

Monograph

Influencia del Orden de los Ejercicios sobre la Fuerza Máxima y el Grosor Muscular en Hombres Desentrenados

Liliam F Oliveira, Thiago T Matta, Humberto Miranda, Roberto Simão, Juliano Spinetti, Belmiro F de Salles, Fabricio Miranda y Pablo B Costa

Physical Education Post-Graduation Program, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil.

RESUMEN

El orden tradicional de los ejercicios establece que los ejercicios para los grupos musculares grandes o los multiarticulares deberían realizarse antes que los ejercicios para los grupos musculares pequeños o monoarticulares. El propósito de este estudio fue analizar la influencia del orden de los ejercicios sobre la fuerza y el grosor muscular (MT) en hombres desentrenados después de 12 semanas de un programa de entrenamiento con sobrecarga utilizando un modelo de periodización lineal. A los participantes se los asignó a tres grupos al azar. Un grupo comenzó con ejercicios para los grupos musculares grandes y progresaron hacia los grupos pequeños (LG-SM) mientras que otro comenzó con los pequeños y avanzó hacia los grupos musculares grandes (SM-LG). El orden de los ejercicios para LG-SM fue press de banca (BP), tirones en polea (LPD), extensión de tríceps (TE) y curl de bíceps (BC). El orden para SM-LG fue BC, TE, LPD y BP. El tercer grupo sirvió como grupo de control (CG). La frecuencia de entrenamiento fue de dos sesiones de entrenamiento/semana, con al menos 72 hs entre las sesiones. Antes y después de las 12 semanas de entrenamiento se evaluó la fuerza en una repetición máxima (1RM) para todos los ejercicios y el MT de bíceps y tríceps (mediante la técnica de ultrasonido). Después de 12 semanas, se observaron mejoras significativas en la fuerza en 1RM en todos los ejercicios y para ambos grupos de entrenamiento en comparación con el CG, con excepción del BC en LG-SM. Con excepción del BC en LG-SM y el BP en SM-LG, ambos grupos de entrenamiento exhibieron mejoras significativas en la fuerza en todos los ejercicios entre las evaluaciones pre y post-entrenamiento. Los valores de MT de los tríceps para ambos grupos de entrenamiento fueron significativamente mayores que los del CG, pero sin diferencias significativas entre ellos ($p > 0.05$). Solo se observaron diferencias significativas entre los valores pre y post entrenamiento en el MT del grupo SM-LG ($p < 0.05$), mientras que el MT de bíceps presentó diferencias significativas sólo entre los grupos LG-SM y el CG ($p < 0.05$). Los datos del tamaño del efecto demostraron diferencias en la fuerza en 1RM y el MT de tríceps en base al orden de los ejercicios. En conclusión, si un ejercicio es importante para objetivos específicos del entrenamiento, éste debería realizarse al comienzo de la sesión de entrenamiento, sea o no un ejercicio para los grupos musculares grandes o pequeños.

Palabras Clave: fuerza muscular, levantamiento de pesas, ejercicio, aptitud física

INTRODUCCION

El orden tradicional de los ejercicios establece que los grupos musculares grandes o los ejercicios multiarticulares deberían realizarse antes que los ejercicios para grupos musculares pequeños o los monoarticulares, porque esta secuencia de ejercicios puede dar como resultado mayores ganancias de fuerza a largo plazo (American College of Sports Medicine, 2002; 2009; Kraemer y Fleck, 2007; Sforzo y Touey, 1996). Recientemente, Simão et al. (2005; 2007) observaron que realizar ejercicios para los grupos musculares grandes o pequeños al final de una secuencia de entrenamiento con sobrecarga dio como resultado repeticiones significativamente menores en comparación con los mismos ejercicios realizados al comienzo de la sesión de entrenamiento.

Con resultados bastante similares respecto a la cantidad de repeticiones, Gentil et al. (2007) recomendaron que si el profesional de fuerza y acondicionamiento desea aumentar al máximo el rendimiento del atleta en un ejercicio específico con sobrecarga, éste ejercicio debería hallarse al comienzo de la sesión de entrenamiento con sobrecarga. En contraste, Spreuwenberg et al. (2006) demostraron que el orden de los ejercicios puede promover un mayor desarrollo de la potencia cuando el ejercicio se encuentra al final de una única sesión de entrenamiento, a pesar de las disminuciones en el trabajo total y la cantidad de repeticiones realizadas por sesión.

Un estudio reciente que llevaron a cabo Farinatti et al. (2009) mostró que el orden de los ejercicios no tuvo ningún efecto sobre el trabajo total, el VO_2 o el gasto de energía asociado a las secuencias de ejercicios compuestas de los mismos ejercicios para el tren superior. Sin embargo, el último ejercicio en una determinada secuencia exhibió un VO_2 más elevado en los períodos de descanso entre las series, lo que puede reflejar la acumulación de fatiga desde los ejercicios previos. Por lo tanto, si bien el orden de los ejercicios resulta en una reducción en el número de repeticiones completadas en las series de los ejercicios que se realizan en la parte final de una sesión de entrenamiento, esto no parece afectar el volumen total de entrenamiento, el VO_2 , ni el gasto energético. Además, Bellezza et al. (2009) sugirieron que el orden de los ejercicios en el cual se realizan en primer lugar los ejercicios para los músculos pequeños y posteriormente los ejercicios para los grupos musculares grandes puede tener resultados beneficiosos tanto fisiológicos como psicológicos e influenciar de manera potencial la adherencia al ejercicio en las etapas iniciales del entrenamiento.

