

Efectos del entrenamiento de fuerza en miembros inferiores sobre el perfil antropométrico

Profile effects over lower limb workout

Lina María Montealegre Mesa*

Presentado: 20 de febrero de 2010 Aprobado: 20 de abril de 2010

Resumen

Introducción: en este artículo se describen los efectos del entrenamiento de la fuerza en miembros inferiores luego de la aplicación de tres técnicas: el desarrollo muscular, la pirámide ascendente y la pirámide descendente a las mujeres que asistieron al gimnasio de la Universidad Cooperativa de Colombia, seccional Neiva, en el periodo 2008-2009. **Metodología:** el tipo de investigación es cuasi-experimental, en la cual se aplica una evaluación inicial y final de la fuerza muscular para determinar los efectos del trabajo de las técnicas, controlando las fases de entrenamiento de cada una de ellas. La muestra correspondió a 30 mujeres, entre los rangos de edad de 18 a 24 años, pertenecientes a los semestres de II, III y IV del programa de Fisioterapia de la Fundación Universitaria María Cano, extensión Neiva. Los criterios de exclusión para este estudio son el entrenamiento de la población en otros gimnasios y el somatotipo endomórfico. **Resultados:** los resultados obtenidos permiten concluir que la técnica de desarrollo muscular es la que mejor se adapta para mejorar esta cualidad física en la población femenina del gimnasio. **Conclusiones:** el método más efectivo para aplicar a los usuarios es el de desarrollo muscular, el cual permite establecer los parámetros de la carga progresando de acuerdo con la ganancia de fuerza del usuario, sin generar grandes cambios en los índices de fatiga.

Palabras clave: fuerza, pirámide ascendente, pirámide descendente, desarrollo muscular, entrenamiento.

Abstract

Introduction: this study describes the effects of strength training on lower limb after application of three techniques: muscle development, ascending pyramid, and descending pyramid to women who attended the Gymnasium of the Cooperative University of Colombia-Neiva in the period 2008-2009. **Methodology:** the research is quasi-experimental, which is applied in an initial assessment and final muscle strength to determine the effects of the techniques work, controlling the training phases of each. The sample consisted of 30 women between the age ranges from 18 to 24 years, belonging to the semester II, III and IV of Physical Therapy Program of the University Foundation Neiva María Cano extension. Exclusion criteria for this study are training people in other gyms and somatotype endomorphic. **Results:** the results obtained indicate that the technique of muscle development, is best suited to improve the physical quality in the female population of the gym. **Conclusions:** the most effective method for applying to users is the muscle development method, which allows for load parameters progressing in accordance with the user's strength gain without generating significant changes in rates of fatigue.

Keywords: Strength, ascending pyramid, descending pyramid, muscle development, training.

* Docente programa de Fisioterapia, de la Fundación Universitaria María Cano, sede Neiva. Fisioterapeuta, Especialista en Intervención Integral en el Deportista. Estudiante de maestría en Intervención Integral en el Deportista. Universidad Autónoma de Manizales. Correo electrónico: montealegremesa@hotmail.com

Introducción

La fuerza es una cualidad motriz básica y participa de mayor o menor manera en todos los ejercicios (Hegedüs, 2005), y “suele ser un agente fundamental para el desarrollo de las demás cualidades físicas” (Mata, 2005). Es, entonces, un determinante en diversas actividades de la vida.

El músculo debe generar adaptaciones para estas actividades, en consecuencia, mediante un entrenamiento efectivo se puede conseguir que la fuerza mejore las condiciones intramusculares como el aumento de tamaño, el cual permite la formación de los puentes cruzados entre la actina y la miosina y, por ende, el aumento de la fuerza. Esto se ve reflejado en dos formas de crecimiento: una a través de la hipertrofia y la otra mediante la hiperplasia.

