimiento de los sujetos incluidos, no encontramos diferencias para las mujeres, pero los hombres mostraron valores mayores en los sujetos del área metropolitana, sin embargo el tamaño de la muestra por región es muy pequeña, lo que nos obliga a corroborar estos resultados en estudios posteriores, para determinar si los valores obtenidos pueden ser aplicados a toda la población o deben generarse tablas según en origen de la población.

En 1996 Dvir²⁷ realiza un estudio de ejercicio isocinético para la musculatura extensora de la rodilla en sujetos sanos, para determinar la capacidad de discriminación para el esfuerzo máximo del submáximo. Los resultados indicaron que ni la variabilidad absoluta (desviación estándar) ni la variabilidad relativa (coeficiente de varianza) pueden distinguir adecuadamente dichos esfuerzos. Posteriormente propone un nuevo protocolo calculando las relaciones de la contracción concéntrica con la excéntrica y reportando buenos resultados para comprobar las diferencias entre esfuerzos máximos o submáximos.²⁸

El ratio de la fuerza Excéntrica-Concéntrica (REC), se obtiene dividiendo los

valores obtenidos de ambas pruebas para el mismo grupo muscular y según Dvir, los esfuerzos submáximos pueden ser detectados cuando los valores REC son superiores a 2 (comprobado solo a 60 grados). Otros estudios indican que el REC máximo tiene valores de entre 1.2 a 1.5 a velocidades mayores de 30°/seg.^{29,30}

En el presente estudio los valores obtenidos del ratio E/C del pico de torque en la musculatura del tronco fueron de 1.06 y 1.1 en los extensores para hombres y mujeres respectivamente, lo que nos indica que el esfuerzo fue realizado de manera máxima.

También se sugiere el cálculo del "DEC", el cual resulta de la diferencia del ratio REC de una velocidad mayor menos una velocidad menor. Dvir²⁸ propone utilizar como velocidad alta los 60°/seg y baja los 20°/seg, sin embargo estos datos no han sido replicados en más estudios para recomendarse de manera regular. En el presente estudio no se realizó el cálculo de esta cifra ya que las velocidades altas utilizadas (a 60 grados), no son bien tolerados por el paciente en pruebas excéntricas e incrementan el riesgo de lesión.

Ridao y cols estudiaron la discordancia entre la clínica y las pruebas complementarias en la patología de la columna lumbar, analizando la sinceridad del esfuerzo en la realización de la prueba isocinética, los parámetros utilizados en su estudio fueron REC a velocidad de 10°/s; REC a velocidad de 40°/s y el DEC. Consideraron indicadores de esfuerzo submáximo los REC >2 y DEC >0,95 en hombres y >1,02 en mujeres.³¹

No pudimos corroborar estos datos, ya que las pruebas excéntricas únicamente se realizaron a 40°/seg.

En cuanto a los valores obtenidos para la musculatura flexora del tronco a una velocidad de 40°/s permiten establecer un precedente como base para ser considerados en estudios posteriores, ya que en estudios reportados no se toman en consideración.

Por otro lado, también pueden analizarse las relaciones entre grupos agonistas y antagonistas. Beimborn³² describe que los ratios agonista/antagonista de la musculatura del tronco son de 1.3 aproximadamente.¹²

Lee y cols investigaron si la debilidad muscular era un factor de riesgo para el dolor lumbar, en su protocolo se utilizó 60°/seg de velocidad angular, en flexión, extensión y rotaciones y concluyen que el ratio del pico de torque de E/F en su grupo control (sujetos sanos) fue de 1.23 +/- 0.28 y de 1.00 +/- 0.16 para hombres y mujeres respectivamente y para los sujetos de estudio (dolor lumbar) valores mucho menores.

En contraste con estos resultados, reportamos ratios E/F del pico de torque a 40°/seg fueron de 1.56 (Excéntrico) 1.74 (Concéntrico) en mujeres y de 1.26 (Excéntrico) 1.44 (Concéntrico) en hombres, sin embargo a 60°/seg nuestros

resultados se asemejan al estudio de Lee y cols obteniendo un ratio de 1.14 en mujeres y de 1.04 en hombres.

Con este estudio pudimos extender valoraciones previas incluyendo nuevos protocolos de evaluación y extendiendo las modalidades de prueba con respeto al estudio de Berumen y cols, además esto nos permitió identificar que todas las pruebas fueron realizadas de forma máxima e incluir sujetos hasta los 50 años de edad, previamente no contemplados.

Estos valores nos permitirán hacer evaluaciones de diagnóstico, evolución y tratamiento. Sin embargo es necesario ampliar la muestra para cada subgrupo de edad para corroborar los hallazgos presentados y utilizarlos de manera rutinaria en la evaluación clínica de sujetos con discapacidad y dolor asociado a problemas lumbares.

