

Acta Ortopédica Mexicana

Volumen **19**
Volume

Número **2**
Number

Marzo-Abril **2005**
March-April

Artículo:

Valoración isocinética del tronco en
sujetos asintomáticos del Centro
Nacional de Rehabilitación

Derechos reservados, Copyright © 2005:
Sociedad Mexicana de Ortopedia, AC

Otras secciones de
este sitio:

-  [Índice de este número](#)
-  [Más revistas](#)
-  [Búsqueda](#)

*Others sections in
this web site:*

-  [Contents of this number](#)
-  [More journals](#)
-  [Search](#)

Valoración isocinética del tronco en sujetos asintomáticos del Centro Nacional de Rehabilitación

Hitler Berumen Gómez,* Roberto Coronado Zarco,** Daniel Chávez Arias,***
María del Pilar Díez García,**** Saúl Renán León Hernández,***** Enrique Martínez*****

Centro Nacional de Rehabilitación

RESUMEN. El ejercicio isocinético se reserva para la contracción muscular que acompaña a una velocidad constante de movimiento angular. *Objetivo.* Establecer los valores normales de la fuerza y el trabajo de los músculos del tronco sometidos a ejercicios isocinéticos, a efecto de tener valores de referencia para compararlos con pacientes que cursan con diversas patologías que afectan estos grupos musculares. *Métodos.* El estudio realizado fue prospectivo, transversal, descriptivo y observacional donde se incluyeron 73 pacientes asintomáticos divididos en 2 grupos: femeninos y masculinos; 2 subgrupos: 20-29 años y 30-39 años. Se sometieron los grupos a una rutina de ejercicios isocinéticos con movimientos de flexión-extensión y rotación izquierda y derecha y se valoró el promedio de fuerza y trabajo por repetición en relación al peso corporal a velocidades angulares de 60, 90 y 120°/seg. Así mismo, se valoraron los ángulos de la columna dorsolumbar y cadera. *Resultados.* En el sexo femenino se apreciaron diferencias significativas en talla e índice de masa corporal entre los subgrupos de edad. En el sexo masculino no hubo diferencias en los promedios de los datos antropométricos por subgrupo de edad y sólo en 5 variables relacionadas con fuerza y trabajo hubo dife-

SUMMARY. The Isokinetic exercise is reserved for the muscular contraction that accompanies to a constant speed of angular movement. *Objective.* To carry out the measurements of isokinetic exercises of trunk to establish the normal values of torque and work, to effect of having reference values to compare them with patients with diverse pathologies that affect these muscular groups. *Methods.* The carried out study was prospective, transversal, descriptive and observational. Seventy three asymptomatic patients were included in the study divided in 2 groups: female and male; divided in 20-29 years and 30-39 years. The average of peak-torques and work for repetition to body weight at angular velocities of 60, 90 and 120°/sec were evaluated. Likewise, the angles of the dorsal-lumbar spine and hip. *Results.* In women significant differences were appreciated in height and Body Mass Index (BMI) among the age of 20-29 years and 30-39 years. For men there were not differences in the averages of height and BMI among the age of 20-29 years and 30-39 years and only in 5 variables there were significant differences. The total angles in flexion of the trunk in females were 117.8° and males 113.1°. *Conclusions.* The results of the average of peak-

* Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación y Postgrado en Rehabilitación Ortopédica.

** Jefe del Servicio de Rehabilitación de Columna.

*** Jefe de División de Rehabilitación Ortopédica.

**** Jefe del Servicio de Rehabilitación Osteoarticular.

***** Jefe de División de Enseñanza-Ortopedia.

***** Fisioterapeuta en el Servicio de Rehabilitación de Columna.

Centro Nacional de Rehabilitación.

Dirección para correspondencia:

Dr. Hitler Berumen Gómez.

