PubliCE, (PubliCE) 2004

Monograph

Efectos de la Fatiga Provocada por la Realización de Ejercicios con Recorrido de Movimiento Limitado sobre las Funciones en el Recorrido de Movimiento Completo

Brian D Johnston[1]

[1]*Fitness Logistics, Exercise and Performance Testing Center, Sudbury, ON Canada P3A 6C1.*

RESUMEN

Existe cierto debate acerca de si una persona puede incrementar su fuerza en el recorrido completo de movimiento a partir del entrenamiento con ejercicios con recorrido de movimiento limitado. El propósito de este experimento fue determinar el efecto inmediato que podría tener la realización de un ejercicio llevado a cabo a un ángulo articular específico sobre la producción de fuerza en un ángulo articular distante y en el cual no se trabajó. Se hipotetizó que si, debido al trabajo realizado en un ángulo articular específico, se producía una gran transferencia de la fatiga (perdida en la producción de potencia) a otro ángulo articular distante y en el cual no se realizó trabajo, entonces presumiblemente se produciría un "efecto de ejercicio" a lo largo de todo el recorrido articular. Cinco sujetos experimentados y altamente motivados (tres hombres y dos mujeres) fueron seleccionados para participar en el estudio, los cuales tenían un recorrido de edades de entre 17 y 39 años y su experiencia con el ejercicio estaba entre los 2 y 25 años. Todos los sujetos entrenaron hasta el punto de fatiga muscular y exhibieron altos niveles de esfuerzo en la realización de los ejercicios. Se evaluó la fuerza del cuadriceps durante la extensión completa de la rodilla. Luego el muslo fue colocado con un ángulo adicional de flexión de 42º, y se realizaron series de repeticiones de ejercicio isométrico (2 s de tensión ligera, seguidos de 5 s de esfuerzo máximo, seguidos por 2 s para disminuir la tensión, con 5 s finales de recuperación) repetido, para provocar una profunda fatiga en los músculos. Inmediatamente después de la serie de ejercicio (~ 5 s), la pierna fue reposicionada en el ángulo articular inicial, y se midió nuevamente la producción de fuerza para determinar hasta que punto la fatiga resultante del trabajo realizado en el punto de flexión, afectaba este ángulo articular distante del anterior y en el cual no se realizó trabajo. Los resultados revelaron que 4 de los sujetos experimentaron una reducción en la fuerza muscular (desde -17 a -20%) y un sujeto experimentó un incremento (43%). Las reducciones en la fuerza fueron pequeñas en comparación con las reducciones experimentadas en el ángulo articular en el cual se realizó el ejercicio. La fuerza muscular se ve negativamente afectada por la fatiga producida por el ejercicio realizado a un ángulo articular diferente, pero la magnitud de este efecto es pequeña.

Palabras Clave: isométrica, fuerza, contracción, fatiga, tensión

INTRODUCCION

Desde 1955, con la publicación del libro *Power Factor Training* (1), y varios libros especializados en el mismo tema, la popularidad del ejercicio con recorrido de movimiento limitado se ha incrementado significativamente. La popularidad continuó incrementándose con la publicación de libros similares (por los mismos autores) incluyendo *Static Contraction Training* (2) los cuales sugerían que era posible producir incrementos significativos en la hipertrofia muscular y en la fuerza moviendo cargas muy pesadas en una corta distancia (hacia el recorrido de movimiento donde los músculos son más fuertes, donde el brazo de palanca es el mayor), y con solo realizar esto unos pocos minutos a la semana. Aunque el tema de la hipertrofia no está en discusión, ya que no existe evidencia que demuestre que el efecto del desarrollo muscular es producto de la realización de ejercicios en el recorrido completo, si existe evidencia que demuestra que el ejercicio con recorrido de movimiento completo es igual o superior a los ejercicios con recorrido de movimiento limitado para provocar incrementos en la fuerza en todo el recorrido de movimiento, como se explica más adelante.