XII. CONCLUSIONES

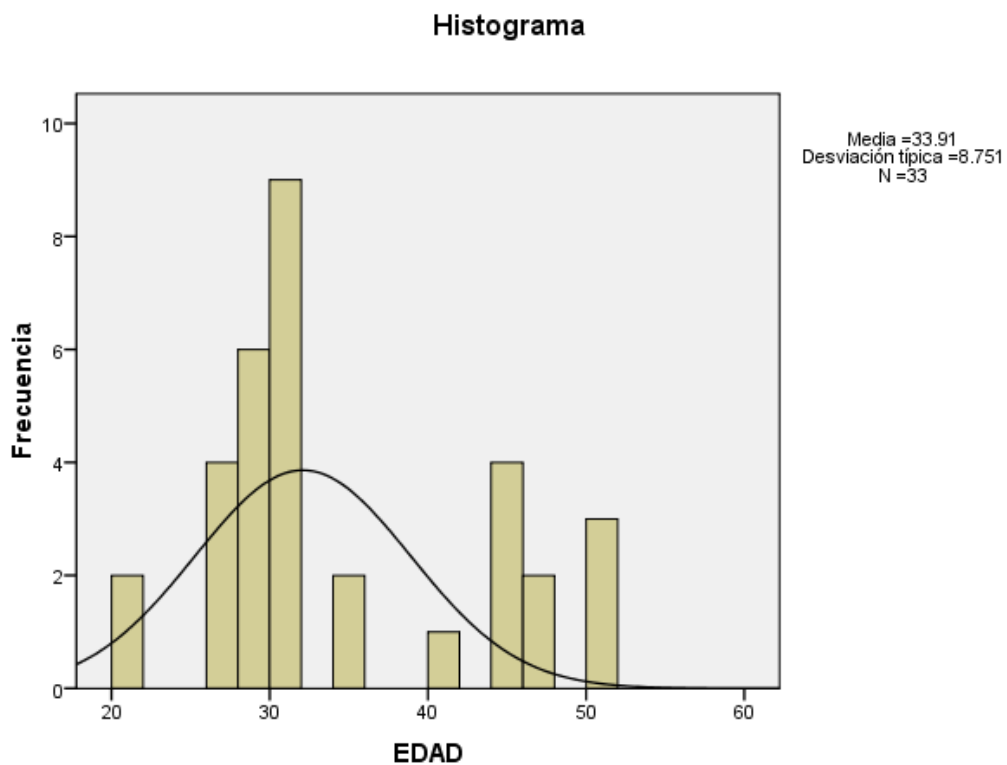
Los resultados aquí reportados proporcionan un panorama general de los valores normales de fuerza, trabajo y potencia en población sana, necesarios como referencia para poder evaluar la repercusión de la patología de la columna lumbar, funcionalidad y seguimiento evolutivo.

XIII. ANEXOS

Tabla 1. Datos antropométricos para el grupo femenino y masculino

VARIABLES	Sexo	Mínimo	Máximo	Media
Edad (años)	Mujeres (n 33)	21	50	33.91 ± 8.7
	Hombres (n 30)	21	48	33.53 ± 8.4
Peso (Kgs)	Mujeres (n 33)	47	76	57.77 ± 6.6
	Hombres (n 30)	53	95	74.53 ± 10.6
Talla (mts)	Mujeres (n 33)	1.49	1.73	1.59 ± 0.058
	Hombres (n 30)	1.50	1.87	1.72 ± 0.07
IMC (kg/mts ²)	Mujeres (n 33)	18.4	29.7	22.67 ± 2.6
	Hombres (n 30)	18.3	30.5	24.97 ± 3.08

