



- ◆ Trabajo realizado por la Biblioteca Digital de la Universidad CEU-San Pablo
- ◆ Me comprometo a utilizar esta copia privada sin finalidad lucrativa, para fines de investigación y docencia, de acuerdo con el art. 37 de la M.T.R.L.P.I. (Modificación del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual del 7 julio del 2006)

J. A. Martín Urrialde¹. *Socio AEF n.º 1.140*

Determinación del momento máximo isométrico e isocinético de la rodilla. Valor predictivo de las dinamometrías

¹ Fisioterapeuta

Correspondencia:

J. A. Martín Urrialde
Coslada, 8, 4.º
28028 Madrid

RESUMEN

La medición del momento máximo isocinético en los extensores de rodilla se ha convertido en una de las pruebas más frecuentes, llegando a reemplazar la medición isométrica.

La finalidad de este trabajo ha sido determinar si los test isométrico e isocinéticos miden los mismos aspectos de la actividad muscular.

Para ello, 50 sujetos sanos fueron testados en un dinamómetro a velocidades de 0, 45, 90 y 120º/sec, seleccionando los valores ofrecidos en la posición de 65º de extensión.

Se encontró una estrecha correlación a velocidades de 45 y 90º/sec, pero sin embargo, la varianza es tan baja que no se puede determinar el valor predictivo de los resultados. La conclusión es que ambos métodos miden diferentes aspectos de la función muscular.

PALABRAS CLAVE

Isocinético; Isométrico; Correlación; Momento.

ABSTRACT

Isokinetic torque measurements of the knee extensors have become more popular, replacing isometric test.

The aim of this paper is determine whether isometric and isokinetic test measure the same aspects of muscular output. 50 healthy subjects were tested with a dynamometer, at 0, 45, 90 and 120º/sec, choosing values at 65º of active extension. Was found a close correlation at 45 and 90º/sec of velocity. However the common variance was too low to enable a prediction of both results.

The conclusion is that both methods measure different aspects of muscular behavior.

KEY WORDS

Isokinetic; Isometric; Correlation; Torque.

Fisioterapia 1994; 16: 99-103

100 INTRODUCCIÓN

El fisioterapeuta se ve obligado en su práctica diaria a evaluar la fuerza muscular del paciente, usando para ello una gran variedad de métodos, que van desde la simple observación de la actividad del paciente hasta el uso de sofisticados equipos computarizados.

Esta necesidad viene dada porque uno de los factores que determina el grado de readaptación funcional del paciente es el conocimiento de la fuerza muscular de un grupo afectado o el conocimiento de parámetros que indiquen su eficacia funcional: fatiga, trabajo, etc.

Uno de los métodos más antiguos de medición ha sido el isométrico, por el cual podíamos conocer el valor de la fuerza estática de un grupo muscular en un punto concreto del recorrido articular considerado⁽¹⁻³⁾.

Desde el test manual, ya en desuso por su poca fiabilidad⁽⁴⁾, hasta los dinamómetros electrónicos⁽⁵⁾, hemos asistido a la evolución histórica que nos conduce a la última generación de dinamómetros isocinéticos, si bien esta denominación es incorrecta, pues hace referencia a una de las muchas maneras que los mismos ofrecen para realizar un test muscular⁽⁶⁾.

Estos dinamómetros isocinéticos hacen su aparición en el año 1960 y desde entonces copan la actualidad en la investigación de los diferentes estudios de fuerza muscular^(7,8).

Hoy día es posible efectuar la medición de valores estáticos y dinámicos de un mismo músculo con un mismo equipo y conocer si estadísticamente los valores obtenidos son equiparables⁽⁹⁾.

Las mediciones de fuerza estática (isométrica) ofrecen información puntual del momento máximo (torque) en un ángulo concreto del recorrido articular, siendo específico para cada uno de ellos⁽¹⁰⁾.

Las mediciones isocinéticas de fuerza dinámica hacen referencia en primer lugar al tipo de contracción usada en el test, concéntrica o excéntrica, etc., y en segundo lugar al torque desarrollado durante un recorrido articular dado, en el cual el miembro testado efectúa un movimiento a una velocidad constante y por otra parte máxima⁽¹¹⁾.

Uno de los músculos más frecuentemente testado y mostrado en los numerosos estudios realizados es el

cuádriceps, debido a la facilidad para posicionar al paciente, a su accesibilidad y a su gran protagonismo en las actividades funcionales de un sujeto.

En este estudio voy a mostrar una población de sujetos examinados midiendo la fuerza máxima de su cuádriceps, durante la extensión de rodilla, en valores estáticos (isométricos) y dinámicos (isocinético concéntrico) para intentar dar respuesta a una pregunta que a buen seguro nos hemos hecho: ¿hay relación entre la fuerza estática y la dinámica de un mismo músculo?

Esta pregunta anterior nos lleva a una consideración lógica: ¿puede reemplazar un test isocinético a un test isométrico o viceversa y obtener valores similares?

