

Monograph

Efectos del Período de Recuperación sobre el Torque del Cuádriceps durante un Protocolo de Evaluación Isocinética en Ancianos

Martín F Bottaro¹, André Russo² y Ricardo Jacó de Oliveira²

¹College of Physical Education, University of Brasilia, Brasil.

²Graduate School of Physical Education, Catholic University of Brasilia, Brazil.

RESUMEN

El propósito de este estudio fue comparar tres intervalos de recuperación de diferente duración durante un protocolo de evaluación isocinética de la fuerza en el ejercicio de extensión de rodillas en veinte hombres ancianos Brasileños (66.30 ± 3.92 años). Los voluntarios, realizaron un test de extensión unilateral de rodilla (Biodex System 3) para determinar torque pico isocinético a 60, 90 y 120°/s. Los tests a las diferentes velocidades de contracción y los diferentes períodos recuperación entre las series (30, 60 y 90 s) fueron llevados a cabo en orden aleatorio en tres días con un período mínimo de recuperación entre cada sesión de 48 horas. Para determinar si había diferencias significativas entre y dentro de las series, se utilizó el Análisis de Varianza (ANOVA) de Una Vía para medidas repetidas. Si bien, la velocidad angular de 60°/s produjo el mayor torque pico, no se observaron diferencias significativas en el torque pico con los diferentes períodos de recuperación. Similarmente, no se observaron diferencias en el torque pico medio entre todos los períodos de recuperación (30, 60 y 90s) con las velocidades angulares de 90 y 120°/s. Los resultados muestran que en sujetos ancianos que realizan un protocolo de evaluación de la fuerza isocinética, un período de recuperación de 30s entre las series es un período de tiempo suficiente antes de la realización de la siguiente serie

Palabras Clave: envejecimiento, fuerza muscular, fatiga muscular, test isocinético

INTRODUCCION

Está bien documentado que la capacidad para generar fuerza por los músculos en humanos se reduce con el incremento de la edad, especialmente después de los 60 años (Fronteira et al., 1991; Hakkinen et al. 1998; Larsson 1978; Lexell, 1995). Esto ha sido atribuido a la reducción de la activación voluntaria (Bilodeau, 2001) y, en mayor medida, a la reducción de la masa muscular (Hakkinen and Pakarinen, 1993), asociada con las alteraciones en el equilibrio hormonal (Mälkiä et al., 1994) y en la cantidad e intensidad de la actividad física.

La valoración de la fuerza muscular es esencial para comprender la capacidad de rendimiento de un sujeto anciano. La fuerza muscular es un atributo necesario para realizar diversas actividades de la vida cotidiana tales como cargar objetos o subir una escalera. Por lo tanto, se requiere de una evaluación confiable y precisa de los parámetros de rendimiento muscular para determinar las capacidades de un individuo anciano y sus potenciales limitaciones (Thompson and Bembem,

1999).

El desarrollo de los dinamómetros isocinéticos ha estimulado la investigación in vivo de las características musculares de los humanos (Kannus, 1992; Ostering, 1986). Al mismo tiempo, el incremento en las máquinas isocinéticas comercialmente disponibles han promovido el desarrollo de aplicaciones clínicas como la rehabilitación de lesiones, medición del torque muscular, el trabajo, la potencia o la resistencia. Además, la evaluación de la función muscular total en sujetos humanos es un criterio de medición ampliamente utilizado para caracterizar y/o evaluar diferentes poblaciones. Sin embargo, existen diversos factores internos y externos en los procedimientos de evaluación isocinética que pueden tener un efecto indeseable sobre los resultados del test (Kannus, 1994). Uno de estos factores podría ser el período de recuperación entre las series durante la evaluación isocinética.