Gráfica 1. Distribución de edad para el grupo de mujeres



Gráfica 2. Lugar de origen para mujeres y hombres

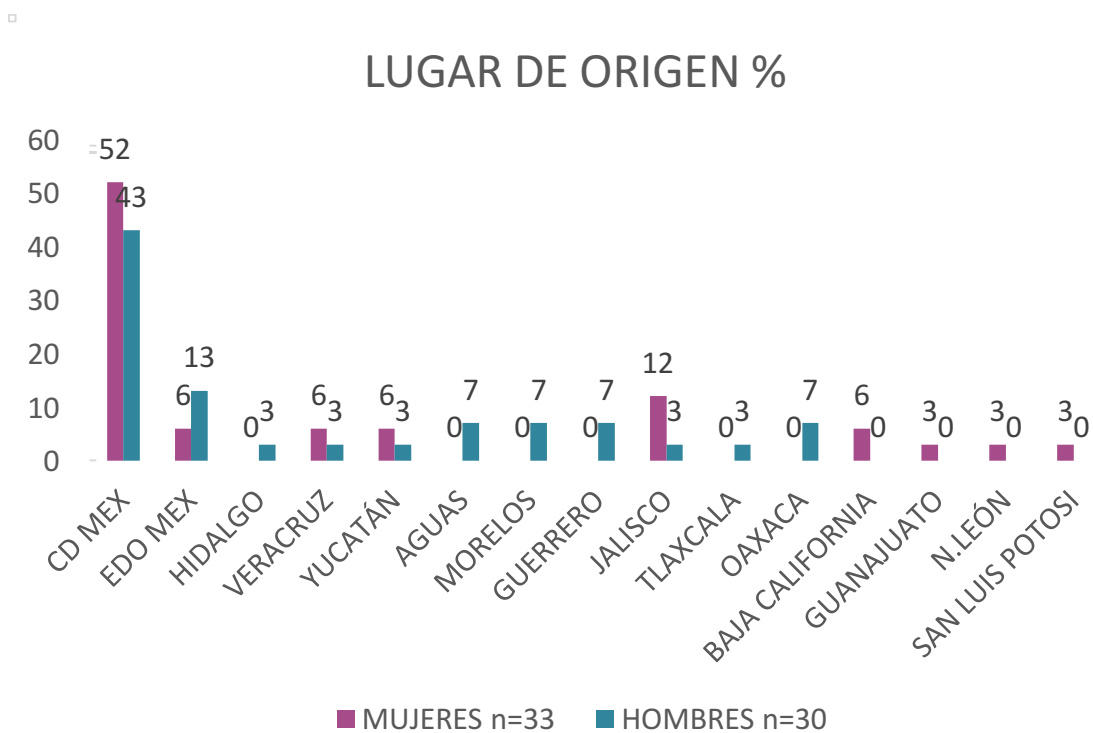


Tabla 2. Resultados de fuerza, trabajo y potencia a 40 grados para el grupo de mujeres (n=33)

MUJERES 40 grados		Mínimo	Máximo	Media
Pico de torque flexores (N)	Concéntrico	55	170	96 ± 26.4
	Excéntrico	72	190	116.4 ± 29.1
Pico de torque extensores (N)	Concéntrico	85	274	164.1 ± 44
	Excéntrico	99	284	177.6 ± 43
RATIO F/E	Concéntrico	0.98	2.89	1.74 ± 0.39
	Excéntrico	0.88	2.44	1.56 ± 0.33
Promedio de la fuerza flexores (N/m)	Concéntrico	49	160	89 ± 24.8
	Excéntrico	63	184	108.8 ± 28.2
Promedio de la fuerza extensores (N/m)	Concéntrico	69	272	154.2 ± 44.8
	Excéntrico	87	277	168.1 ± 44.5
RATIO F/E	Concéntrico	0.82	2.92	1.76 ± 0.40
	Excéntrico	0.89	2.65	1.57 ± 0.36

Trabajo flexores (J)	Concéntrico	23	174	78.4 ± 27.9
	Excéntrico	29	206	119.6 ± 35.8
Trabajo extensores (J)	Concéntrico	27	258	131.8 ± 50.5
	Excéntrico	32	340	182.5 ± 61.1
Potencia flexores (W)	Concéntrico	26	104	45.5 ± 15.8
	Excéntrico	36	123	74.6 ± 20.7
Potencia extensores (W)	Concéntrico	35	139	76.3 ± 23.9
	Excéntrico	64	195	114.9 ± 31

Tabla 3. Resultados de fuerza, trabajo y potencia a 40 grados para el grupo de hombres (n=30)

HOMBRES 40 grados		Mínimo	Máximo	Media
Pico de torque flexores (N)	Concéntrico	116	262	191.8 ± 42.4
	Excéntrico	139	315	228.7 ± 46.6
Pico de torque extensores (N)	Concéntrico	150	372	267.2 ± 56.5
	Excéntrico	163	367	282.6 ± 54.4
RATIO F/E	Concéntrico	0.88	2.32	1.44 ± 0.36
	Excéntrico	0.81	2.01	1.26 ± 0.28
Promedio de la fuerza flexores (N/m)	Concéntrico	107	232	178.3 ± 39.8
	Excéntrico	126	290	209.4 ± 44.9
Promedio de la fuerza extensores (N/m)	Concéntrico	136	350	250.8 ± 51.4
	Excéntrico	151	358	265.1 ± 53.4
RATIO F/E	Concéntrico	0.83	2.43	1.46 ± 0.38
	Excéntrico	0.80	2.14	1.30 ± 0.30
Trabajo flexores (J)	Concéntrico	76	262	172.3 ± 54.3
	Excéntrico	142	352	248.4 ± 59.8
Trabajo extensores (J)	Concéntrico	70	331	224.8 ± 57.2
	Excéntrico	154	409	293.3 ± 64.1
Potencia flexores (W)	Concéntrico	58	157	99.9 ± 29.7
	Excéntrico	84	196	151.5 ± 31.2
Potencia extensores (W)	Concéntrico	50	260	134.5 ± 42.9
	Excéntrico	111	247	185.7 ± 37.6

Tabla 4. Resultados de fuerza, trabajo y potencia a 60 grados para el grupo de mujeres (n=33)

MUJERES 60 grados		Mínimo	Máximo	Media
Pico de torque (N)	Flexores	64	213	112.5 ± 31.9
	Extensores	10	225	125.3 ± 40.7
RATIO	F/E	0.09	1.77	1.14 ± 0.34
Promedio de la fuerza (N/m)	Flexores	55	195	106.8 ± 30
	Extensores	61	217	119.3 ± 33.4
RATIO	F/E	0.57	1.74	1.14 ± 0.29
Trabajo (J)	Flexores	25	247	115 ± 40.5
	Extensores	26	313	132.8 ± 53.7
Potencia (W)	Flexores	36	137	81.1 ± 22.5
	Extensores	40	192	98.1 ± 32