Para el conocimiento de los autores, hasta el momento existen pocos estudios, sobre metodología del entrenamiento, publicados en la literatura que hayan manipulado el orden de los ejercicios para investigar su influencia sobre las mejoras en la fuerza y el incremento en el grosor muscular (MT). En un estudio previo llevado a cabo en este laboratorio (Dias et al., 2010) se analizó la influencia del orden del ejercicio sobre la fuerza en hombres jóvenes desentrenados después de ocho semanas de entrenamiento. Un grupo comenzó con ejercicios para los grupos musculares grandes y progresó hacia los grupos pequeños, mientras que otro comenzó con ejercicios para los grupos musculares pequeños y avanzó hacia los ejercicios para los grupos musculares grandes. Ambos grupos exhibieron incrementos significativos en la fuerza en una repetición máxima (1RM) en comparación con el grupo control. Sin embargo, se observaron ganancias significativamente mayores en la fuerza en los ejercicios para los grupos musculares pequeños cuando estos fueron realizados en primer lugar; demostrando que el orden de los ejercicios, en relación con los ejercicios para los grupos musculares pequeños, puede ser particularmente importante durante las etapas iniciales del entrenamiento con sobrecarga en hombres jóvenes desentrenados. Por lo tanto, el propósito del presente estudio fue analizar la influencia del orden de los ejercicios de una sesión de entrenamiento con sobrecarga sobre la fuerza en 1RM y el MT de los bíceps y tríceps luego de un programa de entrenamiento de 12 semanas de duración utilizando un modelo de periodización lineal en hombres desentrenados. En base a investigaciones anteriores, se ha planteado la hipótesis de que la ubicación de los ejercicios para los grupos musculares pequeños al final de una sesión de entrenamiento afectaría de manera negativa las ganancias de fuerza y el MT de estos músculos, en comparación con la realización de estos ejercicios al comienzo de la sesión de entrenamiento.

Grupo	Edad (años)	Altura (m.)	Peso (kg)	Grasa corporal (%)
LG-SM (n =9)	29.9 (1.9)	1.72 (.07)	79.9 (10.6)	13.8 (4.2)
SM-LG (n=13)	29.1 (2.9)	1.76 (.07)	78.4 (9.1)	13.6 (3.3)
CG (n = 9)	25.9 (3.6)	1.71 (.06)	73.9 (9.9)	15.3 (6.9)

Tabla 1. Características antropométricas iniciales de la muestra. Los datos son medias (\pm DE).

METODOS

Participantes

Treinta y un hombres de la Escuela Naval de Sargentos de Brasil fueron aleatoriamente asignados a uno de tres grupos. El primer grupo realizó sesiones de entrenamiento que comenzaron con ejercicios para los grupos musculares grandes y progresó hacia ejercicios para los grupos musculares pequeños (LG-SM, $n = 9$). El segundo grupo entrenó utilizando exactamente el orden opuesto de ejercicios, comenzando con ejercicios para los grupos musculares pequeños y progresando hacia ejercicios para los grupos musculares grandes (SM-LG, $n = 13$). El tercer grupo sirvió de grupo de control (CG, $n = 9$) y continuó realizando el programa militar habitual de actividad física durante el periodo de 12 semanas, pero no el programa de entrenamiento con sobrecarga. No hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los grupos respecto de la talla, la masa corporal ni el porcentaje de grasa corporal antes del entrenamiento (Tabla 1). Los criterios de inclusión del estudio fueron las siguientes características para todos los participantes: a) que fueran físicamente activos, pero que no hubieran realizado un programa de entrenamiento con sobrecarga en los seis meses previos al comienzo del estudio; b) que no practicaran ningún tipo de actividad física regular por la duración del estudio, con excepción del entrenamiento con sobrecarga prescrito y el programa militar habitual de actividad física; c) que no tuvieran ninguna limitación funcional para el entrenamiento con sobrecarga ni la realización de los tests de 1RM; d) que no presentaran ninguna condición médica que pudiera influenciar el programa de entrenamiento; y e) que no utilizaran ninguna suplementación nutricional (la dieta militar era la misma para todos los participantes). Todos los participantes leyeron y firmaron una forma de consentimiento informado luego de que se les explicaran los procedimientos de las pruebas y de entrenamiento a realizar durante el estudio. El Comité de Ética de la Universidad Federal de Río de Janeiro aprobó los procedimientos experimentales.