A. Cano y J. Mina No. 653, Col. Fátima. C.P. 81200. Los Mochis,

Sinaloa. Teléfono: (668) 8 18 15 10

E-mail: hitlerber@hotmail.com

Abreviaturas:

IMC = Índice de masa corporal

NAF = Nivel de actividad física

AL = Ángulo lumbar

AC = Ángulo de cadera

A. total = Ángulo total

Nm = Newton metro

J = Joules

T60F = Promedio de fuerza por repetición a 60°/seg en flexión

T60Ex = Promedio de fuerza por repetición a 60°/seg en extensión

T60RD = Promedio de fuerza por repetición a 60°/seg en rotación derecha

T60RI = Promedio de fuerza por repetición a 60°/seg en rotación izquierda

rencias significativas. Los ángulos totales en flexión del tronco en el sexo femenino fueron de 117.8° y masculino de 113.1°. **Conclusión.** Los resultados del promedio de fuerza por repetición y de los ángulos de la columna dorsolumbar y cadera no difieren de lo reportado en la literatura, por lo tanto los valores obtenidos son punto de referencia para la valoración en el tratamiento de pacientes con diferentes patologías a nivel de la columna dorsolumbar en nuestra población.

Palabras clave: ejercicios terapéuticos, contracción muscular, valoración física.

torques and the angles of the dorsal-lumbar spine and hip in this study don't differ of those reported in the literature, for what we can affirm that the registered values are reference point for the evaluation in the treatment of patient with different pathologies of the dorsal-lumbar spine.

Key words: exercise therapies, muscle contraction, physical examination.

- E60F = Promedio de esfuerzo por repetición a 60°/seg en flexión
 E60Ex = Promedio de esfuerzo por repetición a 60°/seg en extensión
 E60RD = Promedio de esfuerzo por repetición a 60°/seg en rotación derecha
 E60RI = Promedio de esfuerzo por repetición a 60°/seg en rotación izquierda
 T120F = Promedio de fuerza por repetición a 120°/seg en flexión
 T120Ex = Promedio de fuerza por repetición a 120°/seg en extensión
 T120RD = Promedio de fuerza por repetición a 120°/seg en rotación derecha
 T120RI = Promedio de fuerza por repetición a 120°/seg en rotación izquierda
 E120F = Promedio de esfuerzo por repetición a 120°/seg en flexión
 E120Ex = Promedio de esfuerzo por repetición a 120°/seg en extensión
 E120RD = Promedio de esfuerzo por repetición a 120°/seg en rotación derecha
 E120RI = Promedio de esfuerzo por repetición a 120°/seg en rotación izquierda
 T90F = Promedio de fuerza por repetición a 90°/seg en flexión
 T90Ex = Promedio de fuerza por repetición a 90°/seg en extensión
 T90RD = Promedio de fuerza por repetición a 90°/seg en rotación derecha
 T90RI = Promedio de fuerza por repetición a 90°/seg en rotación izquierda
 EtotallF = Promedio de esfuerzo por repetición total en flexión
 EtotallEx = Promedio de esfuerzo por repetición total en extensión
 EtotallRD = Promedio de esfuerzo por repetición total en rotación derecha
 EtotallRI = Promedio de esfuerzo por repetición total en rotación izquierda
 IndFatF = Índice de fatiga en flexión
 IndFatEx = Índice de fatiga en extensión
 IndFatRD = Índice de fatiga en rotación derecha
 IndFatRI = Índice de fatiga en rotación izquierda

Introducción

La cuantificación exacta y fiable de la capacidad del músculo humano para producir fuerza ha sido objeto de investigación en el campo de la medicina del deporte, del trabajo y rehabilitación durante muchos decenios.¹ Esto es debido a que los métodos empleados de manera manual (escala de Lowett) tienen una gran variabilidad inter e in-

traobservador.¹ Dentro del campo de la rehabilitación es necesario realizar estas mediciones con alta precisión con la finalidad de prescribir de manera adecuada el ejercicio terapéutico. Así mismo realizar correlaciones de estos valores con la capacidad funcional del paciente.¹ Por otra parte la cuantificación de los valores del balance muscular agonista-antagonista nos sirve de referencia para prescribir el ejercicio terapéutico necesario con la finalidad de prevenir la incidencia de lesiones.