Tabla 5. Resultados de fuerza, trabajo y potencia a 60 grados para el grupo de hombres (n=30)

HOMBRES 60 grados		Mínimo	Máximo	Media
Pico de torque (N)	Flexores	125	303	221.8 ± 45.4
	Extensores	117	348	227.6 ± 62.5
RATIO	F/E	0.57	2.09	1.04 ± 0.31
Promedio de la fuerza (N/m)	Flexores	121	285	213.5 ± 42.9
	Extensores	47	316	196.9 ± 70.4
RATIO	F/E	0.19	2.14	0.95 ± 0.38
Trabajo (J)	Flexores	141	312	231.9 ± 52.5
	Extensores	120	351	227.8 ± 68.2
Potencia (W)	Flexores	102	241	173.1 ± 41
	Extensores	91	280	180.8 ± 57.3

Tabla 6. Tabla de mujeres por subgrupo de edad para pico de torque, promedio de fuerza, trabajo y potencia a 40 grados de velocidad angular (N=33)

MUJERES		20 a 29 años (N=12)	30 a 39 años (N=11)	40 a 50 años (N=10)
Pico de torque 40 grados concéntrico (N)	Flexores	95.1 ± 20.7	101.3 ± 36	91.3 ± 21.3
	Extensores	171.7 ± 43.6	164.2 ± 48.5	154.7 ± 41.9
Ratio Agonista/Antagonista		1.82 ± 0.42	1.67 ± 0.31	1.73 ± 0.47
Pico de torque 40 grados excéntrico (N)	Flexores	114.8 ± 24.5	124.3 ± 38.4	109.6 ± 22.7
	Extensores	186.7 ± 41.6	176.3 ± 47.9	168.1 ± 41.2
Ratio Agonista/Antagonista		1.65 ± 0.35	1.45 ± 0.27	1.56 ± 0.38
Promedio de fuerza 40 grados concéntrico (N/m)	Flexores	88.1 ± 19.2	94 ± 33.8	84.6 ± 20.5
	Extensores	162 ± 44.3	156.4 ± 50.8	142.5 ± 40.2
Ratio Agonista/Antagonista		1.85 ± 0.42	1.70 ± 0.28	1.73 ± 0.50
Promedio de fuerza 40 grados excéntrico (N/m)	Flexores	106.4 ± 22.2	117 ± 37.8	102.5 ± 22.7
	Extensores	177.9 ± 41.3	170.2 ± 49	154.1 ± 44.1
Ratio Agonista/Antagonista		1.69 ± 0.33	1.49 ± 0.27	1.53 ± 0.47
Trabajo 40 grados concéntrico (J)	Flexores	86.3 ± 17.8	79.7 ± 34.6	67.5 ± 28.9
	Extensores	149 ± 43.2	135.4 ± 52.4	107.1 ± 51.3
Trabajo 40 grados excéntrico (J)	Flexores	123.2 ± 31	129 ± 38.5	105 ± 37.1
	Extensores	201.6 ± 59.5	179 ± 58	163.4 ± 65.5
Potencia 40 grados concéntrico (W)	Flexores	48.7 ± 10.2	45.6 ± 21.7	41.5 ± 14.4
	Extensores	80.9 ± 22	77.8 ± 26.8	69.1 ± 23.6
Potencia 40 grados excéntrico (W)	Flexores	73.4 ± 18.4	80.6 ± 27.7	69.5 ± 13.8
	Extensores	122.6 ± 30.4	110.2 ± 34.8	111 ± 28.5

Tabla 7. Tabla de hombres por subgrupo de edad para pico de torque, promedio de fuerza, trabajo y potencia a 40 grados de velocidad angular. (N=30)