Arthur Jones (3) y el trabajo MedX Inc. realizado en conjunto con la Universidad de Florida, ha concluido que los músculos caen dentro de una de dos categorías: Tipo S (específicos) y Tipo G (generales). En esencia, un músculo Tipo S produce una respuesta específica al ejercicio en relación al recorrido de movimiento entrenado, la falta de estímulo en un recorrido de movimiento particular no provocará incrementos significativos en la fuerza dentro de este recorrido. A la inversa, una respuesta Tipo G significa que se puede lograr un beneficio global con un trabajo de recorrido limitado (aunque se obtienen mejores resultados con un trabajo específico para un recorrido de movimiento específico). Jones llegó a esta conclusión investigando a cada sujeto independientemente, en lugar de considerar los efectos promedio de un grupo de sujetos. Este investigador además concluyó que el 80% de los músculos de los sujetos tienden a ser Tipo S, mientras que el 20% restante son Tipo G. Además, este autor no tenía idea de porque existía esta anormalidad o que la causaba, sin embargo esta respuesta fue observable y medible entre miles de individuos.

Con respecto a estudios llevados a cabo con grupos de sujetos, Graves et al. (4) determinaron que los sujetos entrenados obtenían mejores resultados en la fuerza en un ángulo articular particular cuando este ángulo articular era ejercitado, aunque se obtenían beneficios en el recorrido de movimiento completo incluso con ejercicios con recorrido de movimiento limitado. Otro estudio (5), en donde se implemento la realización de ejercicios isométricos en dos ángulos articulares diferentes y distantes, sugiere que los incrementos en la fuerza fueron principalmente específicos del ángulo en el cual el músculo fue ejercitado (en esta instancia, el cuadriceps).

METODOS

En base a experiencias aleatorias, nuestro laboratorio ha llegado a las mismas conclusiones que Jones, en cuanto a que algunos músculos tienden a responder de manera favorable como un todo ante un ejercicio con recorrido de movimiento limitado, mientras que otros músculos no lo hacen. Para demostrar estas diferencias individuales procedimos a evaluar a un pequeño grupo de sujetos, comenzando en Diciembre del 2004, para determinar sus respuestas, y de una manera altamente específica, como se describe en los Procedimientos.

En enero del 2005 realizamos dos encuestas por Internet en foros de discusión acerca de ejercicio (6), pidiéndoles a aquellos sujetos con experiencia en la realización de ejercicios con recorrido de movimiento limitado que realizaran una breve conclusión acerca de las respuestas a dicha forma de ejercicio, y las respuestas luego de volver a realizar ejercicios con recorrido de movimiento completo. A los sujetos se les preguntó si cuando volvieron a realizar ejercicios en el recorrido de movimiento completo, luego de experimentar con ejercicios con recorrido limitado, experimentaron (1) un incremento en la fuerza en todo el recorrido de movimiento; (2) una pérdida de fuerza en todo el recorrido de movimiento; (3) no percibieron cambio alguno; o (4) el “efecto” varío entre los diferentes músculos. Los resultados, aunque no fueron monitoreados o controlados científicamente, proveyeron cierto conocimiento empírico proporcionado por dedicados entusiastas del ejercicio, lo cual se presenta en la Tabla 2 de los resultados.

Sujetos

Cinco sujetos experimentados y altamente motivados (tres hombres y dos mujeres) fueron seleccionados para participar en el estudio, los cuales tenían un intervalo de edades de entre 17 y 39 años y su experiencia con el ejercicio estaba entre los 2 y 25 años. Todos los sujetos entrenaron hasta el punto de fatiga muscular y exhibieron altos niveles de esfuerzo en la realización de los ejercicios.

Procedimientos

Cada sujeto se sentó en una máquina para realizar extensiones de rodilla MedX y fue asegurado a esta mediante un cinturón de seguridad. La pierna que no era evaluada era mantenida en posición elevada, los sujetos colocaron sus manos detrás de la cabeza (Figuras 1a y 1b) y se les pidió que mantuvieran relajados todos los grupos musculares excepto aquellos pertenecientes a la pierna izquierda que fue la evaluada (todos los sujetos eran diestros).

Para el experimento se seleccionaron dos ángulos articulares dentro del recorrido de movimiento del cuadriceps. La longitud de la pierna y la estructura corporal alteraron ligeramente el posicionamiento exacto de un sujeto al otro, pero las diferencias fueron relativamente las mismas. Por ejemplo, el sujeto uno fue evaluado a 38º y a 84º, mientras que el sujeto dos fue evaluado a 26º y a 72º, con una diferencia en la posición de evaluación de 46º en ambos casos.