La capacidad del músculo humano para producir fuerza puede calcularse a partir de la contracción estática o de la contracción dinámica. La valoración *isométrica* determina la cantidad de tensión que puede generar un músculo frente a una resistencia desprovista de movimiento articular detectable. La fuerza *isotónica* es la aplicación de una fuerza sobre la totalidad o parte del campo cinético de una articulación, puede calcularse por medio de la contracción concéntrica (acortamiento) o de la contracción excéntrica (elongación).¹

El concepto de ejercicio isocinético se refiere a la evaluación de la actividad muscular ante una velocidad constante predeterminada con una resistencia que puede ser variable en un rango de movimiento determinado. Este concepto fue ideado por James Perrine e introducido en la literatura científica en 1967 por Hislop, Perrine, y Thistle.¹

Actualmente existen dispositivos que permiten la evaluación y entrenamiento a velocidades angulares. Cuando la velocidad del movimiento iguala o excede el límite de la velocidad preestablecida, el dinamómetro produce una contrafuerza equilibradora que garantiza una velocidad constante.

Algunas de las ventajas del ejercicio isocinético son: 1) Los músculos pueden ejercitarse a su potencial máximo en todo el alcance cinético de la articulación, 2) el ejercicio isocinético es intrínsecamente más seguro que el ejercicio isotónico por el hecho de que el mecanismo de resistencia del dinamómetro se desembraga cuando el paciente empieza a experimentar dolor o malestar, 3) el ejercicio podrá ser gradual y fácilmente mantenido dentro de los límites indoloros del campo cinético de la articulación a unas velocidades que reduzcan al máximo el peligro potencial de la lesión articular.¹

El ejercicio isocinético puede ser utilizado para cuantificar la capacidad de un grupo de músculos para generar momento torsional o fuerza y como modalidad de ejercicio para el restablecimiento del nivel de fuerza prelesión de un grupo de músculos.

Los valores obtenidos a través de la evaluación isocinética con equipos lumbopélvicos han sido descritos por diferentes investigadores. Sin embargo, los diferentes protocolos y equipos han contribuido en la variabilidad de los resultados.² Sólo un limitado número de investigadores han reportado la confiabilidad y validez de sus pruebas.³⁻⁵ Las variaciones en los protocolos incluyen las velocidades en las pruebas, el rango de movimiento y el tipo de contracción. Las velocidades usadas presentan rangos muy amplios desde los 15 a 180°/seg.⁶ La valoración del rango de movimiento promedio en flexión-extensión Hayes⁷ lo reporta de 50-70°. Langrana encontró en su estudio que las características del torque fueron similares a 30 y 60°/seg, sólo a bajas velocidades, por lo que se recomienda realizar la valoración de velocidades bajas a 60°/seg.⁸

El objetivo del estudio fue establecer los valores normales de la fuerza y el trabajo (esfuerzo) por repetición en relación al peso corporal con equipos isocinéticos en flexo-extensión y rotacionales del tronco en sujetos asintomáticos del Centro Nacional de Rehabilitación (CNR), a efecto de tener valores de referencia para compararlos con pacientes que cursan con diversas patologías que afectan estos grupos musculares. Así mismo establecer los valores normales de los ángulos en flexión a nivel de la columna dorsolumbar y cadera.

Material y métodos

Se realizó un estudio prospectivo, transversal, descriptivo y observacional.

Se estudiaron 35 hombres y 38 mujeres asintomáticos cuya edad promedio fue de 27.9 ± 5.3 años (rango 20-39), siendo exactamente igual entre ambos sexos. En relación con la edad los casos se clasificaron en dos subgrupos: 1) 20-29 años y 2) 30-39. Los criterios de inclusión fueron pacientes del CNR con edades entre 20 a 39 años asintomáticos que aceptaran participar en el estudio. Los criterios de exclusión fueron: lumbalgia aguda, subaguda o crónica, lesión muscular/ligamentaria aguda (< 7 días) en columna, pacientes con diabetes mellitus e hipertensión arterial descontrolada, fracturas recientes, insuficiencia cardíaca, uso de esteroide de término largo (> 3 meses), embarazo, cualquier condición neurológica (ej. Parkinson), problemas dermatológicos en la superficie de carga. Los criterios de eliminación, pacientes que por su propia voluntad desearan retirarse del estudio o sufrieran alguna lesión de columna vertebral o sus tejidos blandos durante el programa de investigación.

Se aplicó un cuestionario para la valoración de los casos previo al ingreso del protocolo, posteriormente se realizó el

calentamiento en bici ergómetro Cybex por 5 minutos a una velocidad de 60 rpm.