HOMBRES		20 a 29 años (N=10)	30 a 39 años (N=10)	40 a 50 años (N=10)
Pico de torque 40 grados concéntrico (N)	Flexores	199.5 ± 42.7	192.5 ± 40.6	183.3 ± 46.5
	Extensores	306.1 ± 44	277.3 ± 48.6	218.3 ± 39.3
Ratio Agonista/Antagonista		1.59 ± 0.38	1.49 ± 0.34	1.24 ± 0.31
Pico de torque 40 grados excéntrico (N)	Flexores	239.7 ± 51.6	230.4 ± 43.9	216 ± 45.8
	Extensores	316.3 ± 40.9	295.6 ± 41.5	235.9 ± 47.8
Ratio Agonista/Antagonista		1.37 ± 0.32	1.31 ± 0.22	1.11 ± 0.24
Promedio de fuerza 40 grados concéntrico (N/m)	Flexores	181.5 ± 36.3	182.4 ± 39.6	170.9 ± 46.2
	Extensores	282.2 ± 37.6	260.4 ± 48	209.8 ± 41.6
Ratio Agonista/Antagonista		1.61 ± 0.40	1.48 ± 0.37	1.28 ± 0.34
Promedio de fuerza 40 grados excéntrico (N/m)	Flexores	220.1 ± 46.8	213.4 ± 46.7	194.8 ± 41.9
	Extensores	300.4 ± 41.1	274.4 ± 42.9	220.4 ± 44.3
Ratio Agonista/Antagonista		1.41 ± 0.34	1.32 ± 0.27	1.16 ± 0.27
Trabajo 40 grados concéntrico (J)	Flexores	166.2 ± 49.5	186.8 ± 39.1	163 ± 72
	Extensores	253.4 ± 29	245.4 ± 49	175.6 ± 57
Trabajo 40 grados excéntrico (J)	Flexores	254.4 ± 54.5	256 ± 60.6	234.6 ± 67.5
	Extensores	332.7 ± 39.2	305.5 ± 53.8	241.6 ± 62.8
Potencia 40 grados concéntrico (W)	Flexores	99.9 ± 32	106.4 ± 24.9	163 ± 72
	Extensores	156.9 ± 38.2	144.1 ± 44.9	102.3 ± 25.5
Potencia 40 grados excéntrico (W)	Flexores	157.5 ± 31.9	152.8 ± 30.2	144.2 ± 33.1
	Extensores	210.4 ± 25.6	194.9 ± 26	151.7 ± 34.4

Tabla 8. Mujeres por subgrupo de edad para pico de torque, promedio de fuerza, trabajo y potencia a 60 grados de velocidad angular. (N=33)

MUJERES		20 a 29 años (N=12)	30 a 39 años (N=11)	40 a 50 años (N=10)
Pico de torque 60 grados concéntrico (N)	Flexores	117.7 ± 27.8	117.7 ± 44.2	100.4 ± 16.5
	Extensores	138.5 ± 49.6	125 ± 35	109.9 ± 31.9
Ratio Agonista/Antagonista		1.20 ± 0.42	1.12 ± 0.32	1.09 ± 0.26
Promedio de fuerza 60 grados concéntrico (N/m)	Flexores	112.2 ± 25.5	111.5 ± 41.6	95.4 ± 16.3
	Extensores	138.5 ± 30.6	113.1 ± 32.5	103.1 ± 28.9
Ratio Agonista/Antagonista		1.26 ± 0.25	1.08 ± 0.36	1.08 ± 0.23
Trabajo a 60 grados concéntrico (J)	Flexores	121 ± 27.1	125.4 ± 55.3	96.3 ± 31.1
	Extensores	152.4 ± 38.5	137.8 ± 66	103.7 ± 46
Potencia a 60 grados concéntrico (W)	Flexores	89.8 ± 21	78.6 ± 27.7	73.5 ± 15.7
	Extensores	119.7 ± 28.6	89.5 ± 22.1	81.5 ± 32.7

Tabla 9. Hombres por subgrupo de edad para pico de torque, promedio de fuerza, trabajo y potencia a 60 grados de velocidad angular. (N=30)

HOMBRES		20 a 29 años (N=10)	30 a 39 años (N=10)	40 a 50 años (N=10)
Pico de torque 60 grados concéntrico (N)	Flexores	236.9 ± 55.3	218.6 ± 33.4	209.9 ± 45.4
	Extensores	260.3 ± 45	237.6 ± 61.5	184.9 ± 58.9
Ratio Agonista/Antagonista		1.16 ± 0.37	1.09 ± 0.26	0.89 ± 0.24
Promedio de fuerza 60 grados concéntrico (N/m)	Flexores	225.9 ± 51.2	212.3 ± 33.3	202.4 ± 43.4
	Extensores	243.5 ± 37.8	225 ± 55.8	122.3 ± 44.4
Ratio Agonista/Antagonista		1.14 ± 0.39	1.07 ± 0.25	0.65 ± 0.31
Trabajo a 60 grados concéntrico (J)	Flexores	250.3 ± 51.2	233.2 ± 44.9	212.2 ± 58.8
	Extensores	265.4 ± 53.4	251.1 ± 56.6	166.87 ± 51.3

Potencia a 60 grados concéntrico (W)	Flexores	191.9 ± 40	170 ± 34.2	157.5 ± 44.5
	Extensores	216 ± 42.4	195.4 ± 54.9	131 ± 37.7

Tabla 10. Diferencias observadas en el grupo de varones según el origen de la poblacional.

VARIABLE	Metropolitana	Interior	p
Pico de torque	246.98 +/- 69.8	202.38 +/- 41.5	0.03
Trabajo	246.65 +/- 76.3	203.17 +/- 48.06	0.06
Potencia	197.52 +/- 63.49	159.01 +/- 40.8	0.05

*Las diferencias representadas solo fueron para el grupo de músculos extensores de columna y para la prueba a 60 grados de velocidad, el resto de los resultados no mostraron diferencias significativas.