De acuerdo con Parcell (2002), los tiempos de recuperación entre series de ejercicio isocinético reportados en la literatura están en el rango de los 30 s a los 3 min, y en muchos casos los estudios no han reportado los tiempos de recuperación entre las series. Asimismo, en el mismo estudio, Parcell (2002) utilizando sujetos de edad universitaria, reportó que una pausa de 60 s entre la serie de ejercicio isocinético era suficiente para que los sujetos se recuperaran antes de la siguiente serie. Sin embargo, Woods et al (2004) reportaron que para minimizar la fatiga muscular se deberían utilizar idealmente períodos de recuperación de entre 2 y 4 minutos. De esta manera, es claro que no hay un consenso generalizado respecto de la duración de los períodos de recuperación entre series que deben ser utilizados durante la evaluación isocinética, y además hay una falta de estudios de este tipo que hayan utilizado a sujetos ancianos. Por lo tanto, el propósito del presente estudio fue comparar los efectos de tres diferentes períodos de recuperación durante un protocolo de evaluación de la fuerza isocinética en el ejercicio de extensión de rodillas.

MÉTODOS

Sujetos

Este estudio fue aprobado por el Comité de Revisión Institucional de la Universidad Católica de Brasilia, Brasil. Veinte sujetos ancianos del área de Brasilia de entre 60 y 74 años de edad, fueron voluntarios para participar en el presente estudio. Los sujetos fueron seleccionados al azar a partir de los individuos que respondieron a una invitación verbal y a anuncios distribuidos en clubes de salud, clubes sociales y oficinas públicas. Los voluntarios fueron informados acerca de los objetivos, procedimientos, posibles causas de discomfort, riesgos y beneficios del estudio antes de que dieran su consentimiento informado por escrito. Los individuos fueron excluidos del estudio si presentaban historia de enfermedades cardiovasculares, hipertensión o enfermedades de tipo ortopédico.

Se les instruyó a los sujetos que no consumieran alimentos en las cuatro horas previas, alcohol en las 48 horas previas y que no se ejercitaran en las 24 horas previas a su arribo al laboratorio. Luego de su arribo al laboratorio, todos los participantes dieron su consentimiento informado por escrito y completaron diversos cuestionarios. Finalizados los tests, los participantes recibieron la interpretación oral y escrita de los resultados.

Procedimientos Experimentales

Para evaluar el efecto de la duración del período de recuperación sobre el torque pico isocinético durante la extensión de rodilla, los sujetos realizaron un protocolo isocinético estándar en tres días separados por al menos 48 horas. En cada una de las tres visitas, los voluntarios realizaron dos series de cuatro repeticiones isocinéticas a 60°/s, 90°/s y 120°/s y en cada sesión se utilizó un período de recuperación diferente (30, 60 y 90s). El orden en que se utilizaron los diferentes períodos de recuperación y las velocidades de contracción fue contrabalanceado.

Entrada en Calor y Familiarización

Se realizó una entrada en calor utilizando ejercicio de ciclismo y extensiones de rodilla. Los sujetos se ejercitaron durante 5 minutos en un cicloergómetro con una carga de 25-50 Watts. Luego de la entrada en calor en el cicloergómetro, los sujetos se sentaron en el dinamómetro isocinético y llevaron a cabo una entrada en calor con extensiones de rodilla realizando diez a doce repeticiones submáximas de extensiones de rodilla a 300°/s.

Medición del Torque Isocinético

El torque pico isocinético se midió en un Dinamómetro Isocinético Biodex III (Biodex Medical, Inc., Shirley, NY). Los sujetos se sentaron en el dispositivo isocinético con el eje de rotación del brazo del dinamómetro orientado con el eje de rotación de la rodilla derecha. Se utilizaron correas para asegurar el muslo, la pelvis y el tronco de los sujetos al sillón del