Para la valoración de la fuerza y trabajo en los músculos del tronco, se realizó la siguiente rutina de ejercicios isocinéticos (utilizando el equipo Cybex Back Systems de flexo-extensión y rotacional del tronco):

1. Flexión de 70°, extensión de -10°, velocidad angular de 60°/s, 90°/s y 120°/s con un tiempo de descanso de 25 segundos entre cada sesión con 3, 15 y 3 repeticiones para las velocidades antes mencionadas.^{3,4,6}

Rotación izquierda de 35°, rotación derecha de 35°, velocidad angular de 60°/s, 90°/s y 120°/s con un tiempo de descanso de 25 segundos entre cada sesión con 3, 15 y 3 repeticiones para las velocidades antes mencionadas.^{5,9,10}

Se realizó la valoración de los ángulos de la columna dorsolumbar y cadera con el inclinómetro Cybex EDI 320.

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa SPSS versión 10 y se utilizaron pruebas descriptivas (media, desviación estándar, error típico, asimetría y curtosis), la prueba de Kolmogorov-Smirnov (KS) y la prueba t de Student para muestras independientes.

Resultados

Sexo femenino. Se estudiaron 22 pacientes del grupo de 20-29 años con edad promedio de 24.3 años y 16 pacientes del grupo de 30-39 años con promedio de 33 años.

Se apreciaron diferencias significativas en talla y en el índice de masa corporal (IMC) entre los subgrupos de edad (*Tabla 1*).

Las mujeres más jóvenes tuvieron mayor talla y menores dimensiones en el IMC; sin embargo, en la comparación de los subgrupos de edad no existieron diferencias significativas en los promedios de fuerza medidos en Newton metro (Nm) y trabajo medido en Joules (J). En todos los casos las p fueron mayores a 0.05, lo cual sugiere que ni la talla ni el IMC influyen significativamente sobre los valores de fuerza y trabajo. Por este motivo, en las subsecuentes mediciones se tomaron a las 38 mujeres como un solo grupo de edad (*Tabla 2*).

Utilizando la *tabla 2* se puede calcular intervalos de confianza del 95% aplicando la fórmula $IC\ 95\% = Media \pm 1.96 \times Error\ típico$, los cuales se muestran en la *tabla 3*.

Los resultados del promedio de los ángulos en flexión a nivel de la columna dorsolumbar fue de 60.6°, a nivel de la cadera fue de 57.7° y el ángulo total de 117.8°.

Sexo masculino. Se estudiaron 20 pacientes del grupo de 20-29 años con edad promedio de 23.8 años y 15 pacientes del grupo de 30-39 años con promedio de 33.3 años.

A diferencia de las mujeres, en el caso de los hombres no hubo diferencias en los promedios de los datos antropométricos por subgrupo de edad.

Tomando en cuenta los subgrupos de edad entre el sexo masculino, en las mediciones restantes hubo diferencias significativas en cinco variables: T120Ex (fuerza por repetición a 120°/seg en extensión), E120F (esfuerzo por repe-

Tabla 1. Datos antropométricos en el sexo femenino por subgrupo de edad.

Variable	Número de casos por subgrupo de edad		Promedios	Desviación estándar	Error estándar	Valor de p*
	20-29	30-39				
Talla	22	16	160.68	6.40	1.36	0.002
IMC	22	16	154.94	4.20	1.05	0.008
	22	16	22.87	3.53	0.75	
	16	16	26.13	3.45	0.86	

* Estadístico de t de Student para muestras independientes
IMC = Índice de masa corporal, PA = Perímetro abdominal.

Tabla 2. Resultados en el sexo femenino.