La primera hace aumentar el tamaño de las fibras musculares individuales y la segunda observa un aumento del número de fibras musculares, es decir, la hipertrofia es el crecimiento principal del músculo. La existencia de hiperplasia en los seres humanos es polémica y, si sucede, es probable que su contribución al crecimiento muscular sea muy pequeña (menos del 5%) (Brown, 2008), haciendo que en la sociedad se perciba su práctica regular como influencia en el crecimiento exagerado de los músculos, haciéndolos ver “demasiado crecidos”, asociando la figura masculina a esta estructuración física. Sin embargo, actualmente el ejercicio y el entrenamiento de la fuerza ha tomando importancia en ambos sexos, variando desde lo estético hasta la preparación física deportiva, pues permite, entre otros beneficios, evitar la sarcopenia a futuro y la osteoporosis, disminuir el porcentaje de la grasa corporal, definiendo los músculos, en el caso de las mujeres. La fuerza es una de las

denominadas capacidades físicas básicas y se define como la capacidad de generar tensión intramuscular frente a una resistencia, independientemente de que se genere o no movimiento (Donato, 2001). Entre los distintos tipos de fuerza, se consideran la fuerza máxima, la fuerza-potencia y la fuerza-resistencia.

Según (Hegedüs, 2005), algunos de los beneficios del entrenamiento de la fuerza en las mujeres se establecen como mejor modelado óseo, tejidos conectivos más resistentes, mayor capacidad y fuerza funcional, mayor masa magra corporal, menor grasa corporal no funcional, mayor tasa metabólica, mejor salud mental, mejor autoestima, y dentro de lo más importante para las mujeres, es que previene y retrasa la aparición de la osteoporosis.

En la práctica del gimnasio de la Universidad Cooperativa de Colombia, seccional Neiva, predomina la asistencia del sexo femenino, el cual presenta gran interés y motivación en el mejoramiento de la fuerza muscular en miembros inferiores, específicamente. Según Hegedüs (2005), el entrenamiento de la fuerza contribuye al aumento de la capacidad cardiovascular, a mejorar el rendimiento durante una actividad e, incluso, a la quema de grasa, favoreciendo el adelgazamiento.

Según registros condensados en las valoraciones generales iniciales contrastadas con las valoraciones generales finales de los usuarios del gimnasio de la Universidad Cooperativa de Colombia, seccional Neiva, entre el 2007 y el 2008 se observó que la tendencia en el mejoramiento de la fuerza muscular durante el entrenamiento de esta cualidad física en máquinas o en piso no registraba cambios mayores en su desarrollo. Por tanto, se hace pertinente este estudio para satisfacer las necesidades de las estudiantes y, asimismo,

contribuir a estandarizar una técnica que favorezca el entrenamiento de la fuerza para mejorar el estilo de vida saludable, contribuyendo a mejorar la imagen corporal.

De igual forma, se desarrollan competencias aplicativas en el entrenamiento físico de personas sedentarias activas, analizando los diferentes efectos en el nivel de condición física, índice de masa corporal (IMC), perímetros y en la aplicación de cada técnica en los músculos cuádriceps, isquiotibiales, gastrocnemios y glúteo mayor, teniendo en cuenta la alimentación.

Métodos

Se diseñó un estudio de tipo cuasi-experimental, en el cual se manipulan las variables de interés sin asignación aleatoria de los individuos del estudio (Rebolledo, 2003). Los grupos se establecieron de acuerdo con los resultados de valoración inicial. Uno de los criterios de exclusión fue el somato tipo endomórfico, tomado según la clasificación de Sheldon (citado en Sillero, 2006) de manera cualitativa y según lo obtenido desde la sumatoria de pliegues, tomados en la valoración inicial del gimnasio, de forma cuantitativa, ya que no se contaba con la somatocarta.

El estudio fue de tipo ensayo de campo porque permitió analizar inicialmente a los usuarios desde la valoración antropométrica general que se realiza en el gimnasio: pliegues, perímetros, diámetros; valoración de cualidades físicas condicionales: fuerza, resistencia, velocidad de reacción y flexibilidad en el campo de trabajo, en las máquinas, permitiendo tomar a los participantes como aptos para ingresar a la investigación, empleando además un método de observación directa.

Se aplica una evaluación inicial de fuerza máxima de una sola serie y de una sola

repetición, con el fin de establecer que una repetición máxima (1 RM) es la cantidad de peso que se puede vencer de forma concéntrica una sola vez.

La determinación de la carga correspondiente a una repetición máxima es la forma más generalizada por los entrenadores y el método más simple para determinar la fuerza máxima dinámica de cada grupo muscular. Según Brown, "la línea basal que puede usarse para determinar la intensidad y las cargas de las sesiones posteriores" (2008). En este estudio se hizo énfasis en la realización en cuanto a velocidad de ejecución, desarrollada en forma lenta, con rango completo del movimiento articular y progresando de 5 libras en 5 libras, aumentando la intensidad de la carga (peso) cada 15 días a tolerancia de las condiciones fisiológicas del usuario como la manifestación de fatiga. Se les pidió a los sujetos que establecieran según la escala de esfuerzo percibido (Escala Borg modificada) (Alavero y López, 2010), antes y durante la ejecución del gesto y posterior a éste cómo era su percepción de fatiga, según la escala (López, 2010), manejando niveles en promedio de: método de desarrollo muscular de 4/10 (algo fuerte), método de pirámides entre 7 a 9/10 (muy fuerte).

