

Research

Efectos del Entrenamiento de Sobrecarga con Series Múltiples vs. Series Únicas sobre la Fuerza Máxima y la Composición Corporal en Mujeres Posmenopáusicas Entrenadas

Wolfgang K Kemmler¹, Klaus Engelke¹, Dirk Lauber² y Juergen Weineck²

¹Institute of Medical Physics, University of Erlangen, Alemania.

²Institute of Sport Sciences, University of Erlangen, Alemania.

RESUMEN

El propósito de este estudio fue examinar los efectos de protocolos de entrenamiento con series únicas vs. series múltiples en mujeres bien entrenadas en los primeros estadios de la menopausia. Los sujetos (n=71) fueron aleatoriamente asignadas a comenzar con un programa de 12 semanas de entrenamiento de la fuerza con series únicas o con series múltiples. Luego de otras cinco semanas de entrenamiento de la fuerza del tipo regenerativo, el subgrupo que estaba realizando el protocolo con series únicas en las primeras 12 semanas pasó a realizar el protocolo de entrenamiento con series múltiples y viceversa. Ni el tipo de ejercicio ni la intensidad, el grado de fatiga, los períodos de recuperación, la velocidad de movimiento, las sesiones de entrenamiento por semana, el cumplimiento y la asistencia o la estrategia de periodización difirieron entre los protocolos. La masa corporal, la composición corporal, y los valores de fuerza en 1 repetición máxima (1RM) para los ejercicios de prensa de piernas, press de banca, remo y aducción de piernas fueron medidos al comienzo del programa y luego de cada período. El entrenamiento con series múltiples resultó en incremento significativos (3.5-5.5%) en las 4 mediciones de la fuerza, mientras que el entrenamiento con series únicas resultó en reducciones significativas (-1.1 a -2.0%). La masa corporal y la composición corporal no cambiaron durante el estudio. Los resultados mostraron que, los protocolos de entrenamiento de la fuerza con series múltiples son superiores a los protocolos de entrenamiento con series únicas para provocar incrementos en la fuerza máxima.

Palabras Clave: cambios en la fuerza en 1rm, volumen de entrenamiento, mujeres entrenadas, prevención

INTRODUCCION

La declinación de los estrógenos durante la menopausia afecta a varios órganos e incrementa el riesgo de sufrir distintas

enfermedades. El entrenamiento físico adecuado debería simultáneamente incrementar la fuerza, la resistencia, la flexibilidad y el equilibrio. Obviamente, la consideración de todos estos aspectos podría fácilmente incrementar el tiempo necesario de entrenamiento más allá del tiempo que las mujeres posmenopáusicas normales están dispuestas a invertir. Por lo tanto la optimización de la eficacia del entrenamiento es de gran interés para este tipo de población. Con respecto a la mejora de la fuerza, muchos programas se concentran en el entrenamiento de sobrecarga con series múltiples. A partir de este punto de vista del tiempo, los programas de entrenamiento que utilizan series únicas, en comparación con los que utilizan series múltiples, dejan tiempo libre para llevar a cabo ejercicios que introduzcan los aspectos previamente mencionados.

El tema referente al entrenamiento de sobrecarga con series múltiples vs. series únicas ha sido extensamente revisado (4, 7, 8, 12, 20, 33, 35-37, 42, 45), pero aun no hay un dictamen inequívoco. Los resultados publicados en la literatura se encuentran en un rango que va desde el hallazgo de una superioridad no significativa del entrenamiento con series únicas (44), hasta el hallazgo de una superioridad significativa del entrenamiento con series múltiples (3, 25). Desafortunadamente, esta cuestión es difícil de resolver, debido a la gran variedad de causas que pueden contribuir a la discrepancia.

Los estudios de ejercicio que han comparado protocolos con series únicas y series múltiples no solo difieren respecto del volumen de entrenamiento sino también en el equipamiento utilizado para las mediciones (9, 25, 31, 41), en la intensidad de ejercicio (6, 30, 31, 34), en el modo de ejercicio (i.e., velocidad [30, 39, 41]), en la estrategia de periodización (28, 30, 41), en si se trabajó hasta el fallo o no (22) y en los grupos musculares involucrados (32, 38). Asimismo, la experiencia de entrenamiento de los sujetos investigados en estos estudios es muy heterogénea, en un rango que va desde sujetos desentrenados a jugadores de fútbol americano de primera división (25). Además, todos los estudios fueron llevados a cabo con hombres y mujeres jóvenes o de mediana edad. No existen datos acerca de mujeres posmenopáusicas con excepción del estudio llevado a cabo por Ryan et al. (38), quienes evaluaron interindividualmente los efectos de un régimen de entrenamiento con series múltiples para las extremidades inferiores versus un entrenamiento con series únicas para el tren superior. Por último, con ciertas excepciones (3, 11, 28, 30, 44), todos los estudios tuvieron una duración menor a los 6 meses.