Tabla 11. Correlación de Pearson para el grupo de mujeres

MUJERES	Trabajo flexor concéntrico a 40°	Trabajo extensor concéntrico a 40°	Pico de torque extensor a 60°	Promedio de la fuerza extensor a 60°	Trabajo extensor a 60°	Potencia extensor a 60°
Correlación de Pearson	-0.335	-0.351	-0.309	-0.402	-0.387	-0.467
Sig. (bilateral)	0.057	0.045	0.080	0.020	0.026	0.006

Tabla 12. Correlación de Pearson para el grupo de hombres

HOMBRES		Pico de torque	Ratio F/E	Promedio de la fuerza	Ratio F/E	Trabajo	Potencia
Extensor Concéntrico a 40°	Correlación de Pearson	-0.623	-0.434	-0.581	-0.391	-0.576	-0.491
	Sig. (bilateral)	.000	0.017	0.001	0.033	0.001	0.006
Extensor Excéntrico a 40°	Correlación de Pearson	-0.562	-0.415	-0.595	-0.389	-0.582	-0.600
	Sig. (bilateral)	0.001	0.022	0.001	0.033	0.001	0.000

HOMBRES Extensores a 60°	Promedio de la fuerza	Ratio F/E	Trabajo	Potencia
Correlación de Pearson	-0.703	-0.564	-0.564	-0.570
Sig. (bilateral)	0.000	0.001	0.001	0.001

Tabla 13. Análisis de la sinceridad del esfuerzo

Valores REC (índice excéntrico/concéntrico)		Media
RELACION E/C DE FLEXORES	HOMBRES	1.18
	MUJERES	1.23
RELACION E/C DE EXTENSORES	HOMBRES	1.06
	MUJERES	1.10

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del Proyecto: “Valoración isocinética del tronco mediante el equipo CON-TREX en sujetos sanos en el Instituto Nacional de Rehabilitación”

Investigador principal: Dra. Tania Inés Nava Bringas.

Servicio o Departamento: Rehabilitación de Columna del Instituto Nacional de Rehabilitación.

Este formulario de consentimiento puede contener algunas palabras que usted probablemente no entienda. Por favor pida explicación a la persona que le hace entrega del mismo si tiene cualquier duda sobre el contenido.

Antes de tomar la decisión de participar en la investigación lea cuidadosamente este formulario de consentimiento y discuta cualquier inquietud que usted tenga con el investigador.

La participación en este estudio es voluntaria y usted podrá retirar su consentimiento a participar en cualquier momento si así lo desea. 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.

Objetivo y justificación del estudio: Esta es una investigación médica que tiene por objetivo establecer los valores normales de la fuerza de los músculos del tronco (espalda y abdomen) mediante el equipo de valoración isocinética llamado CON-TREX en sujetos sanos en el Instituto Nacional de Rehabilitación. La justificación de realizar esta investigación es que al momento no contamos con una base de datos que nos proporcionen los valores normales de la fuerza de estos músculos, para posteriormente poder compararlos con personas que padecen enfermedades de la columna vertebral, lo cual nos permitirá realizar un mejor diagnóstico y proponer tratamientos específicos para corregir alteraciones en los músculos.

Su participación: Acudirá a una cita para esta investigación, en donde se realizará lo siguiente: Primero se tomarán datos personales sobre edad, sexo, talla y peso. Se corroborará que no padezca de enfermedades o dolor crónico para poder realizar la prueba. Igualmente se verificará que su presión arterial se encuentra en rangos normales. En caso de reportar alguna situación que impida su participación (diabetes, hipertensión arterial, enfermedades articulares crónicas o dolor en el momento de la evaluación), no podrá ser incluido en el estudio y se le orientará para el manejo de las enfermedades o alteraciones halladas. Posteriormente se realizará la prueba de fuerza para los músculos flexores y extensores del tronco (abdomen y espalda), en el equipo especial isocinético (CON-TREX) que permite realizar fuerza muscular a una velocidad constante, con la máxima resistencia que la persona pueda ejecutar, siempre adaptándose a su capacidad física. Es una prueba segura, confiable y con pocos efectos secundarios descritos. Esta prueba se realiza de manera rutinaria desde hace ya varios años en diferentes hospitales incluyendo el Instituto Nacional de Rehabilitación, y se ha utilizado incluso en pacientes con enfermedades de columna, sin presentar al momento ninguna lesión o daño por la prueba.

Posibles beneficios: Conocer los resultados de la prueba le permitirá, de manera general, conocer la fuerza de tronco (abdomen y espalda) y en caso necesario, se le orientará sobre cómo mejorar su condición general en base a los mismos resultados.

Posibles riesgos, molestias o complicaciones: En algunos casos es posible que la persona, posteriormente presente malestar o dolor muscular o fatiga, de manera temporal y autolimitada, lo cual es el resultado de la prueba de fuerza, y es similar a los experimentados con cualquier tipo de ejercicio.

En caso de que presente síntomas que ameriten de valoración médica, derivados de la prueba realizada como los descritos previamente, la Dra. Tania Inés Nava Bringas, Jefe de servicio de Rehabilitación de Columna, se encargará de darle indicaciones y manejo definitivo.