La muestra fue de 30 personas de sexo femenino, en edad promedio de 19,6 años ($r = 18$ a 24 años). Luego de aplicar los criterios de inclusión, se aplicó a 7 estudiantes de II semestre el método de desarrollo muscular, cuyo tiempo de entrenamiento previo en el gimnasio fue de 12 semanas. A 15 estudiantes de III semestre se les desarrolló el método de pirámide ascendente, cuyo tiempo de entrenamiento previo en el gimnasio fue de 24 semanas, y 8 estudiantes de IV semestre se trabajaron con el método de pirámide

descendente, cuyo tiempo de entrenamiento previo en el gimnasio fue de 36 semanas. Lo anterior se reporta de acuerdo con el periodo de entrenamiento del usuario en el gimnasio, cuyo tiempo oscila en 12 semanas.

Se desarrolló un programa de entrenamiento con una duración de 12 semanas. Previo a este periodo se desarrolló un programa de acondicionamiento físico general desde actividades de resistencia, el cual duró 4 semanas. La frecuencia fue de 3 veces por semana a intensidades variables según los métodos

desarrollados en sesiones de 60 minutos de aplicación del entrenamiento (incluyendo: fase inicial y final de 15 minutos, fase central 30 minutos).

En la tabla de metodología del entrenamiento de la fuerza se muestran los protocolos de aplicación de cada una de las técnicas: de evaluación, en el caso de la fuerza máxima, y de las de intervención, en el caso de los métodos de entrenamiento para el desarrollo de la fuerza de las mujeres en los miembros inferiores.

Tabla 1. Metodología del entrenamiento de fuerza

Técnica	Intensidad (%)	Repetición	Series	Descanso	Velocidad-ejecución
Test valoración de fuerza máxima	100	1	1 a 2	No	Rápida
Desarrollo muscular	40 a 60	8-12	3-5	1, 5' - 2'	Lenta y sin interrupciones
Pirámide ascendente	65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100	10, 9, 8, 7, 6, 5, 3, 1	8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1	1'-3'	Baja-medio
Pirámide descendente	100, 95, 90, 85, 80, 75, 70, 65	1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	1'-3'	Baja-medio

Fuente: Herrera (2007)

En los métodos de entrenamiento de la fuerza, como el de las pirámides, se combinan varios aspectos de los protocolos de fuerza máxima e hipertrofia, donde el volumen es elevado, es decir, series y repeticiones varias. Éste se caracteriza por sostener una carga pesada, propia de los entrenamientos de fuerza máxima (Brown, 2008). Mientras que el método de desarrollo muscular "requiere someter la musculatura a tensiones sub máximas (50-80%), repetidas muchas veces (30 o más por sesión, por lo menos tres veces por semana) con micro pausas, alrededor de dos minutos" (Ramos, 2001).

Se emplearon las máquinas Press de 45°, con las que se valoraron y trabajaron los cuádriceps, en barra libre se valoraron y trabajaron los glúteos máximos y los gastronecmios, y en la hacka se trabajaron y valoraron los isquiotibiales.

Se registraron los cambios físicos presentados por los sujetos del estudio tipo: perímetros e índice de masa corporal (IMC). Se adoptó la establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (citado en Osuna, 2006) (menor a 18: infrapeso, 18 y 24,9: peso normal, 25-29,9: sobrepeso y menor o igual a 30 kg/m²: obesidad).

En la fase intermedia se retira una usuaria de la muestra inicial del método de pirámide descendente, debido a una cirugía ginecoblástica practicada. Para el análisis de los datos se utiliza una tabla dinámica de Excel, los resultados se expresan en porcentaje y se hacen comparaciones de las dos evaluaciones de fuerza máxima muscular (inicial y final). Se diligencia el formato de consentimiento informado y derechos de imagen desde el inicio del proyecto para responder a los derechos de privacidad y libre participación de los sujetos de estudio.