dinamómetro para evitar movimientos adicionales del cuerpo. Se registró la posición del sillón y los parámetros del dinamómetro para asegurar que se utilizara el mismo posicionamiento en las tres pruebas experimentales. Se utilizó el epicóndilo lateral del fémur como la marca de referencia para ajustar el eje de rotación de la rodilla con el eje de rotación del brazo del dinamómetro. La corrección por la gravedad se obtuvo midiendo el torque ejercido sobre el adaptador de resistencia del dinamómetro con la rodilla relajada en posición de extensión completa. Los sujetos fueron instruidos para que extendieran y flexionaran la rodilla completamente y para que dieran su máximo esfuerzo en cada una de las series de ejercicio. Los sujetos fueron estimulados verbalmente durante todo el test. Luego de cada serie, se realizó una pausa de 30, 60 o 90 segundos antes de realizar la siguiente serie. Durante los períodos de recuperación se liberó la correa que ajustaba la rodilla para asegurar el flujo sanguíneo irrestricto hacia el cuádriceps. Los procedimientos fueron administrados a todos los sujetos por el mismo investigador. La calibración del dinamómetro Biodex fue llevada a cabo de acuerdo con las especificaciones del fabricante antes de cada sesión de evaluación.

Análisis Estadísticos

Los datos fueron analizados utilizando el análisis de varianza 3×3 para medidas repetidas [tiempo (pre y post intervalo de recuperación) × intervalo de recuperación (30, 60 y 90 s) × velocidad (60, 90 y 120°/s)] y se utilizó el test post hoc de la menor diferencia significativa (LSD) para todas las mediciones del torque pico. El nivel de probabilidad de significancia estadística fue establecido a $p < 0.05$ para todas las comparaciones. Los análisis estadísticos y la carga de los datos en el ordenador fueron llevados a cabo utilizando el programa SPSS (v.10.0). Los datos descriptivos se expresan como medias (\pm DE).

RESULTADOS

Las características físicas de los participantes ($n = 20$) se presentan en la Tabla 1. La inspección inicial de los datos reveló que todas las variables estaban normalmente distribuidas, y no se hallaron datos atípicos ($Z < \pm 3.29$). Por lo tanto, todos los sujetos fueron incluidos en los análisis estadísticos.

Variables	Media (\pmDE)	Rango
Edad (años)	66.3 (3.9)	60 - 74
Talla (m)	1.65 (.06)	1.51 - 1.79
Masa Corporal (kg)	73.0 (10.7)	57.4 - 90.0
Grasa Corporal (%)	17.4 (3.2)	10.4 - 21.7

Tabla 1. Características físicas de la muestra ($n = 20$)

Los análisis iniciales de los datos revelaron que no hubo un efecto de interacción significativo ($p > 0.05$) entre los períodos de recuperación y la velocidad de extensión de la rodilla. Además, no se observó un efecto principal significativo del período de recuperación ($p > 0.05$). Sin embargo, se observó una diferencia significativa ($p < 0.05$) en el efecto principal del torque pico entre todas las velocidades (Figura 1).

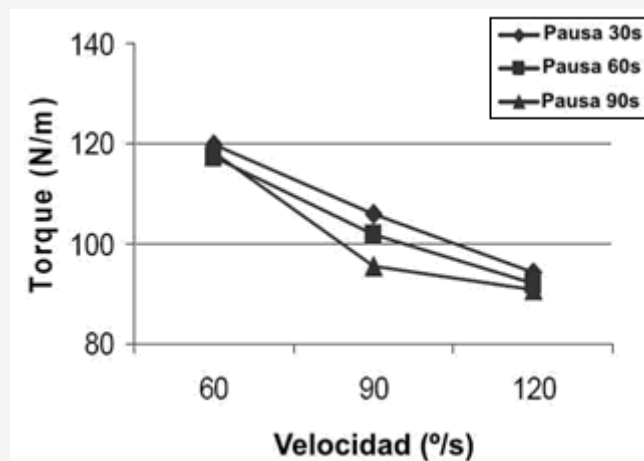


Figura 1. Curvas que representan el torque-velocidad durante el ejercicio de extensión de rodillas

Debido a que no se observó un efecto de interacción, se analizó independientemente el efecto principal de las condiciones de recuperación entre las series. Los resultados del torque pico durante la extensión de rodillas a 60°/s se muestran en la Tabla 2. Los resultados indicaron que no hubo diferencias significativas en el torque pico entre la primera y segunda serie con los períodos de recuperación de 30, 60 o 90 segundos.