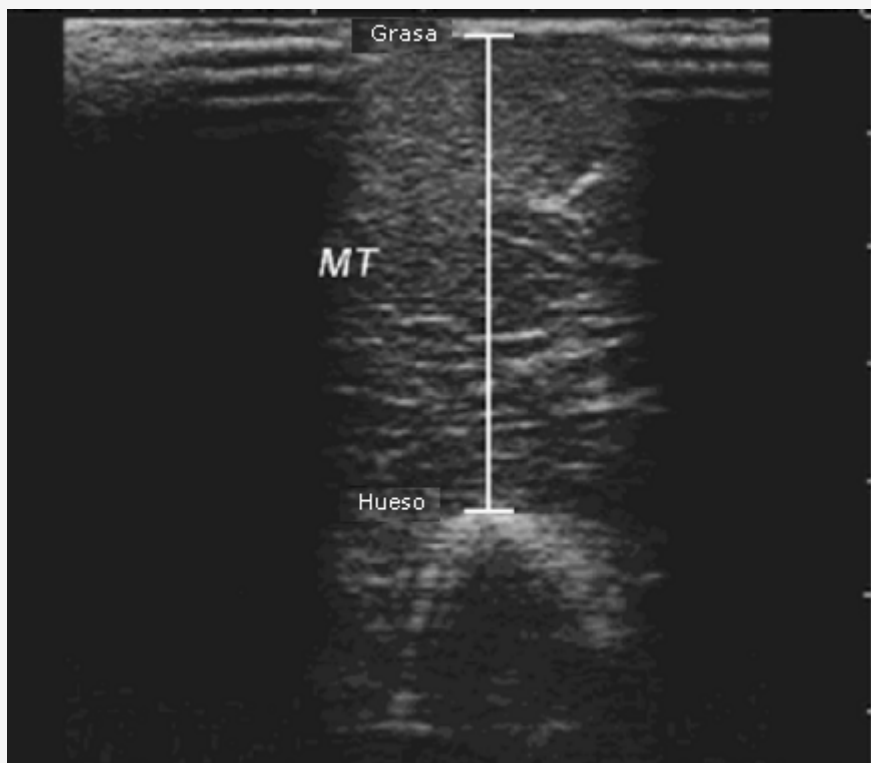


Figura 1. Grosor muscular (MT) de los flexores del codo.

Mediciones Antropométricas

La evaluación antropométrica consistió de la medición de la talla, la masa corporal, la grasa corporal (Jackson y Pollock, 1978) y la fuerza (1RM), así como también el MT de los bíceps y tríceps mediante técnicas de ultrasonido. La evaluación antropométrica se llevó a cabo solo al inicio del estudio con el propósito de realizar la descripción de los grupos. La

valoración del MT de los bíceps y tríceps y la evaluación de la fuerza en 1RM para todos los ejercicios se llevó a cabo tanto al inicio como luego de las 12 semanas de entrenamiento, al a misma hora del día.

Evaluación del Grosor Muscular

El MT se evaluó utilizando un dispositivo de ultrasonido (US) (EUB-405, Hitachi, Japón) con una sonda electrónica *linear array* con una frecuencia de 7.5 MHz. Las mediciones se llevaron a cabo en el sitio anatómico que representaba el 60% del largo del brazo derecho (Miyatani et al., 2004). El MT de los flexores (Figura 1) y los extensores del codo (Figura 2) fue considerado como la distancia entre las interfaces de tejido muscular, desde la grasa subcutánea hasta el hueso (Fukunaga et al., 2001; Miyatani et al., 2004).

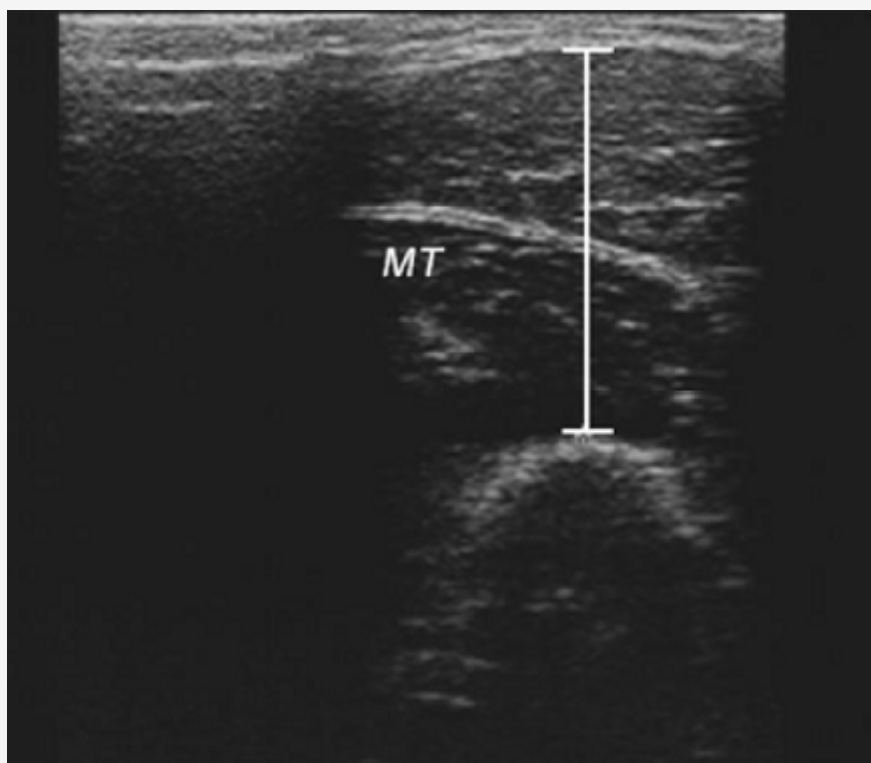


Figura 2. Grosor muscular (MT) de los extensores del codo.