Resultados

Se realizó una comparación de los rangos de IMC según la calificación de la OMS. En el método desarrollo muscular se presentó en

la valoración inicial un 71% de usuarias en el rango de bajo peso, disminuyendo en la valoración final a un 43%, encontrándose un aumento en la normalidad del peso (tabla 2).

En el método pirámide ascendente, que se trabaja con “cargas livianas y cada serie posterior se realiza con una carga más pesada” (Brown, 2008), se presentó en la valoración inicial un 73% de usuarias en el rango de peso normal, disminuyendo en la valoración final a un 67%, encontrándose una disminución en el 7% de usuarias con sobrepeso y un aumento del 13% en el rango de bajo peso (tabla 2). En el método pirámide descendente, cuyo método se trabaja con “cargas pesadas y cada serie posterior se realiza con carga liviana” (Brown, 2008), se observa que no hay modificaciones en la valoración inicial y final del IMC de las usuarias (tabla 2).

Tabla 2. Variable del IMC métodos de entrenamiento: desarrollo muscular, pirámide ascendente y pirámide descendente

Rangos IMC (Kg/M2)	Desarrollo muscular				Pirámide ascendente (%)				Pirámide descendente (%)			
	FI	FI	FF	FF	FI	FI	FF	FF	FI	FI	FF	FF
14-18 kg Bajo peso	5	71	3	43	3	20	5	33	5	62	5	62
18-24,9 kg Peso normal	2	29	4	57	11	73	10	67	3	38	3	38
25,0-29,9 kg Sobrepeso	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0
Total	7	100	7	100	15	100	15	100	8	100	8	100

Fuente: Trabajo del grupo. FI: frecuencia inicial (valoración inicial) y FF: frecuencia final (valoración final)

En relación con los perímetros, en el muslo se produce un aumento de hasta 2 cm con el método de pirámide ascendente en un 33,3% de las usuarias participantes en el estudio, a dife-

rencia de los otros dos métodos, los cuales sólo reportan un incremento de hasta 1 cm de diferencia entre valoración inicial y final de los perímetros del muslo como dato principal (tabla 3).

Tabla 3. Variable de perímetro del muslo derecho e izquierdo

Aumenta en centímetros	Desarrollo muscular		Pirámide ascendente		Pirámide descendente	
	n.º	%	n.º	%	n.º	%
0 cm – 1 cm	7	23,6	3	10	5	16,6
1,1 cm – 2 cm	0	0	10	33,3	2	6,6
2,1 cm – 3 cm	0	0	1	3,3	1	3,3
Más de 3 cm	0	0	1	3,3	0	0
Total	7	23,6	15	50	8	26,4

Fuente: Trabajo del grupo

En los perímetros de las piernas, el método de desarrollo muscular es el que registró un aumento de 2 cm registrado en el 11% y más de 3 cm registrado en el 10% de las usuarias. Con

la pirámide ascendente se incrementó hasta 1 cm en el 50% de las usuarias. En el método de pirámide descendente, se registró en un 27,5% el aumento de hasta 2 cm (tabla 4).

Tabla 4. Variable de perímetros de la pierna derecha e izquierda

Aumenta en centímetros	Desarrollo muscular		Pirámide ascendente		Pirámide descendente	
	n.º	%	n.º	%	n.º	%
0 cm – 1 cm	0	0	15	50	0	0
1 cm – 2 cm	4	11	0	0	7	27,5
2 cm – 3 cm	0	0	0	0	0	0
Más de 3 cm	3	10	0	0	1	1,5
Total	7	21	15	50	8	29

Fuente: Trabajo del grupo

De acuerdo con lo anterior, se puede establecer que el método que presenta una homogénea progresión en cuanto al índice de masa corporal y de perímetros es el método de desarrollo muscular.

Discusión

En un estudio de los efectos del entrenamiento de la fuerza muscular, se estableció, entre otras características, que contribuye a la disminución del porcentaje de grasa corporal,

favoreciendo el adelgazamiento general del individuo (Hegedüs, 2005). Esto se da debido a que cada litro de oxígeno que se consume gasta alrededor de 5 kilocalorías. Cuando se entrena con pesas alrededor de 3 meses, según lo registrado por Mahecha Matsudo y Rodrigues Matsudo (Hegedüs, 2008), se observa que, en los individuos con obesidad se aumentaba la movilización de ácidos grasos libres (AGL) durante la ejecución del ejercicio, estimulando con ello la mejora en la actividad

de los receptores beta-adrenérgicos. Las catecolaminas posactividad registraron un efecto termogénico, es decir, aumentaron la oxidación de ácidos grasos durante este periodo.