Cada uno de estos factores puede afectar el desarrollo de la fuerza provocado por el régimen de ejercicio y deben por lo tanto ser controlados o eliminados para evitar influencias que puedan acarrear confusión (35). En este estudio, nos hemos concentrado rigurosamente en que ambos grupos (series únicas vs. series múltiples) estuvieran bajo las mismas condiciones para de esta manera clarificar la cuestión acerca de cual estrategia de entrenamiento es más efectiva en sujetos entrenados de edad avanzada.

METODOS

Enfoque Experimental al Problema

El presente estudio fue llevado a cabo para comparar los efectos de un protocolo de entrenamiento con series únicas con un protocolo de entrenamiento con series múltiples (3) sobre las variables dependientes de fuerza en 1 repetición máxima (1RM) y antropometría, en mujeres posmenopáusicas bien entrenadas, utilizando un diseño cruzado en el cual cada uno de los sujetos sirve como su propio control. A pesar de este diseño cruzado y de los rigurosos criterios de exclusión basados en el Erlangen Fitness Osteoporosis Prevention Study (EFOPS) (17, 18), al comienzo del estudio ambos subgrupos (que comenzaron o con el protocolo de series únicas o con el protocolo de series múltiples) estuvieron bien equiparados con respecto a la edad, el estatus de menopausia, la fuerza muscular (excepto para el ejercicio de prensa de piernas), en las variables antropométricas y en la ingesta nutricional. Asimismo, con la excepción del número de series por ejercicio, los ejercicios y las condiciones de medición fueron idénticos en ambos grupos.

Sujetos

En esta investigación participaron 71 sujetos del programa de entrenamiento del EFOPS. El EFOPS es una prueba controlada de 5 años con mujeres posmenopáusicas (1-8 años luego de la menopausia) que presentan osteopenia ($-1 >$ valor T DXA $>$ -2.5) en la columna lumbar o en el fémur proximal total. Los criterios de inclusión del EFOPS fueron el consumo de medicamentos que afecten el metabolismo óseo (con excepción de Ca y vitamina D) en los dos últimos años, fracturas provocadas por la osteoporosis, problemas agudos en los discos vertebrales, enfermedades inflamatorias, historia de enfermedades cardiovasculares, carga máxima en una cicloergometría menor a 75 W, y poseer historia de actividades deportivas durante las 2 décadas previas al comienzo del estudio. El EFOPS fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Erlangen (Ethik Antrag 905), por el Bundesamt für Strahlenschutz (S9108-202/97/1, S21-22112-81-00) y

por el Bayerische Landesamt für Strahlenschutz (13B/ 3443-4/5/98). Todos los participantes dieron su consentimiento por escrito.

El estudio reportado aquí comenzó 18 meses después del comienzo del estudio EFOPS; por lo cual, los 71 participantes estaban bien entrenados. Como se detalla posteriormente, los participantes del estudio se ejercitaron en 6 grupos de entrenamiento diferentes. Para los propósitos de este estudio, los grupos de entrenamiento fueron aleatoriamente divididos en 2 subgrupos, el grupo 1 y el grupo 2. El grupo 1 comprendió 3 de los grupos de entrenamiento que comenzaron con el protocolo de series múltiples para luego pasar al régimen de series únicas. El grupo 2, que estaba comprendido por los otros 3 grupos, comenzó con el protocolo de series únicas para luego pasar al régimen de series múltiples.

Evaluaciones y Procedimientos

La asistencia y el cumplimiento fueron valorados utilizando diarios que llevaron los mismos sujetos y listas de asistencia que llevaron los entrenadores. Solo los datos de los sujetos, en ambos períodos de alta intensidad, que participaron en al menos 20 sesiones de entrenamiento fueron incluidos en los análisis. Dado que se programaron un máximo de 24 sesiones, las 20 sesiones corresponden una asistencia del 83%.

Conjuntamente con la medición de la fuerza en 1RM se realizaron las mediciones de los parámetros antropométricos que incluyeron la talla, el peso y la composición corporal. La composición corporal fue valorada mediante el análisis de impedancia bioeléctrica (BIA; Tanita BF 305, Tokyo, Japón).