Evaluación de la Fuerza

Después de dos semanas de un período de familiarización con el entrenamiento con sobrecarga, todos los participantes completaron tres sesiones de familiarización con el protocolo del test de 1RM, las cuales estuvieron separadas por un período de 48 a 72 horas entre las sesiones. Posteriormente se llevaron a cabo los tests de 1RM en dos días consecutivos para todos los ejercicios utilizando un orden contrabalanceado. En un día, se realizaron los primeros tests de 1RM, y luego de 48 horas se repitieron los tests de 1RM a fin de determinar la confiabilidad del test-retest. La carga más pesada que se alcanzó en cualquiera de los días de evaluación se consideró como la 1RM pre-entrenamiento. No se permitió ninguna ejercitación en el período de 48 horas entre los tests de 1RM, para que no interfiriera con los resultados de la confiabilidad test-retest. El protocolo del test de 1RM ha sido descrito previamente (Simão et al., 2007). A fin de reducir al máximo los errores durante el test de 1RM, se adoptaron las siguientes estrategias: a) antes de la prueba se les dio a los participantes instrucciones estandarizadas con relación al procedimiento de evaluación; b) los participantes recibieron instrucciones estandarizadas sobre la técnica del ejercicio; c) se proporcionó un estímulo verbal durante el procedimiento de evaluación; d) la masa de todos los pesos y barras utilizados se determinaron utilizando una balanza de precisión. La fuerza en 1RM se determinó en menos de cinco intentos con un intervalo de descanso de cinco minutos entre los intentos de 1RM mientras que se permitieron 10 minutos antes del comienzo del test de 1RM para el siguiente ejercicio. La carga más elevada que se alcanzó en ambos días se consideró como la 1RM. Tras 12 semanas de entrenamiento, se realizó el test de 1RM de la misma manera que durante la evaluación pre-entrenamiento a fin de comparar las ganancias de fuerza en esos ejercicios.

Procedimiento Experimental

Antes del programa de entrenamiento de 12 semanas, los participantes fueron aleatoriamente asignados a uno de tres grupos (LG-SM, SM-LG y CG). El orden de los ejercicios para LG-SM fue press de banca con barra (BP), tirones en polea en máquina (LPD), extensión de codos en máquina (TE) curl de bíceps, de pie, con peso libre y con barra recta (BC). El orden de los ejercicios para SM-LG fue BC, TE, LPD y BP. El CG no participó del programa de entrenamiento con sobrecarga. Para el programa de entrenamiento con sobrecarga se utilizó un modelo de periodización lineal. Desde la primera hasta la cuarta semana, se llevaron a cabo cuatro series de cada ejercicio con intensidad baja (12 a 15 repeticiones), con un minuto de descanso entre las series. Desde la quinta hasta la octava semana, se llevaron a cabo tres series de cada ejercicio con intensidad moderada (8 a 10 repeticiones), con dos minutos de descanso entre las series. Desde la novena hasta la décimo segunda semana, se llevaron a cabo dos series de cada ejercicio con intensidad elevada (3 a 5 repeticiones), con tres minutos de descanso entre las series. Durante las sesiones de ejercicios, a los participantes se los alentó de manera verbal para que realizaran todas las series hasta el fallo concéntrico y se utilizaron las mismas definiciones de rango de movimiento completo utilizadas durante el test de 1RM para definir la finalización de una repetición exitosa. No se realizó ningún intento por controlar la velocidad de las repeticiones realizadas. Cada vez que un participante podía realizar más de la cantidad de repeticiones prescritas para todas las series de un ejercicio determinado, se incrementaba la intensidad de sobrecarga para ese ejercicio en particular. Un profesional experto en el entrenamiento de la fuerza y acondicionamiento supervisó todas las sesiones de entrenamiento. La frecuencia del programa de entrenamiento fue de dos sesiones por semana, con al menos 72 hs. de recuperación entre las sesiones. Se llevaron a cabo un total de 24 sesiones a lo largo del período de entrenamiento de las 12 semanas y todas las sesiones se realizaron entre las siete y las ocho a.m. Antes de cada sesión de entrenamiento, los participantes realizaron una entrada en calor específica, que consistió de 20 repeticiones con aproximadamente el 50% de la carga utilizada en el primer ejercicio de la sesión de entrenamiento. La adherencia al programa fue del 100.0% para todos los grupos.

Análisis Estadísticos

El trabajo total realizado por los grupos LG-SM y SM-LG se calculó multiplicando la cantidad de sesiones por la cantidad de series, repeticiones y el peso levantado (sesión \times series \times repeticiones \times carga). Se utilizaron los coeficientes de correlación intra-clase (ICC) con el fin de determinar la confiabilidad test-retest del test de 1RM. Se utilizó el método ICC en base a las mediciones repetidas de la fuerza máxima. Se utilizó la prueba *t* para analizar las diferencias entre los tests de 1RM pre- y post- entrenamiento y en el trabajo total (sesión \times series \times repeticiones \times carga) entre los programas de entrenamiento. Se utilizó el coeficiente de variación (CV) para calcular la variación intra-sujeto ($CV\% = [\text{desviación estándar} \div \text{media}] \times 100$) (Levinger et al., 2009). Inicialmente se llevaron a cabo análisis estadísticos utilizando el test de Normalidad de Shapiro-Wilk y el test de homocedasticidad (criterio de Bartlett). Todas las variables presentaron distribución y homocedasticidad normal. Se utilizó el análisis de varianza ANOVAs de dos vías (tiempo [valores iniciales vs post-entrenamiento] \times grupo [SM-LG vs LG-SM vs control]) para analizar las diferencias entre los grupos respecto de la fuerza en 1RM en valores absolutos y por kilogramo de masa corporal (1RM/masa corporal) para cada ejercicio, y en el MT de los bíceps y tríceps. Cuando fue apropiado, se realizaron análisis de seguimiento utilizando el test *post-hoc* de Fisher. Se utilizó la escala propuesta por Cohen (1988) para la clasificación de la magnitud del tamaño del efecto (diferencia entre los resultados pre-test y post-test dividida por la desviación estándar pre-test) de los datos de la fuerza en 1RM y del MT. Se consideró un nivel alfa de $p \leq 0.05$ como estadísticamente significativo para todas las comparaciones. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo mediante la utilización del programa estadístico Statistica versión 7.0 (Statsoft, Inc., Tulsa, OK).