Variables	Media (\pm DE)	Δ
PT1-30 s	116.3 (28.9)	
PT2-30 s	119.8 (27.3)	3.45
PT1-60 s	117.2 (29.2)	
PT2-60 s	116.3 (28.3)	0.85
PT1-90 s	117.2 (28.0)	
PT2-90 s	118.1 (29.1)	0.90

Tabla 2. Resultados del torque pico (N/m) durante la extensión de rodillas a 60°/s (n = 20). PT1 = torque pico, 1ra serie; PT2 = torque pico, 2da serie; 30s = período de recuperación de 30 s; 60s = período de recuperación de 60s; 90s = período de recuperación de 90segundos; Δ = PT1-PT2.

La Tabla 3 muestra los resultados del torque pico durante la extensión de rodilla a 90°/s. Los resultados muestran que no hubo diferencias significativas en el torque pico entre la primera y segunda serie con los períodos de recuperación de 30, 60 o 90 segundos.

Variables	Media (\pm DE)	Δ
PT1-30 s	98.8 (25.0)	
PT2-30 s	106.0 (25.0)	7.15
PT1-60 s	98.5 (25.9)	
PT2-60 s	101.9 (26.2)	3.35
PT1-90 s	95.6 (29.3)	
PT2-90 s	94.9 (30.2)	5.80

Tabla 3. Resultados del torque pico (N/m) durante la extensión de rodillas a 90°/s (n = 20). PT1 = torque pico, 1ra serie; PT2 = torque pico, 2da serie; 30s = período de recuperación de 30 s; 60s = período de recuperación de 60s; 90s = período de recuperación de 90segundos; Δ = PT1-PT2.

La Tabla 4 muestra los resultados del torque pico durante la extensión de rodilla a 120°/s. Los resultados muestran que no hubo diferencias significativas en el torque pico entre la primera y segunda serie con los períodos de recuperación de 30, 60 o 90 segundos.

Variables	Media (± DE)	Δ
PT1-30 s	89.0 (20.0)	
PT2-30 s	94.1 (21.0)	5.15
PT1-60 s	86.8 (20.9)	
PT2-60 s	91.9 (22.6)	5.15
PT1-90 s	84.1 (24.9)	
PT2-90 s	90.8 (24.8)	6.75

Tabla 4. Resultados del torque pico (N/m) durante la extensión de rodillas a 120°/s (n = 20). PT1 = torque pico, 1ra serie; PT2 = torque pico, 2da serie; 30s = período de recuperación de 30 s; 60s = período de recuperación de 60s; 90s = período de recuperación de 90segundos; Δ = PT1-PT2.

DISCUSION

Los resultados de este estudio mostraron que no hubo diferencias significativas en la producción de torque a ninguna de las velocidades con los períodos de recuperación de 30, 60 y 90 segundos. El protocolo consistió de cuatro contracciones máximas sucesivas realizadas a tres velocidades (60, 90 y 120°/s) en orden aleatorio. Este protocolo fue seleccionado debido a su similitud con los protocolos de evaluación de la fuerza isocinética generalmente utilizados en otros estudios (Parcell et al., 2002). Los resultados del presente estudio mostraron una declinación significativa en el torque pico con el incremento en la velocidad de contracción. Estos resultados sugieren que la mayor declinación en el torque durante el ejercicio subsiguiente a mayor velocidad puede deberse al mayor agotamiento de las fibras tipo II, mientras que el ejercicio subsiguiente a baja velocidad se ve menos afectado debido al mayor uso de las fibras tipo I (Spendiff and Longford, 2002).

Los hallazgos del presente estudio; sin embargo, parecen ser opuestos a los reportados en otros estudios de la literatura. Pinciveiro et al (1998) reportaron una reducción significativa en el torque pico isocinético concéntrico durante la realización de cuatro series de 10 repeticiones a 90°/s de extensión de rodillas con un período de recuperación entre series de 40 segundos. En un subsiguiente estudio, Pinciveiro et al (1999) también hallaron una reducción significativa en el torque pico isocinético durante la realización de cuatro series de 20 repeticiones a 180°/s con pausas de 40 segundos y en comparación a la utilización de pausas de 160 segundos. Touey et al (1994) también reportaron una reducción significativa en el torque pico durante la realización de cuatro series de 10 contracciones isocinéticas máximas del cuádriceps a 60 o 180°/s y con períodos de recuperación de 30 y 60 segundos.