En caso de que requiera atención derivada de los riesgos o molestias presentados de manera directamente asociada a la realización de esta investigación usted tendrá disponibilidad de tratamiento médico e indemnización por parte del INR

Confidencialidad: La información obtenida en este estudio de investigación será considerada como información privilegiada y se documentará anónimamente. Los datos serán resguardados y están disponibles solamente a los investigadores que conducen el estudio.

El uso de la información a nivel nacional o internacional sólo tiene propósitos científicos y su identidad así como la información proporcionada por usted no podrá ser revelada. Para cumplir con este propósito se le asignará una clave de identificación, la cual será manejada anónimamente y con las condiciones éticas del caso.

Por otro lado se le informa que no se le hará entrega de ningún resultado, ni podrá por ninguna causa utilizar los estudios, interpretaciones, ni ninguna otra información contenida y/o derivada del presente protocolo de investigación.

Tratamiento médico de emergencia: En caso de que durante la investigación usted sufra una lesión que no se encuentre relacionada con los procedimientos realizados como parte de la investigación, el Instituto Nacional de Rehabilitación no le reembolsará gastos médicos. En tal caso, por favor notifique al investigador a cargo.

Contacto: Si tiene alguna pregunta acerca del estudio, los procedimientos o experimenta efectos negativos como resultado de su participación en el estudio, puede comunicarse con: **Dra. Tania Inés Nava Bringas, área de Rehabilitación de Columna consultorio 29. Tels. 5999 1000 ext. 13124 Email: tanianava@gmail.com Instituto Nacional de Rehabilitación; Dra. Mariana Alanis Cabrera, área de Rehabilitación de Columna, Tels. 5999 1000 ext. 13124 email: mariana.alanis.cabrera@gmail.com.**

CONSENTIMIENTO: *Se extiende este documento por duplicado*

He leído la presente información. He recibido una copia de este formato. Estoy de acuerdo en participar en este estudio.

El médico ha contestado de forma satisfactoria a mis preguntas e inquietudes y sé que mi participación es anónima, confidencial y voluntaria, que todos los datos serán utilizados solo para investigación y que serán utilizados para propósitos científicos y de enseñanza, siempre conservando la confidencialidad. Acepto que no habrá remuneración alguna por el uso y publicación de los mismos. Que cualquier eventualidad relacionada con el protocolo de investigación será atendida por el INR.

Por lo tanto, por mi propio derecho, en pleno uso de mis facultades y por mi libre decisión, acepto ser parte del protocolo de investigación arriba mencionado con números de registro _____ otorgando la más amplia autorización que conforme a derecho corresponde, a efecto de que el personal de la jefatura de Rehabilitación de Columna del Instituto Nacional de Rehabilitación realice la prueba antes descrita.

Yo _____ nacido(a) en _____ fui informado(a) del propósito y tiempo de mi participación en el proyecto “Valoración isocinética de tronco mediante el equipo CON-TREX en sujetos sanos en el Instituto Nacional de Rehabilitación”, por la Dra. Tania Inés Nava Bringas.

Conté con suficiente tiempo para decidir participar en el estudio. Entiendo todas las explicaciones proporcionadas a mi persona. Es de mi conocimiento que puedo preguntar al médico e investigadores las dudas futuras.

Acepto participar en este estudio, pero manifiesto mi derecho de poder cancelar en cualquier momento mi participación en el mismo.

Acepto los términos de confidencialidad del estudio y estoy de acuerdo en la recolección de la información para ser empelada con propósitos científicos.

Yo informé al (la) sr(a) _____ con la mayor claridad posible sobre el estudio. Considero que él (ella) pudo comprender claramente los términos de su participación en el proyecto.

México D. F. a _____ de _____ del _____

PARTICIPANTE: Nombre y firma.

TESTIGO 1: Nombre y firma. Dirección. Indicar relación con participante.

TESTIGO 2: Nombre y firma. Dirección. Indicar relación con participante.

Tania Inés Nava Bringas. CE: 5419133 Investigador Responsable
Dra. Mariana Alanis Cabrera. Investigador Asociado