La fuerza en 1RM se evaluó en los ejercicios de prensa de piernas, press de banca sentado, remo y aducciones de la pierna, utilizando el protocolo propuesto por Kraemer (27). Los asistentes de la investigación controlaron que durante todos los tests los sujetos realizaran la técnica apropiada y dieran todo su esfuerzo. La reproducibilidad de nuestro protocolo para la medición de 1RM fue evaluada luego de transcurridos 6 y 26 meses del comienzo del estudio EFOPS. El coeficiente de variación para las primeras evaluaciones fue $\leq 5.9\%$ para todos los tests y fue $\leq 3.8\%$ para las segundas evaluaciones. Los tests de 1RM siempre se llevaron a cabo en la última y la primera sesión de los períodos de entrenamiento de baja intensidad que separaban los períodos de alta intensidad. Se debe recordar que el estudio reportado aquí está incluido dentro del régimen periodizado de entrenamiento del EFOPS.

Programa de Entrenamiento

El EFOPS es un programa general de ejercicios que hace énfasis en el entrenamiento de la fuerza, y ya ha sido extensivamente descrito (17, 18). El programa de ejercicio fue organizado en dos sesiones de entrenamiento semanales (60-70 minutos) de aproximadamente 9-12 participantes por sesión, y 2 sesiones adicionales que los sujetos realizaban en su hogar (25 minutos). La porción del entrenamiento de la fuerza fue dividida en las dos sesiones de entrenamiento. En la sesión 1 se llevaron a cabo ejercitaciones en las máquinas (Technogym, Gambettola, Italia) diseñadas para realizar ejercicios multiarticulares (Tabla 1). Los movimientos fueron realizados con una cadencia de 2 segundos (concéntrico), 1 segundo (estático), 2 segundos (excéntrico). La segunda parte del entrenamiento de la fuerza fue llevada a cabo durante la segunda sesión y consistió de ejercicios con mancuernas y con chalecos de sobrecarga (Tabla 1).

Ejercicios	Sesión 1	Sesión 2
<i>Piernas</i>		
Prensa de Piernas Horizontal	X	
Peso Muerto Piernas Separadas		X
Flexiones de Rodilla	X	
Aducciones	X	
Abducciones	X	
Extensiones de Rodilla	X	
<i>Espalda</i>		
Remo	X	
Remo con Mancuernas a un Brazo		X
Tirones	X	
Extensiones Lumbares	X	
<i>Pecho</i>		
Press de Banca Agarre Ancho		X
Press de Banca Sentado	X	
<i>Abdomen</i>		
Flexiones Abdominales	X	
<i>Hombros</i>		
Elevaciones de Hombros	X	

Tabla 1. Ejercicios para el entrenamiento de la fuerza realizados durante las sesiones de entrenamiento.

Como se mencionó anteriormente, la investigación reportada aquí comenzó 18 meses después del comienzo del EFOPS. Para establecer el nivel de entrenamiento pre estudio de los sujetos, describiremos brevemente los 18 meses iniciales del programa EFOPS. Durante los primeros meses, la intensidad del entrenamiento se incrementó lentamente para minimizar los riesgos de lesión y para permitir que los participantes se ajusten lentamente a las diferentes secuencias. La intensidad del entrenamiento de sobrecarga fue controlada y ajustada cada 12 semanas utilizando tests de 1RM. Luego de 8 meses, el régimen de ejercicio se cambió y se introdujo la periodización. Doce semanas de entrenamiento de sobrecarga periodizado de alta intensidad se alternaban con 4-6 semanas de entrenamiento de baja intensidad (19).

Luego de transcurridos los 18 meses, que para esta investigación se consideraron como el punto inicial, se introdujo la diferenciación entre protocolos de series únicas y protocolos de series múltiples tal como se muestra en la Tabla 2.

	Período 1 (semanas 1-12)	Semanas 11-17	Período 2 (semanas 18-29)
Grupo 1 (n=29)	Régimen de series múltiples periodizado de alta intensidad	Entrenamiento no periodizado de baja intensidad	Régimen de series únicas periodizado de alta intensidad
Grupo 2 (n=21)	Régimen de series únicas periodizado de alta intensidad	Entrenamiento no periodizado de baja intensidad	Régimen de series múltiples periodizado de alta intensidad

Tabla 2. Diseño del estudio.