Para el experimento se eligieron dos ángulos articulares bien separados por una importante razón. Fundamentalmente, las diferencias tienen que ser mayores que 15º ya que se ha sugerido que las mejoras en la fuerza se "transfieren" a 12-15º a cada lado del punto entrenado (isométricamente). Por ejemplo, si una persona ejercita isométricamente un músculo en un ángulo de 45º, entonces experimentará ciertos "beneficios" en cada extremo, es decir entre los 30º y los 60º, obteniendo poco o ningún beneficio más allá de estos ángulos (y si es verdad, entonces la magnitud del incremento en la fuerza podría ser progresivamente menor a medida que la distancia se incrementa a partir del recorrido de movimiento limitado ejercitado). Esta creencia puede ser la razón por la cual las máquinas MedX son diseñadas para evaluar isométricamente cada 15º dentro del recorrido de movimiento.

El método detrás de este experimento fue el siguiente:

Se evaluó la fuerza del cuadriceps en condiciones de reposo a través de la extensión completa (pero no en la extensión completa ya que es difícil producir tensión isométrica máxima cerca de la zona de ángulo cero; ver Foto A).

El muslo fue colocado en posición de flexión, y se realizaron series de contracciones isométricas repetidas, para provocar una profunda fatiga en los músculos (ver Foto B). Cada sujeto realizó ejercicios isométricos de manera continua hasta que la fatiga de la pierna fuera observable y considerable (± 40% en la reducción de la fuerza, indicado por la celda de carga). Cada intento máximo de ejercicio isométrico consistió en el siguiente protocolo: 2 s de tensión suave, seguidos de 5 s de esfuerzo máximo, seguidos por 2 s para disminuir la tensión, con 5 s finales de recuperación.

Inmediatamente después de la serie de ejercicio, la pierna fue reposicionada en el ángulo articular inicial (Foto A), y se midió nuevamente la producción de fuerza para determinar hasta que punto la fatiga resultante del trabajo realizado en el punto de flexión, afectaba este ángulo articular distante del anterior y en el cual no se realizó trabajo. Esta etapa se realizó dentro de los 5 s posteriores a la etapa 2, lo cual no permitió mucha recuperación.



Figura 1. *Foto de un sujeto con la pierna izquierda colocada a 26º. La fuerza de la pierna izquierda fue evaluada dos veces durante la extensión, una vez, al comienzo del test, y nuevamente después de una serie de ejercicios que resultaba en una fatiga significativa (ver Foto B).*



Figura 2. *Foto de un sujeto con la pierna izquierda colocada a 72º.Luego de la evaluación inicial de la fuerza (Foto A), la pierna fue colocada en posición de flexión y ejercitada isométricamente en esta posición hasta que el sujeto experimentaba una fatiga significativa.*

RESULTADOS

La Tabla 1 presenta la comparación de los resultados de los cinco sujetos. Cuatro de los cinco sujetos observaron cierto grado de fatiga (reducción de la producción de fuerza) en el ángulo en el cual no se realizó trabajo, como resultado del ejercicio en un ángulo distante, aunque tres de estos cuatro sujetos tuvieron una mayor pérdida funcional en el ángulo articular ejercitado. En el primer sujeto se observó un incremento de la función en el ángulo en el cual no se realizó trabajo, como resultado del ejercicio.

El sujeto uno (hombre de 39 años de edad) requirió de un total de 11 esfuerzos isométricos máximos para reducir su fuerza significativamente durante la serie de ejercicio. Este era el sujeto con mayor experiencia del grupo. El sujeto dos (hombre de 37 años de edad) requirió de un total de 25 esfuerzos máximos para reducir su fuerza significativamente, principalmente debido a que este sujeto, a medida que se fatigaba, comenzó a contraer continuamente otros músculos (abdominales, el muslo opuesto, etc.). No fue sino hasta los últimos cinco intentos, cuando se le indicó, que este sujeto pudo enfocarse mentalmente para relajar completamente (adecuadamente) todos los grupos musculares excepto el cuadriceps que estaba siendo evaluado. Esto nos proporcionó mucha información acerca del papel que desempeñan los músculos externos cuando se trata de aislar un músculo en particular, y especialmente cuando se acerca el punto de fatiga muscular. Parece posible razonar que el llamado “efecto indirecto” que reciben los músculos cuando se están ejercitando otros músculos puede ser, de hecho, un efecto mucho más directo del que se pensaba; es decir un que se alcanza un efecto de estimulación a través de contracciones isométricas muy intensas que pasan desapercibidas como resultado de la concentración (y disconfort) en los músculos que están siendo ejercitados. Arthur Jones (7), por otra parte, ha sugerido que el efecto indirecto es más sistémico (¿hormonal?) por naturaleza y que no tiene nada que ver con la modesta tensión (isométrica) que realizan otros músculos cuando se están ejercitando otros músculos de manera específica.