Bilcheck et al (1993) administraron un test de fuerza isocinética a velocidades de 30 y 120°/s luego de la realización de 3 series de 30 repeticiones en 16 mujeres jóvenes físicamente activas. El grupo experimental (n = 10) realizó pausas entre las series de 2.5, 5 y 10 minutos. Los resultados de este estudio indicaron que durante un protocolo de evaluación de la fuerza isocinética se pueden utilizar períodos de recuperación de 2.5 minutos sin comprometer la producción de fuerza. Estos resultados también son diferentes a los del presente estudio, y esto puede deberse al número de repeticiones realizadas (30 repeticiones) en el estudio de Bilcheck et al (1993). De acuerdo con Brown y Weir (2001), la evaluación isocinética de la fuerza y la potencia debe comenzar en un punto muerto y consistir de cinco o menos repeticiones máximas. Por lo tanto, es difícil la comparación de estos estudios con la presente investigación debido al diferente número de repeticiones realizadas en estos estudios.

Más recientemente, Parcell et al (2002) utilizando once hombres de edad universitaria, llevaron a cabo un estudio en el cual los sujetos realizaron cuatro contracciones máximas a 60, 120, 180, 240 y 300°/s. La velocidad de contracción se realizó en orden ascendente. Los períodos de recuperación entre las series fueron de 15, 60, 180 y 300 s en orden contrabalanceado. Parcell et al (200) reportaron que un período de recuperación de 60 segundos era suficiente para permitir la recuperación antes de la siguiente serie. A diferencia de la presente investigación, Parcell et al (2002) no utilizaron un período de recuperación de 30 segundos. Estos investigadores consideraron que un período de recuperación de 30 segundos no sería adecuado para la evaluación experimental de la producción máxima de fuerza. Sin embargo, en el presente estudio se observó que el período de recuperación de 30 segundos fue suficiente para permitir la recuperación de

la fuerza en sujetos ancianos.

Cuatro repeticiones isocinéticas máximas de en promedio 6 segundos de duración pueden no derivar en la utilización completa de las reservas de fosfocreatina (PCr). Fitts (1994) reportó que al comienzo del ejercicio de alta intensidad, la PCr muestra una rápida declinación, alcanzando el 5-10% del valor pre-ejercicio dentro de los 30 segundos. Además, parece improbable que la PCr limite la producción de fuerza. El único mecanismo posible que implica a la PCr involucra la reducción de la tasa de resíntesis de ATP una vez que la concentración de PCr cae por debajo de un nivel crítico (Fitts, 1994). Similarmente, Kushmerik y Meyer (1985) reportaron que la recuperación de la PCr luego de la actividad contráctil ocurre en dos fases. En el músculo humano, la fase inicial tiene un tiempo medio de 20-30 segundos.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio claramente muestran que la producción de torque pico durante un protocolo de evaluación de la fuerza isocinética llevado a cabo por sujetos ancianos, es similar con períodos de recuperación entre las series de 30, 60 y 90 segundos.

Agradecimientos

Los autores quisieran agradecer a la Fundação de Empreendimentos Científicos e tecnológicos (FINATEC).

Puntos Clave

- La valoración de la fuerza muscular utilizando contracciones isocinéticas en individuos ancianos es un aspecto importante para la prescripción del ejercicio y la rehabilitación
- Se requieren de más investigaciones para determinar el tiempo mínimo entre series de extensiones isocinéticas de rodilla para la evaluación en sujetos ancianos, no obstante 30 segundos parecen ser suficiente para permitir la recuperación de la fuerza.