XIV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Díaz-Gutiérrez L, Albarrán-Gómez U, Gómez-Soto V. Evaluación funcional e isocinética en pacientes con lumbalgia mecanopostural. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación* 2006; 18: 55-60
2. Perrin D. *Isokinetic exercise and Assessment*. Universidad de Virginia, edit. Bellaterra, 1993: 17-39.
3. Asmussen, E. Heebøll-Nielsen, K. Isometric muscle strength of adult men and women. *Ergonomics* 1962; 5(1): 167-169.
4. Hislop HJ, Perrine JJ. The isokinetic concept of exercise. *PhysTher* 1967 Feb;47(2):114-7
5. Kisner C, Colby L. *Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques*. 5th ed. Philadelphia: F.A. Davis Company; 2007.
6. Bernard JC, Boudokhane S, Pujol A, Chaléat-Valayer E, Le Blay G, Deceuninck J. Isokinetic trunk muscle performance in pre-teens and teens with and without back pain. *Ann Phys Rehabil Med* 2014 Feb; 57(1): 38–54
7. denHartog D, Eker HH, Tuinebreijer WE, Kleinrensink GJ, Stam HJ, Lange JF. Isokinetic strength of the trunk flexor muscles after surgical repair for incisional hernia. *Hernia* 2010;14(3):243–7.
8. Hupli M, Sainio P, Hurri H, Alaranta H. Comparison of trunk strength measurements between two different isokinetic devices used at clinical settings. *J Spinal Disord* 1997;10(5):391–7.
9. Langrana NA, Lee CK, Alexander H, Mayutt CW. Quantitative assessment of back strength using isokinetic testing. *Spine* 1984; 9(3): 287-290.
10. Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol* 1994; 49: M85-94
11. Samson MM, Meeuwse IB, Crowe A, Dessens JA, Duursma SA, Verhaar HJ. Relationships between physical performance measures, age, height and body weight in healthy adults. *Age Ageing* 2000 May; 29(3): 235–242.
12. Beimborn DS, Morrissey MC. A Review of the Literature related to trunk muscle performance. *Spine* 1988; 13(6): 665-660.
13. Musselman K, Brouwer B. Gender-related differences in physical performance among seniors. *J Aging PhysAct* 2005; 13(3):239–253.
14. Lindle RS, Metter EJ, Lynch NA, Fleg JL, Fozard JL, Tobin J, et al. Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr. *J ApplPhysiol* 1997; 83(5): 1581–1587.
15. Danneskiold-Samsoe B, Bartels EM, Bulow PM, Lund H, Stockmarr A, Holm CC, et al. Isokinetic and isometric muscle strength in a healthy population with special reference to age and gender. *ActaPhysiol (Oxf)* 2009 Oct;197 Suppl. 673:1–68
16. Hayes MA, Howard TC, Gruel CR, Kopta JA. Roentgenographic evaluation of lumbar spine flexion-extension in asymptomatic individuals. *Spine* 1989;14(3): 327-331.
17. Berumen HR, Coronado R, Chávez D, Diez MP, León SR, Martínez E. Valoración isocinética del tronco en sujetos asintomáticos del Centro Nacional de Rehabilitación. *Acta OrtopMex* 2005;19(2):49-55.
18. Dvir Z, Keating J. Reproducibility and validity of a new test protocol for measuring isokinetic trunk extension strength. *ClinBiomech (Bristol, Avon)*. 2001 Aug;16(7):627-30
19. Iwai K, Nakazato K, Irie K, Fujimoto H, Nakajima H. Trunk muscle strength and disability level of low back pain in collegiate wrestlers. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36(8): 1296–300.
20. Yahia A, Jribi S, Ghroubi S, Elleuch M, Baklouti S, Habib EM. Evaluation of the posture and muscular strength of the trunk and inferior members of patients with chronic lumbar pain. *Joint Bone Spine* 2011 May; 78(3): 291–297.
21. Jiménez FH, Díaz JG, Montes JV. Técnicas instrumentales de diagnóstico y evaluación en rehabilitación. *Dinamometría isocinética. Rehabilitación (Madr)* 2005;39(6):288-96
22. Ramírez HT. Torquemáximo absoluto e índice convencional isocinético de rodilla en futbolistas profesionales del 2007 al 2012. *Revista de Medicina e Investigación* 2014; 2(2):154-162

23. Frontera W., Hughes V., Lutz K., Evans W. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45 to 78-year-old men and women. *J. Appl Physiol.* 1991 Aug;71(2):644-50.
24. Kallman D., Plato C., Tobin J. The role of muscle loss in the age-related decline of grip strength: cross-sectional and longitudinal perspectives. *J. Gerontol.* 1990 May;45(3):M82-8.
25. Larsson L., Grimby G., Karlsson J. Muscle strength and speed of movement in relation to age and muscle morphology. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol.* 1979 Mar;46(3):451-6.
26. Young, A., M. Stokes, and M. Crowe. The size and strength of the quadriceps muscles of old and young men. *Clin. Physiol.* 5: 145 – 154, 1985.
27. Dvir Z., David G. Suboptimal muscular performance: measuring isokinetic strength with new test protocol. *Arch Phys Med Rehabil* 1996;77: 578 - 81
28. Dvir Z. Differentiation of submaximal from maximal effort trunk extension effort. *Spine* 1997; 22:2672-6.
29. Shirado O, Ito T, Kaneda K, Strax T. Concentric and eccentric strength of trunk muscles: Influence of test postures on strength and characteristics of patients with chronic low-back pain. *Arch Phys Med Rehabil* 1995;76:604-11.
30. Gabiner M., Kaspurin J. Paraespinal precontraction does not enhance isokinetic trunk extension performance. *Spine* 1994; 19: 1950 – 5
31. Ridao N., Sánchez M., Chaler J., Muller B. Aportación de la dinamometría isocinética de la columna lumbar en una mutua laboral. *Trauma Fund MAPFRE* 2009; 20(4): 229-233
32. Lee J., Hoshino Y., Nakamura K., Kariya Y., Saita K., Ito K. Trunk muscle weakness as a risk factor for low back pain. A 5-year prospective study. *Spine (Phila Pa 1976).* 1999 1;24(1):54-7.