El tercer sujeto (hombre de 20 años de edad) requirió 29 esfuerzos máximos para provocar una reducción significativa en la fuerza del cuadriceps, y también tuvo problemas para poder relajar todos los músculos excepto el músculo que debía ejercitarse. El cuarto sujeto (mujer de 37 años de edad) requirió de 20 intentos para reducir significativamente la fuerza. El quinto sujeto (mujer de 37 años de edad) requirió de 20 intentos para reducir significativamente la fuerza.

Datos	Sujeto 1	Sujeto 2	Sujeto 3	Sujeto 4	Sujeto 5
Test 1: Evaluación de la fuerza en condición de reposo en un ángulo articular de extensión	45.6kg (38°)	29.44kg (26°)	60.3kg (42°)	35.8kg (30°)	21.3kg (34°)
Serie de Ejercicios: Cantidad de fatiga generada en un ángulo articular de flexión	76.7 a 36.9kg (84°; 51.83% pérdida funcional)	44.1 a 36.9kg (72°; 40.33% pérdida funcional)	56.2 a 26.2kg (85°; 53.4% pérdida funcional)	53.1 a 29.7kg (78°; 44% pérdida funcional)	38.5 a 24.5kg (80°; 36.4% pérdida funcional)
Número de intentos para inducir la fatiga	11	25	29	17	20
Test 2: Producción de tensión/fuerza cuando se realizó el retest en el ángulo articular de extensión	65.14kg (38°)	23.5kg (26°)	39.74kg (42°)	29.7kg (30°)	17.4kg (34°)
Diferencia entre los test pre y post ejercicio	+42.74%	-20.34%	-34.1%	-16.98%	-18.5%
Diferencia entre la fatiga inducida en el ángulo articular de ejercicio y el ángulo articular en el cual no se realizó trabajo	94.57% la diferencia se basa en la ganancia vs. la pérdida	49.57% mayor pérdida funcional en el ángulo articular ejercitado	19.3% mayor pérdida funcional en el ángulo articular ejercitado	61.48% mayor pérdida funcional en el ángulo articular ejercitado	49.18% mayor pérdida funcional en el ángulo articular ejercitado

Tabla 1. *Datos de los cinco sujetos acerca de la aplicación de la fuerza.*

La Tabla 2 presenta los resultados de la encuesta llevada a cabo en Internet, en dos foros de acerca de ciencias del ejercicio, a la cual respondieron 20 sujetos.

Como resultado de la implementación de ejercicios con recorrido parcial de movimiento
He ganado fuerza en todo el recorrido de movimiento– 11.6%
He perdido fuerza en todo el recorrido de movimiento– 53.5%
He mantenido la fuerza en todo el recorrido de movimiento– 11.6%
La respuesta/efecto fue diferente entre los diferentes músculos – 11.6%

Tabla 2. *Resultados de la encuesta llevada a cabo en Internet acerca del entrenamiento con ejercicios con recorrido parcial de movimiento.*

DISCUSION

Los sujetos 2-5 tuvieron una pérdida de la función en un ángulo articular específico como resultado de la ejercitación con

recorrido de movimiento limitado a un ángulo articular diferente y distante, pero ciertamente esta reducción no fue de la misma o igual magnitud, siendo la pérdida funcional un 19.3% a un 61.48% mayor en el ángulo articular ejercitado. El sujeto 1 no experimentó un efecto negativo a partir de la realización de ejercicios a un ángulo articular diferente, aunque este sujeto experimentó la fatiga de mayor magnitud (un 51.83% de pérdida de capacidad funcional) durante el ejercicio. De hecho, este sujeto fue un 42.74% más fuerte o tuvo una mayor capacidad funcional en este ángulo articular diferente luego del ejercicio. Aunque de manera especulativa, la razón de dicho incremento puede deberse a que el ejercicio a un ángulo articular diferente tuvo un efecto generalizado de "entrada en calor", ya que este sujeto mostró una resistencia inusual en sus muslos. Aunque los resultados con este sujeto pueden ser sospechosos, se debería saber que este sujeto fue el autor de este artículo. Yo estaba altamente motivado para realizar las evaluaciones de este experimento, y soy muy consciente de cómo responden mis cuadriceps ante el ejercicio, por lo que los resultados no son sorprendentes. No obstante, si yo fuera eliminado de los resultados totales, todavía sería obvio que la fatiga profunda en un ángulo articular no induce un grado similar de fatiga en otro ángulo articular y, consecuentemente, se podría hipotetizar que habría un menor efecto estimulatorio de entrenamiento en el ángulo articular no ejercitado.