El Grupo 1 se ejercitó con series múltiples y el Grupo 2 se ejercitó con el protocolo de series únicas. Dentro de las 29 semanas, se llevó a cabo el cambio de protocolo introduciendo previamente un período de entrenamiento de baja intensidad entre los dos períodos de alta intensidad. En el modo de series únicas, se realizó 1 serie por ejercicio como se muestra en la Tabla 1, con 90 segundos de pausa entre los ejercicios. En contraste, el modo de series múltiples consistió de 2-4 series por ejercicio con 90 segundos de recuperación. Tanto el entrenamiento con series únicas como el entrenamiento con series múltiples se llevaron a cabo utilizando una periodización lineal con intensidades entre el 65 y el 90% de 1RM

(Figura 1). Durante el entrenamiento de baja intensidad (semanas 13-17), se realizaron 2 series de 20 repeticiones al 50-55% de 1RM en 11 ejercicios. Durante este período se perdieron dos a tres sesiones debido a los feriados. Ni en el período de baja intensidad ni en el período de alta intensidad se maximizó el número de repeticiones para que los sujetos llegaran al completo agotamiento.

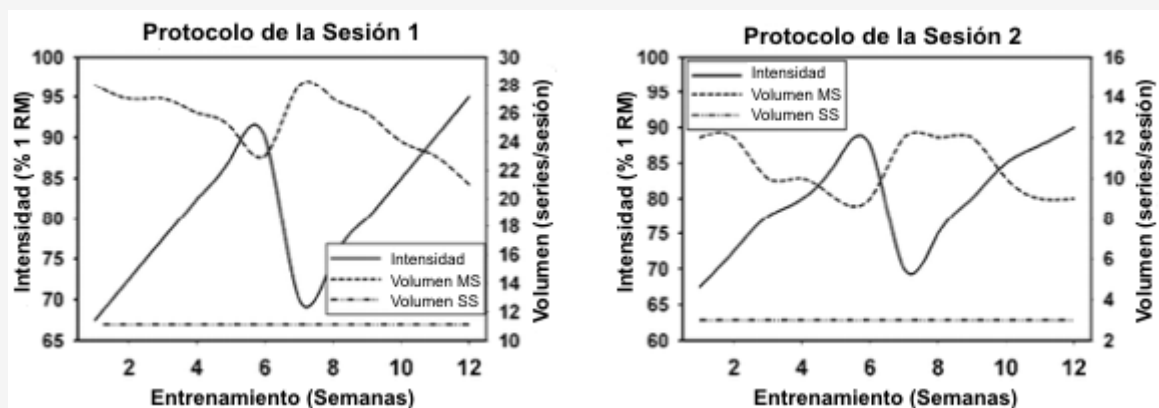


Figura 1. Intensidad como porcentaje de 1 RM y volumen en series por sesión de la sesión de entrenamiento de la fuerza del régimen de ejercicio. El efecto de la periodización del entrenamiento queda claramente demostrado. La sesión 1 fue llevada a cabo utilizando máquinas, en la sesión 2 se realizaron ejercicios con mancuernas y con chalecos con sobrecarga (ver Tabla 1).

Análisis Estadísticos

Todos los valores medidos se reportan como medias \pm DE. Se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov para determinar si la distribución era normal. Para variables normalmente distribuidas, se evaluaron las diferencias entre y dentro de los grupos utilizando para ello la prueba t para datos apareados. Si por otra parte las variables no tenían una distribución normal, se utilizó el test de Wilcoxon. Todos los tests se llevaron a cabo a dos colas, y se consideró significativo un nivel de probabilidad del 5%. Para todos los análisis estadísticos se utilizó el programa SPSS versión 11.5 (SPSS Inc., Chicago, IL).

RESULTADOS

Ninguno de los participantes abandonó el estudio, pero solo 50 de los 71 sujetos cumplieron con el criterio de asistencia a las 20 de 24 sesiones de entrenamiento tanto en el período en el que se utilizaron series únicas como en el período en donde se utilizaron series múltiples. La Tabla 3 muestra los valores iniciales de los parámetros antropométricos y de los valores de la fuerza en RM para los grupos 1 y 2. Con excepción del ejercicio de prensa de piernas, no se observaron diferencias significativas en ninguno de los parámetros mostrados en la Tabla 3.