(N = 38)				
	Mínimo Estadístico	Máximo Estadístico	Media Estadístico	Media Error típico
A L	40	100	60.68	2.20
A C	29	78	57.76	2.02
A. total	90	165	117.87	2.77
T 60 F	122	265	203.87	5.47
T 60 Ex	110	352	234.53	8.94
T 60 RD	83	164	112.76	3.06
T 60 RI	72	203	115.55	4.24
E 60 F	107	289	211.00	6.39
E 60 Ex	101	361	232.97	9.12
E 60 RD	63	125	90.34	2.45
E 60 RI	54	161	92.53	3.25
T 120 F	78	253	170.89	6.43
T 120 Ex	69	313	178.08	8.64
T 120 RD	77	134	102.45	2.35
T 120 RI	86	146	105.50	2.26
E 120 F	74	244	161.53	6.66
E 120 Ex	54	283	167.79	8.30
E 120 RD	57	113	80.71	2.23
E 120 RI	66	180	85.34	3.26
T 90 F	116	241	185.87	4.48
T 90 Ex	137	304	220.58	7.22
T 90 RD	77	152	109.29	3.01
T 90 RI	75	149	108.08	3.10
E total F	1,258	3,567	2,497.74	83.56
E total Ex	1,523	3,755	2,619.26	94.80
E total RD	843	1,618	1,178.29	29.90
E total RI	829	1,580	1,145.63	30.31
Ind Fat F	-10	18	6.84	1.13
Ind Fat Ex	-26	39	12.47	2.39
Ind Fat RD	-26	41	4.68	2.51
Ind Fat RI	-45	40	8.71	2.53

A = Ángulo
L = Lumbar
C = Cadera
T = Promedio de fuerza por repetición
E = Promedio de esfuerzo por repetición
Ind Fat = Índice de fatiga

F = Flexión
Ex = Extensión
RD = Rotación derecha
RI = Rotación izquierda
60 = 60°/seg, 90 = 90°/seg,
120 = 120°/seg.

* Fuerza medida en Nm y esfuerzo en J

Tabla 3. Intervalo de confianza de 95% en el sexo femenino.

Variables	IC 95% Mín	IC 95% Máx
A L	55.6	64.9
A C	53.8	61.6
A. total	112.6	123
T 60 F	193.3	214.3
T 60 Ex	217	252
T 60 RD	106.7	118.6
T 60 RI	107.2	123.8
E 60 F	198.5	223.5
E 60 Ex	215.1	250.7
E 60 RD	85.6	95
E 60 RI	86.2	98.8
T 120 F	158.3	183.3
T 120 Ex	161.8	194.8
T 120 RD	97.8	107
T 120 RI	101.1	109.9
E 120 F	148.6	174.4
E 120 Ex	151.5	183.9
E 120 RD	75.8	85
E 120 RI	79	91.6
T 90 F	177.1	195.5
T 90 Ex	206.4	234.1
T 90 RD	103.4	115
T 90 RI	101.9	114
E total F	2,334.1	2,661.3
E total Ex	2,433.2	2,805
E total RD	1,119.6	1,236.8
E total RI	1,084.3	1,206.9
Ind Fat F	4.7	8.9
Ind Fat Ex	7.8	17
Ind Fat RD	0	9.5
Ind Fat RI	3.8	13.6

A = Ángulo
L = Lumbar
C = Cadera
T = Promedio de fuerza por repetición
E = Promedio de esfuerzo por repetición
Ind Fat = Índice de fatiga

F = Flexión
Ex = Extensión
RD = Rotación derecha
RI = Rotación izquierda
60 = 60°/seg, 90 = 90°/seg,
120 = 120°/seg.

* Fuerza medida en Nm y esfuerzo en J

tición a 120°/seg en flexión), E120Ex (esfuerzo por repetición a 120°/seg en extensión), T90Ex (fuerza por repetición a 90°/seg en extensión) y EtotalEx (esfuerzo total en extensión) (Tabla 4).

Es de resaltar la tendencia de las variables: en las cinco en las que hubo diferencias significativas, las medias son mayores en el subgrupo de 20-29 años de edad; es decir en los más jóvenes las medias tienden a ser significativamente más altas, excepto en los índices de fatiga que tienden a ser más bajos.

Tabla 4. Comparación de medias por subgrupo de edad (sexo masculino).