MATERIAL Y MÉTODOS

Para los objetivos de este estudio se examinaron 50 sujetos, sin lesiones demostradas en su rodilla, procedentes de las aulas universitarias.

La tabla 1 muestra los datos estadísticos de la muestra escogida y sus valores de desviación.

Se realizaron dos mediciones, con una diferencia entre ambas de 8 días, coincidiendo la hora de la medición y el lugar.

Fue determinada la dominancia por interrogatorio directo y se efectuó una perimetría del muslo a 15 cm por encima del centro rotuliano.

Previo a cada prueba el sujeto fue informado verbalmente de los fines y objetivos del estudio, solicitándole el máximo esfuerzo físico en cada una de ellas y dándole la información posterior de los resultados obtenidos.

Una vez en la sala de exploración fue familiarizado con el funcionamiento del equipo y sus partes mecá-

Tabla 1. Edad, sexo, talla y peso de población*

	Varones (n = 23)	Mujeres (n = 27)
Edad	21,4 ± 1,78	22,1 ± 2,56
Talla (cm)	181,1 ± 0,61	178,5 ± 1,54
Peso (kg)	68,2 ± 3,89	62,4 ± 2,1

*Se presentan los valores medios matemáticos con desviación estándar.

Tabla 2. Momento máximo a 65° de flexión de rodilla y velocidad*

Velocidad angular	Hombres	Mujeres
0	210	171
45	161	126
90	136	101
120	100	89

Coefficiente de variación: Hombres, 20, y mujeres, 16.

*Las mediciones se han realizado en Newton/metro para el momento o torque y en grados/segundo para la velocidad.

nicas, así como las pautas de realización de las pruebas.

Se utilizó un dinamómetro computarizado Biodex AP en los modos de trabajo isométrico e isocinético concéntrico, obteniendo el registro gráfico en pantalla instantáneo de los valores de torque máximo, velocidad, posición, trabajo y potencia.

El sujeto fue posicionado siguiendo las normas del constructor y estandarizadas para las pruebas que se realizan en este Departamento de Biomecánica.

Esta posición es:

— Sujeto sentado, con un ángulo de flexión coxo-femoral de 100° y piernas, banqueta paralelos a la bancada de fijación del dinamómetro.

— Cinchado a nivel de tercio distal del muslo, pelvis y cintura escapular, con la cabeza apoyada en un reposacabeza y los brazos cruzados sobre el pecho.

— Eje de rotación de la rodilla coincidente con el eje de rotación del dinamómetro.

— Pierna fijada al accesorio de exploración de rodilla mediante almohadillas y velcro a nivel del tercio distal de la misma.

— Pie mantenido en posición neutra por el sujeto durante todas las pruebas.

Estas posiciones, gracias a las características del equipo, fueron indexadas y programadas para ser reproducidas exactamente en cada prueba.

Se eligen cuatro velocidades de trabajo:

— 0 grados/segundo: Estática-rodilla a 65° flexión.

— 45, 90 y 120 grados/segundo: Isocinética concéntrica.

Cinco minutos antes del inicio de la prueba el suje-

Tabla 3. Correlación isocinético-isométrico

Velocidad angular	0	45	90	120
0	1	0,80	0,65	0,32
45	0,80	1	0,90	0,94
90	0,65	0,92	1	0,99
120	0,32	0,86	0,99	1

to realizó un calentamiento consistente en pedalear en una bicicleta ergonómica durante 5 minutos a 60 rpm.

En cada velocidad se realizaron dos test por el mismo técnico, eligiéndose los valores del mejor para los efectos analíticos.

La medición del torque máximo del cuádriceps en extensión se realizó a los 65° de flexión, para hacerlo coincidir con la medición isométrica.

Este valor fue elegido por coincidir la mayoría de los autores en la concurrencia del máximo torque del cuádriceps entre los 60 y 70° de flexión⁽¹²⁻¹⁵⁾.

En todas las pruebas se instauró un recorrido articular medio de 0 y 90° de extensión.

RESULTADOS

Elegida la mejor prueba de las dos realizadas, se sometieron los valores a un tratamiento estadístico para obtener el coeficiente de varianza en ambos tipos de trabajo muscular y resumiendo los valores en tres tablas:

— Tabla 1: Relación de sexo, edad, talla, peso.

— Tabla 2: Momento máximo a 65° de flexión.

— Tabla 3: Correlación isométrico/isocinético por velocidades.

Aplicando la correlación de Pearson obtenemos un valor $p < 0,05$, lo cual estadísticamente avala una relación entre los valores comparados.

DISCUSIÓN

Los valores de edad, talla y peso son homogéneos, mostrando las mayores desviaciones en edad las mujeres y en peso los varones.

102

Los valores de momento máximo de flexión de rodilla, a 65° de flexión, muestra una similitud con los trabajos de Knapik⁽¹⁶⁾, quien sitúa este valor para los varones en 130 Nm, alejándose de los valores ofrecidos por Murray⁽¹⁷⁾, quien sobre una población de varones de edades comprendidas entre los 20 y 30 años, obtuvo valores cercanos a los 230 Nm, siendo el CV del 3,5%.