RESULTADOS

No se hallaron diferencias en el trabajo total realizado por el grupo LG-SM (430893 ± 11041 kg) y SM-LG (360827 ± 14407 kg). El análisis de la confiabilidad test-retest para la evaluación de la fuerza en 1RM resultó en altos valores de ICC pre entrenamiento (BP, $r = 0.94$, SEM = 3.11; LPD, $r = 0.98$, SEM = 0.54; TE, $r = 0.96$, SEM = 1.25; BC, $r = 0.96$, SEM = 0.67) y post entrenamiento (BP, $r = 0.96$, SEM = 3.16; LPD, $r = 0.98$, SEM = 0.44; TE, $r = 0.96$, SEM = 2.81; BC, $r = 0.98$, SEM = 0.62). No se observaron diferencias ($p > 0.05$) entre los grupos respecto de los valores pre entrenamiento del MT o de la fuerza en 1RM (Tablas 2 y 3). No se hallaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los grupos de entrenamiento respecto de los valores de la fuerza en 1RM para los ejercicios seleccionados después de las 12 semanas de entrenamiento (Tabla 2).

Grupo		Press de Banca		Tirones en Polea		Extensión de Codo		Curl de Bíceps	
		Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
LG-SM (n=9)	1RM	79.3 (13.3)	86.4 (12.1)*†	88.8 (16.0)	99.4 (10.8)*†	75.6 (18.6)	90.9 (13.8)*†	33.3 (6.3)	38.3 (6.3)
	1RM/BM	1.0 (0.2)	1.1 (0.2)*†	1.10 (0.09)	1.26 (0.22)*	0.95 (0.21)	1.15 (0.24)*	0.42 (0.09)	0.49 (.41)*
	CV (%)	18.74	21.07	20.89	17.70	22.43	20.91	21.52	22.42
SM-LG (n=13)	1RM	70.3 (13.7)	78.0 (14.9)†	86.7 (9.4)	92.1 (10.3)*†	73.3 (13.0)	92.3 (14.0)*†	32.6 (4.9)	38.4 (4.5)*†
	1RM/BM	0.91 (0.21)	1.0 (0.3)*†	1.12 (0.21)	1.19 (0.22)*	0.94 (.45)	1.19 (0.24)*†	0.42 (.40)	0.57 (0.28)*†
	CV (%)	23.25	26.68	18.67	18.47	15.62	18.87	23.14	19.11
CG (n=9)	1RM	71.6 (8.9)	69.5 (7.2)	86.6 (10.4)	85.2 (8.7)	34.0 (4.1)	32.1 (3.0)	34.7 (2.9)	34.2 (3.4)
	1RM/BM	0.98 (0.18)	0.99 (0.19)	1.19 (0.23)	1.21 (0.19)	0.47 (0.08)	0.45 (0.08)	0.48 (0.09)	0.49 (0.09)
	CV (%)	13.0	12.7	12.7	11.5	13.0	11.2	8.9	11.2

Tabla 2. Datos de la fuerza en 1RM (kg) en valores absolutos y por kilogramo de masa corporal y del coeficiente de variación (CV) obtenidos antes y después de 12 semanas de entrenamiento con sobrecarga. Los datos son medias (\pm DE). 1RM/BM = 1RM (kg) por kg de masa corporal. *Diferencia significativa respecto de los valores pre entrenamiento (Pre); † diferencia significativa respecto del grupo de control.

Grupo	Grosor muscular del tríceps		Grosor muscular del bíceps	
	Valores iniciales	12 semanas	Valores iniciales	12 semanas
LG-SM (n=9)	3.88 (0.45)	3.88 (0.42)†	3.66 (0.64)	3.88 (0.42)†
SM-LG (n=13)	3.47 (0.59)	3.75 (0.45)*†	3.67 (0.50)	3.80 (0.40)
CG (n=9)	3.25 (0.48)	3.19 (0.39)	3.66 (0.46)	3.65 (0.37)

Tabla 3. Grosor muscular de bíceps y tríceps a lo largo de las 12 semanas de entrenamiento con sobrecarga (media \pm DE). Los valores están expresados en cm. Los datos son medias (\pm DE). * Diferencia significativa respecto del valor inicial; † diferencia significativa respecto del grupo de control.