	Subgrupo de edad	N	Media	Desviación típ.	Error típ.	Valor de p
T 60 Ex	20-29 años	20	378.45	69.54	15.55	0.07
	30-39 años	15	336.47	63.25	16.33	
T 120 Ex	20-29 años	20	341.15	67.12	15.01	0.023
	30-39 años	15	272.40	93.26	24.08	
E 120 F	20-29 años	20	280.20	34.83	7.79	0.020
	30-39 años	15	242.27	56.54	14.60	
E 120 Ex	20-29 años	20	334.85	62.08	13.88	0.020
	30-39 años	15	272.13	89.70	23.16	
T 90 Ex	20-29 años	20	356.50	66.76	14.93	0.034
	30-39 años	15	304.33	72.28	18.66	
E total Ex	20-29 años	20	4,501.70	952.57	213.00	0.029
	30-39 años	15	3,736.27	1,023.18	264.18	
Ind Fat RI	20-29 años	20	10.50	11.02	2.47	0.06
	30-39 años	15	18.73	14.83	3.83	

T = Promedio de fuerza por repetición
E = Promedio de esfuerzo por repetición
Ind Fat = Índice de fatiga
F = Flexión
Ex = Extensión
RI = Rotación izquierda
60 = 60°/seg, **90** = 90°/seg, **120** = 120°/seg.

* Fuerza medida en Nm y esfuerzo en J

En el subgrupo de 20-29 años, tanto la asimetría como la curtosis son pequeñas, en tanto que la prueba de KS corroboró que todas estas variables siguen una distribución semejante a la normal con $p > 0.05$.

En el subgrupo de 30-39 años, las curtosis tienden a ser un poco desviadas hacia la izquierda; sin embargo, en este subgrupo las cinco variables antes analizadas también siguen una distribución semejante a la normal con $p > 0.05$ de acuerdo a la prueba de KS.

Finalmente, la estadística descriptiva en el sexo masculino se expone en la *tabla 5* y se calculan los intervalos de confianza de la misma forma que en el sexo femenino (*Tabla 6*).

Los resultados del promedio de los ángulos en flexión a nivel de la columna dorsolumbar fue de 55.6°, a nivel de la cadera fue de 57.8° y el ángulo total de 113.1°.

Efecto del nivel de actividad física. Sexo femenino.- En una del total de las variables medidas en el sexo femenino, el nivel de actividad física (NAF) surte un efecto importante sobre ella (EtotalEx, $p = 0.047$. ANOVA). En esta variable la relación es: a mayor actividad mayor promedio y, a la inversa, menor índice de fatiga.

Efecto del nivel de actividad física. Sexo masculino.- El NAF no establece diferencias importantes en las medidas obtenidas en el subgrupo de 20-29 años; en cambio, en el subgrupo de 30-39 años en cinco variables que corresponden a: A. C (ángulo de cadera) $p = 0.003$, A. Total (ángulo total) $p = 0.008$, T120F (fuerza por repetición a 120°/seg en flexión) $p = 0.020$, T90F (fuerza por repetición a 90°/seg en flexión) $p = 0.05$ e IndFatRD (índice de fatiga en rotación derecha) $p = 0.031$, sí hubo diferencias significativas. En otras variables IndFatRI y EtotalF (esfuerzo total en flexión), las diferencias tienden a ser significativas

con $p = 0.09$ y 0.08 respectivamente. Por lo que a mayor NAF corresponden promedios más elevados en las cuatro primeras variables del subgrupo de 30-39 y, al revés, sus promedios en IndFatRD son menores en cuanto mayor haya sido el nivel de actividad física.

Discusión

Al evaluar los resultados podemos observar que el peso y la talla en la población estudiada es inferior a los estudiados por Mayer⁹ en Estados Unidos en la cual presentan un promedio de 81.9 kg para hombres y 61.1 kg para mujeres; talla de 179.8 cm para los hombres y 164.8 cm para mujeres.

No obstante las diferencias significativas en talla e IMC con valores más favorables en las mujeres jóvenes de 20-29 años; estas variables antropométricas no influyeron sobre el comportamiento de las medidas de ángulos, fuerza y fatiga. Por otra parte, los promedios de estas últimas variables no difirieron significativamente según el subgrupo de edad.

Independientemente de la edad, sólo en tres variables hubo tendencia hacia distribuciones no normales en la población femenina.

Tomando en cuenta los promedios obtenidos en la medición de los ángulos a nivel de la columna dorsolumbar y cadera no difieren de lo reportado por Perrin.¹ Por lo que consideramos que estos valores son comparables y aplicables en nuestra población.

El NAF, independientemente de la edad, sólo influyó en los promedios diferenciales de EtotalEx en la cual: a mayor actividad, mayor fuerza y menor nivel de fatiga. Estos valores no se han estudiado anteriormente en la literatura.