Un Estudio para Comparar

Ciertamente el "experimento" anterior no puede ser considerado un "estudio", pero permítanos comparar nuestros procedimientos y hallazgos con aquellos de un estudio publicados por Massy et al. (8) de 10 semanas de duración, en donde los investigadores tuvieron un grupo (11 sujetos) que realizó tres series del ejercicio de press de banca en todo el recorrido de movimiento. Un segundo grupo (30) realizó tres series del ejercicio de press de banca, pero con recorrido de movimiento limitado. En este estudio recorrido limitado significó que el ejercicio comenzó justo pasando el punto de estancamiento o *sticking point* hasta la extensión completa. Un tercer grupo realizó tanto series de ejercicios con recorrido limitado como series de ejercicios con recorrido de movimiento completo; realizando en las primeras cinco semanas dos series de press de banca con recorrido limitado y una serie con recorrido completo, y en las segundas cinco semanas una serie con recorrido limitado y dos series con recorrido de movimiento completo. No queda claro porque el grupo uno tuvo menos de la mitad de los participantes.

Ahora, si es cierto que existe cierta medida de la "transferencia" en el desarrollo de la fuerza como resultado del ejercicio, presumiblemente en un recorrido de 12-15º a cada lado de cualquier ángulo articular ejercitado, entonces el grupo dos debería haber desarrollado su fuerza en el punto de estancamiento del ejercicio, ya que el grupo que realizó ejercicios con recorrido limitado bajó la carga justo hasta este punto. Esto es importante ya que el "punto de estancamiento" de un ejercicio es el *factor limitante* de la cantidad de peso que puede ser levantado. A medida que esta área particular es fortalecida, incluso por medio del efecto de transferencia, entonces se incrementará la capacidad para levantar cargas progresivamente mayores en el ejercicio de press de banca.

Segundo, la elección del ejercicio no fue buena. El ejercicio de press de banca involucra a los pectorales, al deltoides anterior y al tríceps, además de las fuerzas externas que pueden producir otros músculos, las cuales pueden ayudar en el levantamiento del peso. Con respecto a esto, no es claro que músculo fue el factor limitante o cual fue el que se benefició (a diferentes ángulos articulares) de modo que los participantes lleguen a ser más eficientes en el ejercicio de press de banca, y tampoco queda claro cual de los músculos fue el que ejecutó un recorrido de movimiento limitado y cual ejecutó el recorrido de movimiento completo. Una persona que tenga mucha fuerza en los tríceps, por ejemplo, puede ser capaz de realizar repeticiones más allá del punto de estancamiento aunque los deltoides y pectorales no produzcan fuerza adicional debido a las limitaciones en el protocolo de entrenamiento. Y además, ¿qué ocurre con la mecánica global de cada persona (genética) para levantar la barra en este ejercicio en particular? Las preguntas son numerosas.

Massey et al. concluyeron que aunque cada grupo mejoró a lo largo de todo el estudio, no se observaron diferencias en el incremento entre los grupos. Un problema con respecto a esto es que las diferencias individuales no fueron consideradas, como lo demostró nuestro experimento, y los resultados de cada participante fueron "promediados" en la conclusión. Si el lector se retrotrae a los resultados producidos por nuestros sujetos, observará que nosotros nos hemos concentrado en cada persona (y músculo) individualmente y con el mayor grado de aislamiento posible, con el posicionamiento exacto, evaluando de manera isométrica; y con un tiempo de evaluación de aproximadamente cinco minutos por sujeto, a diferencia de las diez semanas de metodología cuestionable que no dice nada en particular acerca de ninguna persona, músculo o efectividad del protocolo de entrenamiento.