Sin embargo, en comparación con el grupo CG y con excepción del ejercicio BC en el grupo LG-SM, ambos grupos de entrenamiento exhibieron ganancias significativas en la fuerza en 1RM en todos los ejercicios (Tabla 2). Además, cuando se compararon los valores pre y post entrenamiento, ambos grupos experimentales exhibieron ganancias en la fuerza en todos los ejercicios, con excepción del ejercicio BC en el grupo LG-SM y del ejercicio BP en el grupo SM-LG (Tabla 2). Cuando se compararon los valores pre y post entrenamiento, se observaron ganancias significativas en la fuerza en 1RM normalizada por kilogramo de masa corporal en todos los ejercicios. Adicionalmente, luego de las 12 semanas de entrenamiento se observó que la fuerza en 1RM normalizada por la masa corporal en el ejercicio de press de banca en ambos grupos de entrenamiento fue significativamente diferente a la del grupo CG, mientras que la fuerza en 1RM normalizada por la masa corporal en los ejercicios TE y BC fue significativamente diferente solo entre los grupos SM-LG y CG (Tabla 2). La Tabla 3 muestra los valores iniciales y post entrenamiento del MT para los músculos tríceps y el bíceps. Luego de las 12 semanas de entrenamiento, ambos grupos de entrenamiento exhibieron valores del MT del tríceps significativamente mayores que los del grupo CG y solo el grupo SM-LG exhibió diferencias significativas entre los valores pre y post entrenamiento ($p < 0.05$), mientras que los valores del MT del bíceps fueron significativamente diferentes solo entre los grupos LG-SM y CG a las 12 semanas de entrenamiento.

Los datos del tamaño del efecto (Tabla 4) demostraron que las diferencias en la fuerza se exhibieron en base al orden de los ejercicios. Si bien ambos grupos de entrenamiento exhibieron mayores mejoras en la fuerza que el grupo CG, que en realidad exhibió una reducción en la fuerza, la fuerza en el ejercicio TE aumentó en mayor medida en el grupo SM-LG que en el grupo LG-SM, 2.07 versus 0.75 respectivamente. En el ejercicio BP se observó la misma magnitud de cambio para ambos grupos de entrenamiento, mientras que en el ejercicio LPD el grupo LG-SM exhibió incrementos menores de fuerza. En el ejercicio BC ocurrió lo opuesto, donde el grupo SM-LG exhibió incrementos modestos en la fuerza. El tamaño del efecto del MT del tríceps aumentó sólo en el grupo SM-LG (Tabla 4).

DISCUSION

El propósito de este estudio fue examinar el efecto del orden de los ejercicios sobre las ganancias de fuerza muscular y sobre el MT. El hallazgo clave del presente estudio fue que los ejercicios ubicados al final de la secuencia de entrenamiento, para ambos grupos de entrenamiento (el BP en el grupo SM-LG y el BC en el grupo LG-SM), no exhibieron mejoras significativas en la fuerza en 1RM entre los valores iniciales y los obtenidos luego de 12 semanas de entrenamiento. Además, en comparación con el grupo CG, ambos grupos de entrenamiento exhibieron ganancias significativas en la fuerza en 1RM en todos los ejercicios, con excepción del ejercicio BC en el grupo LG-SM. Estos resultados confirmaron la hipótesis inicial, demostrando que las ganancias de fuerza en los últimos ejercicios de ambas secuencias se vieron afectadas de manera negativa. No obstante, el incremento del tejido muscular no reprodujo las respuestas de fuerza observadas, en los hombres desentrenados, entre los diferentes órdenes de ejercicios después de un programa de entrenamiento con sobrecarga utilizando un modelo de periodización lineal de 12 semanas de duración, y poco puede concluirse a partir de estos datos contradictorios con respecto a la hipertrofia muscular. Las ganancias absolutas de fuerza y el incremento de tejido muscular no presentaron diferencias estadísticas entre los grupos de entrenamiento. Sin embargo, es importante analizar los efectos del tratamiento independientemente de la probabilidad estadística, en especial en muestras pequeñas (Rhea, 2004). Los cálculos del tamaño del efecto presentan alteraciones interesantes en base al orden de los ejercicios. El único ejercicio en el que el grupo SM-LG exhibió ganancias de mayor magnitud en la fuerza en 1RM, fue en el ejercicio de extensiones del codo. Por el contrario, el grupo LG-SM solo exhibió ganancias modestas en la fuerza en 1RM en el ejercicio de tirones en polea, mientras que se observó lo opuesto en el ejercicio de curl de bíceps en el grupo SM-LG. El tamaño del efecto para el MT del tríceps aumentó sólo en el grupo SM-LG, mientras que el tamaño del efecto del MT de bíceps presentó mejoras similares entre los grupos de entrenamiento. Por lo tanto, confirmando la hipótesis inicial, los resultados relacionados con las ganancias de fuerza en 1RM, tal como los datos del tamaño del efecto para la fuerza en 1RM y el MT sugieren que, en relación con el orden de los ejercicios, una sesión de entrenamiento con sobrecarga debería comenzar con los ejercicios que son particularmente importantes para alcanzar los objetivos del programa, ya sean ejercicios para grupos musculares grandes o pequeños. Sin embargo, se requieren estudios adicionales para evaluar esta variable.