Es en los resultados de la tabla 3 donde mayor polémica podemos encontrar, pues el establecimiento de una correlación estadística es acorde con otros autores, como Knapik⁽¹⁸⁾ y Lankhorst y cols.⁽¹⁹⁾

Para el primero, a velocidades de 36 y 108°/sec, obtuvo correlaciones de 0,83 y 0,82 entre los valores de momento máximo, concluyendo que una forma de medición (isom.) es válida para predecir el resultado de otra forma (isoc.). Para el segundo, trabajando a velocidades de 30, 60 y 120°/sec, la correlación se estableció en valores de 0,90, 0,86 y 0,84, sin que extrañese ninguna conclusión respecto a la extrapolación de estos valores.

Parece evidente que a través de los estudios mostrados existe una estrecha relación entre los valores de momento máximo isom. vs isoc., pero sería muy aventurado concluir que podemos usar un valor para predecir otro.

Será necesario tener en consideración que si bien ambos modos de medición actúan sobre el sistema neuromuscular, en el modo isométrico el factor tiempo adquiere una gran importancia como determinante de la calidad de la contracción, en tanto que en el modo isocinético es la velocidad el factor que prima la buena calidad del test, incorporándose variables como acciones reflejas, coordinación, viscoelasticidad, con un papel más importante que en el caso del trabajo muscular isométrico.

CONCLUSIÓN

Es evidente por los datos obtenidos en este estudio y su semejanza con otros trabajos anteriores, que existe una relación cierta entre los valores de momento máximo muscular obtenidos por la realización de un test muscular isométrico y otro isocinético.

Sin embargo, la sola evidencia estadística (variable de Pearson) parece insuficiente para aventurar la extrapolación de un valor isométrico al posible valor isocinético.

Parece necesario objetivar la influencia de factores neuromusculares y mecánicos, hasta ahora olvidados, para establecer una definitiva correlación.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Kendall HO, Kendall FP, Wadsworth GE. *Músculos, pruebas y funciones*. Edit. Jims. Barcelona, 1974.
- 2 Daniels L, Worthingham C. *Pruebas funcionales musculares*. Edit. Interamericana. México DF, 1972.
- 3 Brunnstrom S. *Clinical kinesiology*. Davis Company Editors. USA, 1967.
- 4 Amundsen L. *Muscle strength testing*. Churchill Livingstone. New York, 1990.
- 5 Martín Urrialde J. Equipos isocinéticos y controles fisioterápicos en el deporte. *Fisioterapia* 1991;**13**:31-37.
- 6 Hislop JH, Perrine JJ. The isokinetic concept of exercise. *Phys Ther* 1967;**47**:114.
- 7 Goslin BR, Charteris J. Isokinetic dynamometry: Normative data for clinical use in lower extremity cases. *Scand J Rehabil Med* 1979;**11**:105-109.
- 8 Thistle HG, Hislop HG, Moffroid M y cols. Isokinetic contraction a new concept of resistive exercise. *Arch Phys Med Rehabil* 1967;**48**:279-282.
- 9 Martín Urrialde J. Interpretación de las curvas isocinéticas. *Fisioterapia* 1992;**14**(1):13-25.
- 10 Williams M, Stutzman L. Strength variations through the range of motion in joints. *Phys Ther Rev* 1959;**39**:145-152.
- 11 Westers BM. Factors influencing strength testing and prescription of exercise. *Physiotherapy* 1982;**68**:42-44.
- 12 Knight KL. Knee rehabilitation by the daily adjustable progressive resistive exercise techniques. *Am J Sports Med* 1979;**7**:336.
- 13 Klopfer DA, Freij SD. Examining quadriceps/hamstrings performance at high velocity in untrained subjects. *J Orthop Sports Phys Ther* 1988;**10**:18.

- 14 Wyatt MP, Edwards AM. Comparison of quadriceps and hamstrings torque values during isokinetic exercise. *J Orthop Sport Phys Ther* 1981;**3**:48.
- 15 Mawdsley RH, Knapik JJ. Comparison of isokinetic measurements of knee extensors. *Res Q* 1978;**49**:88.
- 16 Knapik JJ, Wright JE, Mawdsley RH y cols. Isometric, isotonic and isokinetic torque variations in four muscle groups through a range of motion. *Phys Ther* 1983;**63**:938-947.
- 17 Murray MP, Gardner GM, Mollinger LA y cols. Strength of isometric and isokinetic contractions. *Phys Ther* 1980;**60**:412-419.
- 18 Knapik JJ. Isokinetic and isometric relationships in the human body. *Arch Phys Med Rehabil* 1980;**61**:64-67.
- 19 Lankhorst GJ, Stadt RJ, Korst JK. The relationships of functional capacity, pain and isometric and isokinetic torque in osteoarthritis of the knee. *Scand Rehabil Med* 1985;**17**:167-172.