Parámetro	Grupo 1 (n=29)	Grupo 2 (n=21)	p
Edad (años)	56.7 \pm 3.0	56.5 \pm 3.1	n.s.
Talla (cm)	163 \pm 6.5	164.4 \pm 6.5	n.s.
Peso (kg)	66.3 \pm 6.5	68.4 \pm 8.5	n.s.
Grasa Corporal (%)	36.0 \pm 8.5	36.7 \pm 5.6	n.s.
LBM (kg)	41.6 \pm 3.6	43.5 \pm 3.6	n.s.
Ingesta Energética (kJ/día)	7650 \pm 1283	7752 \pm 1317	n.s.
Prensa de Piernas (kg)	163.1 \pm 22.1	182.6 \pm 19.7	*
Press de Banca (kg)	45.2 \pm 5.7	47.0 \pm 5.7	n.s.
Remo (kg)	45.0 \pm 5.1	45.5 \pm 5.1	n.s.
Aducción de piernas (kg)	41.3 \pm 7.9	44.8 \pm 7.9	n.s.

Tabla 3. Datos iniciales de los parámetros antropométricos y de los valores de fuerza en 1 RM. 1 RM=1 repetición máxima; n.s.=no

No se observaron cambios significativos ni diferencias significativas entre los grupos para cualquiera de los parámetros antropométricos investigados en el estudio. La Figura 2 muestra el desarrollo de las mediciones de la fuerza en 1RM en los ejercicios de prensa de piernas, press de banca, remo y aducciones de la pierna para ambos grupos. Durante el primer período, observamos un incremento significativo (3-5%) en la fuerza en 1RM en el grupo 1, el grupo que realizó el entrenamiento con series múltiples. En el grupo 2, observamos una reducción del 1-2%. Estas reducciones continuaron durante el período de baja intensidad. En el período 2, el grupo 2 realizó el entrenamiento con series múltiples, y los valores de la fuerza en 1RM, se incrementaron en relación al punto de partida del período 2 en un 3.5 a un 5.5%, lo cual fue un incremento similar al observado en el grupo 1 durante el período 1. Luego de obtener ganancias en la fuerza durante el período 1, los valores de la fuerza en 1RM en el grupo 1 se redujeron significativamente en la fase de entrenamiento de baja intensidad así como también durante la realización del entrenamiento con series únicas en el período 2. En conjunto, luego de las 29 semanas, el efecto neto para el grupo 1 fue de aproximadamente 0.

En la Figura 3, calculamos los cambios promedio para ambos grupos para el entrenamiento con series únicas y series múltiples utilizando los resultados del período de entrenamiento de alta intensidad 1 y 2.

DISCUSION

Los antecedentes de nuestro estudio fueron pragmáticos. Bajo la premisa de que las mujeres que se encuentran en la fase temprana de la menopausia con una variedad de factores de riesgo relacionados a la depleción de los estrógenos, pero sin complicaciones severas y además que no están dispuestas a dedicar una gran cantidad de tiempo a la prevención, deberían utilizar el tiempo disponible de la manera más efectiva. Los regímenes de entrenamiento con series únicas podrían ahorrar tiempo (31) el cual podría ser dedicado a otros contenidos relevantes del entrenamiento. Sin embargo, con respecto a la fuerza, nuestros resultados claramente demuestran la superioridad del enfoque de entrenamiento con series múltiples. Respecto de la masa corporal y la composición corporal luego de los 18 meses de pre-entrenamiento, las variables antropométricas no fueron afectadas ni por el protocolo con series únicas ni por el protocolo con series múltiples.

Nuestro estudio posee varias fortalezas: (a) Nosotros hemos utilizado específicamente un grupo de mujeres en la etapa temprana de la menopausia que ya habían estado entrenando durante 18 meses. (b) Los factores que pudieron haber afectado los resultados, tales como la utilización de medicamentos, las enfermedades, la nutrición y los cambios en el estilo de vida, fueron estrictamente controlados a lo largo del estudio. (c) Con el diseño cruzado, los sujetos sirvieron como sus propios controles. Por lo tanto, las diferencias grupales no deberían haber afectado nuestros resultados. (d) Los protocolos de entrenamiento para ambos grupos difirieron solo en el momento en que se realizaron los protocolos con series únicas y con series múltiples. El grupo 1 comenzó con el protocolo de series múltiples y el grupo 2 comenzó con el protocolo de series únicas. (e) Solo los sujetos con un alto grado de cumplimiento y asistencia fueron incluidos en los análisis. (f) El número de 50 sujetos incluidos en los análisis fue lo suficientemente alto como para que las diferencias relevantes entre los 2 protocolos pudieran ser detectadas.