Hasta el momento, sólo un estudio ha investigado los efectos crónicos de los diferentes órdenes de los ejercicios. Dias et al. (2010) analizó la influencia del orden de los ejercicios sobre la fuerza en hombres jóvenes desentrenados que participaron en un programa de entrenamiento de ocho semanas. Un grupo comenzó con ejercicios para los grupos musculares grandes y progresó hacia los grupos pequeños (G1), otro comenzó con ejercicios para los grupos musculares pequeños y avanzó hacia los ejercicios para los grupos musculares grandes (G2) y el tercer grupo no ejercitó y sirvió como grupo de control (CG). El orden de los ejercicios para el G1 fue BP, LPD, press de hombro sentado en máquina (SP), BC y TE. El orden para el G2 fue TE, BC, SP, LPD y BP. El protocolo de entrenamiento consistió en tres series de 6-12 RM para cada ejercicio, y una frecuencia de tres sesiones por semana con al menos 48 horas de descanso entre las sesiones para un total de 24 sesiones en el período de ocho semanas. Los resultados de este estudio revelaron que no hubo diferencias significativas respecto de las ganancias en la fuerza en 1RM en los ejercicios para los grupos musculares grandes (BP, SP y LPD) entre los grupos G1 y G2. No obstante, se hallaron diferencias significativas en los ejercicios para los grupos musculares pequeños (BC y TE) entre las diferentes secuencias de ejercicios. El estudio antes mencionado sugiere que el orden de los ejercicios puede ser importante durante las etapas iniciales del entrenamiento con sobrecarga en hombres jóvenes desentrenados, principalmente respecto de los ejercicios para los grupos musculares pequeños.

Grupo		Press de Banca	Tirones en Polea	Extensiones de Codo	Curl de Bíceps	MV del Tríceps	MV del Bíceps
		12 semanas	12 semanas	12 semanas	12 semanas	12 semanas	12 semanas
LG-SM (n=9)	Tamaño del efecto	0.54	0.78	0.75	0.82	0.00	0.34
	Magnitud	moderada	moderada	moderada	grande	insignificante	pequeña
SM-LG (n=13)	Tamaño del efecto	0.56	0.58	2.07	1.11	0.47	0.26
	Magnitud	moderada	moderada	grande	grande	pequeña	pequeña
CG (n=9)	Tamaño del efecto	-0.23	-0.13	-0.17	-0.46	-0.12	0.07
	Magnitud	insignificante	insignificante	insignificante	insignificante	insignificante	insignificante

Tabla 4. Valores y magnitudes del tamaño del efecto para los tests de 1RM y el grosor muscular a lo largo de las 12 semanas de

En contraste con los hallazgos de Dias et al. (2010), en el presente estudio no se hallaron diferencias significativas entre los grupos LG-SM y SM-LG después de 12 semanas de entrenamiento con sobrecarga. No obstante, luego de 12 semanas de entrenamiento, ambos grupos experimentales exhibieron incrementos significativos en la fuerza en todos los ejercicios, con excepción del ejercicio BC en el grupo LG-SM y del ejercicio BP en el grupo SM-LG, los últimos ejercicios de las secuencias. En base a estos resultados, se cree que el orden de los ejercicios puede ser particularmente importante durante las etapas iniciales del entrenamiento con sobrecarga en hombres desentrenados. No obstante, estos resultados parecen ser independientes del tamaño del grupo muscular involucrado en los ejercicios.

Estudios previos llevados a cabo por este grupo de investigadores (Simão et al., 2005; 2007) concuerdan con estos resultados y sugieren que siempre que un ejercicio se realice último en una secuencia de ejercicios o en una sesión de entrenamiento, el rendimiento en ese ejercicio en particular puede verse afectado de manera negativa. Esto ocurre se trate o no de un ejercicio que involucre a los grupos musculares grandes o pequeños. Los dos estudios llevados a cabo por Simão et al. (2005; 2007) indicaron que si un ejercicio es importante para alcanzar los objetivos de un programa de entrenamiento con sobrecarga, debería realizarse al comienzo de la sesión de entrenamiento con sobrecarga. Simão et al. (2005) investigaron la influencia de los diferentes órdenes de los ejercicios sobre la cantidad de repeticiones completadas en un grupo compuesto por hombres y mujeres con al menos dos años de experiencia en el entrenamiento con sobrecarga recreacional. Las sesiones de ejercicio consistieron de la realización de tres series de cada ejercicio con una carga de 10 RM y pausas de dos minutos entre las series y los ejercicios. Una sesión comenzó con ejercicios para los grupos musculares grandes y progresó hacia ejercicios para los grupos musculares pequeños (BP, LPD, SP, BC y TE), mientras que la otra sesión se realizó con una secuencia opuesta de ejercicios (TE, BC, SP, LPD y BP). Los resultados demostraron que realizar ejercicios para los grupos musculares grandes o pequeños del tren superior al final de una secuencia de ejercicios dio como resultado que los sujetos completaran un número significativamente menor de repeticiones en comparación con los mismos ejercicios realizados al comienzo de una secuencia de ejercicios. En un reciente estudio llevado a cabo por Simão et al (2007) se observó una incidencia sobre la cantidad total de repeticiones realizadas cuando 23 mujeres con al menos dos años de experiencia en el entrenamiento con sobrecarga realizaron ejercicios para el tren superior e inferior en la misma secuencia de ejercicios. Los datos se recopilaron en dos fases: la determinación de una 1RM y la ejecución de tres series hasta el agotamiento con una carga del 80% de 1RM y con períodos de recuperación de dos minutos entre las series y los ejercicios, en dos secuencias de ejercicios de orden opuesto. En concordancia con resultados de estudios previos (Simão et al., 2005), este estudio (Simão et al., 2007) demostró que un ejercicio realizado al final de una sesión de entrenamiento se ve afectado negativamente de manera aguda, ya sea que el ejercicio involucre a los grupos musculares grandes o a los pequeños.