REFERENCIAS

1. Bilcheck, H. M., Kraemer, W. J., Maresh, C.M. and Zito, M.A (1993). The effects of isokinetic fatigue on recovery of maximal isokinetic concentric and eccentric strength of women. *Journal of Strength Conditioning Research* 77, 43-50
2. Bilodeau, M., Erb, M.D., Nichols, J.M., Joiner, K.L. and Weeks, J.B (2001). Fatigue of elbow flexor muscles in younger and older adults. *Muscle & Nerve* 24, 98-106
3. Brown, L.E. and Weir J.P (2001). ASEP Procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. *Journal of Exercise Physiology* 4, 1-21
4. Fitts, R.H (1940). Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiological Reviews* 74, 49-94
5. Frontera, W.R., Hughes, V.A., Lutz, K.J. and Evans, W.J (1991). A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-year-old men and women. *Journal of Applied Physiology* 71, 644-650
6. Hakkinen, K., and Pakarinen A (1993). Muscle strength and serum testosterone, cortisol and SHBG concentrations in middle-aged and elderly men and women. *Acta Physiological Scandinavica* 148, 199-207
7. Hakkinen, K., Alen, M., Kallinen, M., Izquierdo, M., Jokelainen, K., Lassila, H., Malkia, E., Kraemer, W.J. and Newton, R.U (1998). Muscle CSA, force production, and activation of leg extensors during isometric, and dynamic actions in middle-aged, and elderly men, and women. *Journal of Aging and Physical Activity* 6, 232-247
8. Kannus, P (1992). Normality, variability and predictability of work, power and torque acceleration energy with respect to peak torque in isokinetic muscle testing. *International Journal of Sports Medicine* 13, 249-256
9. Kannus, P (1994). Isokinetic evaluation of muscular performance. *International Journal Sports Medicine* 15, S11-S18
10. Kushmerick, M.J. and Meyer R.A (1985). Chemical changes in rat leg muscle by phosphorus nuclear magnetic resonance. *American Journal of Physiology* 2248, C542-C449
11. Larsson, L (1978). Morphological and functional characteristics of the ageing skeletal muscle in man. A cross-sectional study. *Acta Physiological Scandinavica* S457, 1-36
12. Lexell, J (1995). Human aging, muscle mass, and fiber type composition. *Journal of Gerontology: Biological Science Medical Science* S50, 11-16
13. Ostering L.R (1986). Isokinetics dynamometry: Implications for muscle testing and rehabilitation. *Exercise Sports and Science Reviews* 14, 45-80
14. Parcell, A.C., Sawyer, R.D., Tricoli, V.A. and Chinevere, T.D (2002). Minimum rest period for strength recovery during a common isokinetic testing protocol. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 34, 1018-1022

15. Pincivero, D.M., Lephart S.M. and Karunakara R.G (1998). of intrasession rest interval on strength recovery and reliability during high intensity exercise. *Journal of Strength Conditioning Research* 12, 152-156
16. Pincivero, D. M., Gear, W. S., Moyna, N. M. and Robertson, R. J (1999). The effects of rest interval on quadriceps torque and perceived exertion in healthy males. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 39, 294-299
17. Proctor, D.N., Balagopal, P. and Nair K.S (1998). Age-related sarcopenia in humans is associated with reduced synthetic rates of specific muscle proteins. *Journal of Nutrition* 128, 351S-355S
18. Spendiff, O., Longford, N.T. and Winter, E.M (2002). Effects of fatigue on torque-velocity relation in muscle. *British Journal of Sports Medicine* 36, 431-435
19. Thompson, C.J. and Bemben M.G (1999). Reliability and comparability of the accelerometer as a measure of muscular power. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 31, 897-902
20. Touey, P.R., Sforzo, G.A., and MCmanis, B.G (1994). Effects of manipulating rest periods on isokinetic muscle performance. *Medicine and Science in Sports Exercise* 26, S170
21. Woods, S., Bridge, T., Nelson, D., Risse, K., and Pincivero, D.M (2004). The effects of rest interval length on ratings of perceived exertion during dynamic knee extension exercise. *Journal of Strength Conditioning Research* 18, 540-545

Cita Original

Martim Bottaro, André Russo and Ricardo Jacó de Oliveira. The Effects Of Rest Interval On Quadriceps Torque During An Isokinetic Testing Protocol In Elderly. *Journal of Sports Science and Medicine* (2005) 4, 285 - 290