Tabla 5. Resultados en el sexo masculino.				
(N = 35)				
	Mínimo Estadístico	Máximo Estadístico	Media Estadístico	Media Error típico
A L	16	94	55.63	2.54
A C	21	93	57.86	2.46
A. total	63	158	113.14	3.84
T 60 F	168	343	283.57	6.04
T 60 Ex	244	525	360.46	11.70
T 60 RD	107	244	190.66	5.54
T 60 RI	101	248	192.14	5.89
E 60 F	146	393	298.86	8.26
E 60 Ex	204	492	359.31	11.89
E 60 RD	92	229	166.20	5.17
E 60 RI	86	209	165.43	4.99
T 120 F	122	428	264.91	8.73
T 120 Ex	134	474	311.69	14.43
T 120 RD	80	241	180.09	5.53
T 120 RI	86	241	176.94	5.54
E 120 F	101	361	263.94	8.21
E 120 Ex	116	450	307.97	13.58
E 120 RD	69	212	153.51	4.67
E 120 RI	72	209	151.51	4.84
T 90 F	182	342	259.91	5.79
T 90 Ex	185	480	334.14	12.34
T 90 RD	116	265	177.09	5.60
T 90 RI	91	229	169.23	6.12
E total F	1,878	4,730	3,518.91	97.54
E total Ex	2,065	6,816	4,173.66	176.14
E total RD	1,168	2,874	2,008.43	72.64
E total RI	1,001	2,931	1,941.63	74.16
Ind Fat F	-8	28	10.46	1.12
Ind Fat Ex	-1	41	15.26	1.90
Ind Fat RD	-21	48	15.00	2.21
Ind Fat RI	-14	45	14.03	2.24

A = Ángulo	F = Flexión
L = Lumbar	Ex = Extensión
C = Cadera	RD = Rotación derecha
T = Promedio de fuerza por repetición	RI = Rotación izquierda
E = Promedio de esfuerzo por repetición	60 = 60°/seg, 90 = 90°/seg,
Ind Fat = Índice de fatiga	120 = 120°/seg.

* Fuerza medida en Nm y esfuerzo en J

Tabla 6. Intervalo de confianza de 95% en el sexo masculino.		
Variables	IC 95% Mín.	IC 95% Máx.
A L	50.7	60.5
A C	53.1	62.5
A. total	105.7	120.5
T 60 F	271.8	295.2
T 60 Ex	337.5	383.3
T 60 RD	179.8	201.4
T 60 RI	180.6	203.6
E 60 F	282.7	314.9
E 60 Ex	336.2	382.4
E 60 RD	156.3	176.1
E 60 RI	161.4	168.8
T 120 F	247.9	281.9
T 120 Ex	169.2	190.9
T 120 RD	169.2	190.2
T 120 RI	166.1	187.7
E 120 F	248	280
E 120 Ex	281.4	334.3
E 120 RD	144.5	162.5
E 120 RI	142.1	160.9
T 90 F	248.8	264.6
T 90 Ex	310	358.2
T 90 RD	166.1	187.9
T 90 RI	157.3	181.1
E total F	3,328	3,710
E total Ex	3,828	4,518
E total RD	1,866	2,150
E total RI	1,796.4	2,086.8
Ind Fat F	8.3	12.5
Ind Fat Ex	11.5	18.9
Ind Fat RD	10.7	19.3
Ind Fat RI	9.7	18.3

A = Ángulo	F = Flexión
L = Lumbar	Ex = Extensión
C = Cadera	RD = Rotación derecha
T = Promedio de fuerza por repetición	RI = Rotación izquierda
E = Promedio de esfuerzo por repetición	60 = 60°/seg, 90 = 90°/seg,
Ind Fat = Índice de fatiga	120 = 120°/seg.

* Fuerza medida en Nm y esfuerzo en J

En el sexo masculino algunos de los promedios de ángulos, fuerza y fatiga (5 variables del total) presentaron diferencias importantes dependiendo del subgrupo de edad en el que: a menor edad mayores promedios en fuerza y menores en los índices de fatiga, lo cual se correlaciona con lo encontrado en el sexo femenino.