CONCLUSIONES

Con los datos señalados anteriormente podemos concluir que si el ejercicio con recorrido de movimiento limitado tuvo una influencia positiva sobre las ganancias de fuerza a diferentes ángulos articulares, entonces el grado de fatiga debería

haber sido similar en los diferentes ángulos articulares. Esto es razonable ya que el estímulo de ejercicio (para estimular ganancias) resulta en cierto grado de fatiga o agotamiento muscular, y el grado de fatiga, o la falta de dicha fatiga debería tener una relación en el efecto potencial del ejercicio.

A partir de los datos de estos cinco sujetos (y de las conclusiones señaladas anteriormente y de la evidencia empírica obtenida con las encuestas) se puede concluir que:

Algunas personas/músculos responden bien ante el ejercicio con recorrido de movimiento limitado, produciendo mejoras en el recorrido completo de movimiento, aunque los *mejores* resultados se obtienen en el ángulo articular entrenado.

Algunas personas/músculos producen un efecto modesto en el recorrido completo a partir del ejercicio con recorrido de movimiento limitado.

Algunas personas/músculos necesitan realizar ejercicios con el recorrido de movimiento completo para obtener resultados en el recorrido completo.

En ciertas ocasiones, i.e., con el público general, esto puede no ser una preocupación importante. Para atletas y para aquellos sujetos que realizan trabajos físicos que desafían y fatigan la integridad de los tejidos en ángulos específicos o que involucran una mecánica única, dicha información no debería ser ignorada. Por esta razón, el ejercicio debería ser llevado a cabo a través del mayor recorrido de movimiento posible, y preferiblemente con máquinas de resistencia variable que adaptan la producción de fuerza muscular (ya que los cambios en la producción de fuerza se producen desde un ángulo articular al siguiente). Y, el mantenimiento de una posición particular por mucho tiempo durante tareas relacionadas con el trabajo puede resultar en un exceso de fatiga y en la lesión de los tejidos, por lo cual, la mejora de la fuerza y de la resistencia muscular en dichos ángulos articulares es beneficiosa.

Aunque el movimiento en el recorrido total no fue evaluado en este experimento (e.g., recolección de datos aproximadamente cada 15º, y su interpolación para crear una curva de fuerza), la comparación de las diferencias entre dos ángulos articulares distantes indica que la fatiga provocada por el ejercicio tiene un efecto localizado, ya que la mayor respuesta a la fatiga es relativa al ángulo o recorrido articular de ejercicio. De esta manera, este estudio a corto plazo acerca de la "fatiga" puede respaldar las conclusiones extraídas de investigaciones de larga duración que indican que las diferencias en la mejora de la fuerza entre diferentes ángulos articulares parece también ser localizada, i.e., más significativas en donde se realiza la aplicación/estimulación.

Agradecimientos

Gracias a CSC Force Measurements Inc. (www.cscforce.com) por proporcionarnos el hardware necesario para este experimento.

Dirección para el envío de correspondencia

Brian D. Johnston, Fitness Logistics I.A.R.T., 5 Abigail Court, Sudbury, ON P3A 6C1 Canada. info@ExerciseCertification.com

REFERENCIAS

1. Sisco and Little (1997). Power Factor Training: A Scientific Approach to Building Lean Muscle Mass. *McGraw-Hill*
2. Sisco and Little (1998). Static Contraction Training. *Mc-Graw Hill*
3. Jones, Arthur (1993). The Lumbar Spine, the Cervical Spine and the Knee: Testing and Rehabilitation. *pp. 82-85*
4. Graves, J.E., Pollock, M.L., Leggett, S.H., Carpenter, D.M., Fix, C.K., & Fulton, M.N (1992). No Disponible. *Med Sci Sports Exer 1992; 24: 128-133*
5. Lindh M (1979). Increase of muscle strength from isometric quadriceps exercises at different knee angles. *Scand J Rehabil Med.; 11(1):33-36*
6. No Disponible (2004). www.ExerciseCertification.com and www.DrDarden.com. *No Disponible*
7. Jones, Arthur (1973). No Disponible. *Nautilus Bulletin #1*
8. Massey CD, Vincent J, Maneval M, Moore M, Johnson JT (2004). An analysis of full range of motion vs. limited range of motion training in the development of strength in untrained men. *J Strength Cond Res; 18: 518-521*

Cita Original

Johnston BD. The Effects Of Fatigue From Limited Range Exercise On Full Range Function. JEPonline. 8 (5): 15-21, 2004.