De acuerdo con lo anterior, el peso de las participantes en el estudio registra una reducción de un 7% entre la valoración inicial y final (del rango de 56 a 60 kg, se pasa al rango de 51 a 55 kg).

Según Domínguez y cols. (2002), se estableció que la hipertrofia se da con un método de trabajo “de muchas repeticiones y poca carga, aproximadamente del 60 al 70% de la máxima contracción voluntaria” (2002). Esto permite establecer que el método de entrenamiento desarrollo muscular produce adaptaciones como: retardar los procesos de fatiga muscular y generar cambios ultra estructurales como la hipertrofia, vistos a lo largo de la aplicación del método de entrenamiento. El manual del American College of Sport Medicine (ACSM, 2002) muestra que aquellos ejercicios con pesas de baja intensidad y alta repetitividad permiten estimular la reducción del peso corporal debido al aumento del gasto calórico diario, además de contribuir para estimular la hipertrofia, potencia muscular y la mejora en la capacidad funcional.

Según López (2006), un programa de entrenamiento para la población adulta sana está recomendado manejar unas intensidades moderadas, con el fin de llevar a cabo la adaptación del sistema muscular al ejercicio. En este caso, en el estudio se observó un incremento del tamaño de la fibra muscular registrado en los perímetros del muslo, con 23,6% con el método de desarrollo muscular en el rango de 0 a 1 cm.

Conclusiones

En este proceso investigativo se determina que el método más efectivo —por los diferentes resultados mencionados anteriormente— para aplicar a los usuarios que asisten al gimnasio, es el método de desarrollo muscular, el cual permitió establecer los parámetros de la carga progresando de acuerdo con la ganancia de fuerza del usuario sin generar grandes cambios en los índices de fatiga, de acuerdo con lo registrado por los usuarios cuando se indagaba acerca de su percepción de esfuerzo, según la escala de esfuerzo percibido y creando adaptaciones al gesto deportivo.

Los usuarios de este método finalizaron en un 65% de la intensidad de la carga con 5 series de 20 repeticiones, progresando sin mayores dificultades cada 15 días en la progresión de la carga: de 10 a 60 libras.

Referencias

- Alavero, J. R. (2005). “Apuntes curso sobre protección de riesgos en la ejecución de las actividades físico deportivas” [en línea], disponible en: http://www.juntadeandalucia.es/turismocomercioydeporte/documentacion/apuntes/23756/23756_6.pdf. Consultado 26 de febrero de 2010, recuperado: 25 de noviembre de 2009.
- Brown Lee, E. (2008). *National strength y conditioning association, entrenamiento de la fuerza*, Barcelona, Médica Panamericana.
- Domínguez de la Rosa, P. et ál. (2002). “Bases fisiológicas de entrenamiento de la fuerza con niños y adolescentes” en *Revista internacional de medicina y ciencias de la actividad física y el deporte*, vol. 3, pp. 61-68 [en línea], disponible en: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista9/artfuerza.htm>, recuperado: 25 de noviembre de 2009.

- Donato, G. (2001). "Entrenamiento de la fuerza" [en línea], disponible en: <http://www.entrenamientodelafuerza.com/fuerza20%/htm>, recuperado: 25 de noviembre de 2009.
- Hegedüs, J. (2005). "Fuerza física muscular" [en línea], disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd9/heged91.htm>, recuperado: 28 de octubre de 2009.
- Herrera, C. (2005). "La mujer y el entrenamiento de la fuerza" [en línea], disponible en: www.efdeportes.com, recuperado: 2 de diciembre de 2009.
- López Chicharro, J. et ál. (2006). *Fisiología del ejercicio*, (3ra edición), Madrid, Panamericana.
- Mata, D. (2005), "Efectos del entrenamiento de la fuerza" [en línea], disponible en: <http://jlgarcia.galeon.com/tecnica/fuerza.htm>, recuperado: 2 de noviembre de 2009.
- Rebolledo Aguilar, F. (2003), "Conceptos básicos de epidemiología y estadística, apreciación de un neurólogo" [en línea], disponible en: http://www.ine.gov.ar/biblio_pdfs/epi4.pdf, recuperado: 22 de diciembre de 2009.