Finalmente, los promedios de fuerza y fatiga no dependen de los NAF en el caso de los jóvenes; pero sí dependen de dicha variable en el caso del subgrupo de 30-39 en donde a mayor actividad física mayor fuerza y menores índices de fatiga.

El promedio de fuerza por repetición en extensión tanto en hombres como en mujeres, presentan valores más altos que en flexión al igual que lo referido por Mayer, Rissanen y Wessel.^{5,9,11}

Por otra parte, se sigue una constante en la literatura al decir que a menor velocidad angular, mayor es el momento

torcional y a mayor velocidad angular, menor el momento torcional,^{5,9-12} el cual se correlaciona con los resultados en nuestro estudio.

La aportación de los músculos que actúan sobre la cadera pueden influir también en la fuerza flexora del tronco. Si la evaluación se efectúa con el paciente de pie, el psoasílico puede duplicar aproximadamente la fuerza de los flexores del tronco (Langrana).⁸ Esto es un punto importante ya que en la literatura muchos de los artículos que evalúan la fuerza del tronco con ejercicios isocinéticos se realizan en sedestación (Wessel).⁵

En lo que respecta a la valoración de la fuerza y trabajo al realizar rotaciones del tronco no hubo diferencias significativas en ambos sexos, a pesar de que las mujeres tienden a tener mayor fuerza en rotaciones izquierdas (excepto a velocidad angular de 90°/seg) y los hombres en rotaciones derechas (excepto a velocidad angular de 60°/seg).

Conclusión

Los valores obtenidos en el presente estudio en cuanto al promedio de fuerza para las velocidades evaluadas no difirió de los reportados en la literatura internacional. Por lo anterior podemos afirmar que los valores registrados son punto de referencia para la evaluación de la fuerza y resistencia muscular del tronco de pacientes con diferentes patologías a nivel de la columna dorsolumbar. En cuanto a los valores obtenidos para el esfuerzo por repetición (trabajo) y los valores en la medición de los ángulos permiten acentuar un precedente para ser considerados como base para la evaluación y estudios subsecuentes, ya que pocos autores los toman en consideración.

Bibliografía

1. Perrin D: Isokinetic exercise and Assessment. Universidad de Virginia, edit. Bellaterra, 1993: 17-39.
2. Beimbom DS, Morrissey MC: A Review of the Literature related to trunk muscle performance. *Spine* 1988; 13(6): 665-660.
3. Delitto A, Rose SJ, Crandell CE, Strube MJ: Reliability of Isokinetic measurements of trunk muscle performance. *Spine* 1991; 16(7): 800-803.
4. Smidt GL, Blanpied PR, White RW: Exploration of mechanical and electromyographic responses of trunk muscles to high-intensity resistive exercise. *Spine* 1989; 14(8): 815-830.
5. Wessel J, Ford D, Van Driesum D: Measurement of torque of trunk flexors at different velocities. *Scand J Rehab Med* 1992; 24(4): 175-180.
6. Davies G: Trunk Testing Using a Prototype Cybex II Isokinetic System. *J Orthop Sports Phys Ther* 1982; 15: 164-170.
7. Hayes MA, Howard TC, Gruel CR, Kopta JA: Roentgenographic evaluation of lumbar spine flexion-extension in asymptomatic individuals. *Spine* 1989; 14(3): 327-331.
8. Langrana NA, Lee CK, Alexander H, Mayutt CW: Quantitative assessment of back strength using isokinetic testing. *Spine* 1984; 9(3): 287-290.
9. Mayer T, Gatchel R, Betoneur J, Bovasso E: Trunk Muscle endurance measurement. Isometric contrasted to isokinetic testing in normal subjects. *Spine* 1995; 20(8): 926-927.
10. Madsen OR: Trunk Extensor and flexor Strength Measurement by de Cybex 6000 Dynamometer. Assessment of short-term and long-term reproducibility of several strength variables. *Spine* 1996; 21(23): 2770-2776.
11. Rissanen A, Kalimo H, Alaranta H: Effect of intensive training on the isokinetic strength and structure of lumbar muscles in patients with chronic low back pain. *Spine* 1995; 20(3): 333-340.
12. Sparto PJ, Parnianpour M: Estimation of trunk muscle forces and spinal loads during fatiguing repetitive trunk exertions. *Spine* 1998; 23(23): 2563-2573.