El hecho de que los diferentes órdenes de los ejercicios no incrementaron la fuerza ni el MT de manera significativamente diferente entre los grupos de entrenamiento durante el transcurso del estudio fue un aspecto inesperado del presente estudio. Sin embargo, debería tenerse en cuenta que ambos grupos de entrenamiento revelaron incrementos en la fuerza durante el transcurso (12 semanas) del período de entrenamiento. La Tabla 2 muestra las mejoras en 1RM de cada grupo en todos los ejercicios, independientemente del orden de los ejercicios. Si bien las 24 sesiones de entrenamiento utilizadas en este estudio no demostraron ninguna diferencia significativa entre los grupos de entrenamiento, las ganancias evidentemente demostraron que el estímulo de entrenamiento fue el adecuado. Otro punto interesante para observar es la Tabla 4, donde se muestran los valores y las magnitudes del tamaño del efecto para los tests de 1RM durante 12 semanas de entrenamiento con sobrecarga en ambas secuencias. Los datos del tamaño del efecto para la fuerza en 1RM mostraron un mayor desarrollo de la fuerza en los músculos más pequeños para el grupo SM-LG (TE: 2.07; BC: 1.11) versus LG-SM (TE: 0.75; BC: 0.82). Además, el tamaño del efecto para el MT del tríceps mostró un efecto de tratamiento pequeño sólo para el grupo SM-LG, mientras que los valores del MT del otro grupo no se incrementaron e incluso disminuyeron. Estos datos concuerdan con los resultados descritos previamente por Dias et al. (2010), quienes sugieren que el ejercicio importante para los objetivos del entrenamiento debería ubicarse al comienzo de la sesión de entrenamiento, independientemente del tamaño de los grupos musculares involucrados.

CONCLUSION

El presente estudio examinó los efectos crónicos de los diferentes órdenes de los ejercicios en hombres desentrenados. Es posible que en individuos principiantes y/o en el marco temporal utilizado en el presente estudio no se observen adaptaciones crónicas a las sutiles variaciones en el estímulo de entrenamiento. Por lo tanto, estudios futuros deberían

investigar los efectos crónicos del orden de los ejercicios, así como también otros aspectos asociados al entrenamiento con sobrecarga, en sujetos más experimentados y quizás por un período más prolongado. En base a las ganancias de fuerza en 1RM y los resultados del tamaño del efecto del presente estudio, además de la revisión de otros estudios que analizan este tema, parece ser que los ejercicios que son particularmente importantes para los objetivos del entrenamiento de un programa deberían ubicarse al comienzo de la sesión de entrenamiento, ya sea que se trate o no de un ejercicio para un grupo muscular grande o pequeño.

Puntos Clave

- Los dos programas de entrenamiento con sobrecarga que utilizaron un modelo de periodización lineal produjeron ganancias en la fuerza y en el volumen muscular en hombres desentrenados.
- El orden de los ejercicios puede ser particularmente importante para mejorar la fuerza durante 12 semanas de entrenamiento lineal periodizado con sobrecarga.
- Si un ejercicio es importante para los objetivos del entrenamiento de un programa, entonces debería ubicarse al comienzo de la sesión de entrenamiento, sea o no un ejercicio para los grupos musculares grandes o pequeños.

Agradecimientos

El Dr. Roberto Simão agradece al Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico de Brasil (CNPq) por la subvención para la investigación.

REFERENCIAS

1. American College of Sports Medicine (2002). Position stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science of Sports and Exercise* 34, 364-380
2. American College of Sports Medicine (2009). Position stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science of Sports and Exercise* 41, 687-708
3. Bellezza, P.A., Hall, E.E., Miller, P.C. and Bixby, W.R (2009). The influence of exercise order on blood lactate, perceptual, and affective responses. *Journal of Strength and Conditioning Research* 23, 203-208
4. Cohen, J (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences 2nd edition. *Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum*
5. Fukunaga, T., Miyatani, M., Tachi, M., Kouzaki, M., Kawakami, Y. and Kanehisa, H (2001). Muscle volume is a major determinant of joint torque in humans. *Acta Physiologica Scandinavica* 172, 249-255
6. Jackson, A.S. and Pollock, M.L (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition* 40, 497-504
7. Kraemer, W.J. and Fleck, S.J (2007). Optimizing Strength Training. 1st edition. *Champaign: Human Kinetics*
8. Levinger, I., Goodman, C., Hare, D.L., Jerums, G., Toia, D. and Selig, S (2009). The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. *Journal of Science and Medicine in Sports* 12, 310-316
9. Miyatani, M., Kanehisa, M., Ito, M., Kawakami, Y. and Fukunaga, T (2004). The accuracy of volume estimates using ultrasound muscle thickness measurements in different muscle groups. *European Journal of Applied Physiology* 91, 264-272
10. Rhea, M.R (2004). Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *Journal of Strength and Conditioning Research* 18, 918-920
11. Sforzo, G.A. and Touey P.R (1996). Manipulating exercise order affects muscular performance during a resistance exercise training session. *Journal of Strength and Conditioning Research* 10, 20-24

Cita Original

Roberto Simão, Juliano Spinetti, Belmiro F. de Salles, Liliam F. Oliveira, Thiago Matta, Fabricio Miranda, Humberto Miranda and Pablo B. Costa. Influence of Exercise Order on Maximum Strength and Muscle Thickness in Untrained Men. *Journal of Sports Science and Medicine* (2010) 9, 1 - 7.