En la Figura 3 calculamos los resultados promedios para nuestro estudio. Esto está ciertamente justificado para el entrenamiento con series múltiples, debido a que aquí los incrementos en ambos grupos fueron comparables (Figura 2). Con respecto al entrenamiento con series únicas, se podría argumentar que la reducción observada en el grupo 1 fue mayor que la experimentada en el grupo 2. Esto es cierto, pero debe considerarse que el grupo 1 realizó primero el entrenamiento con series múltiples, y por lo tanto se podría esperar que las reducciones fueran mayores debido a que los valores de fuerza absoluta alcanzados fueron mayores. Asimismo, dado el tamaño de la desviación estándar, nos hemos abstenido de realizar análisis más sofisticados.

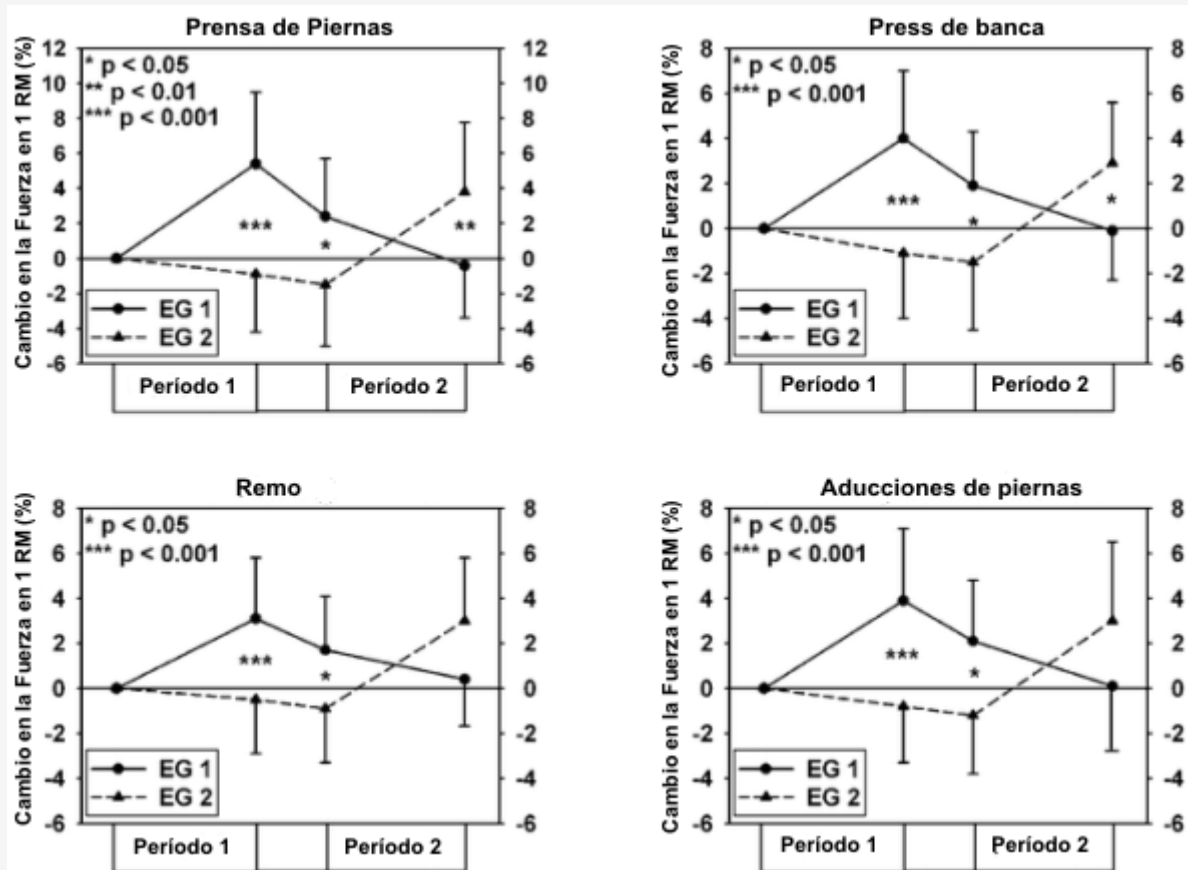


Figura 2. Cambios en la fuerza en 1 RM en los grupos 1 y 2 durante las 29 semanas que duró el estudio. El Grupo 1 comenzó con el entrenamiento con series múltiples y el Grupo 2 comenzó con el entrenamiento con series únicas.

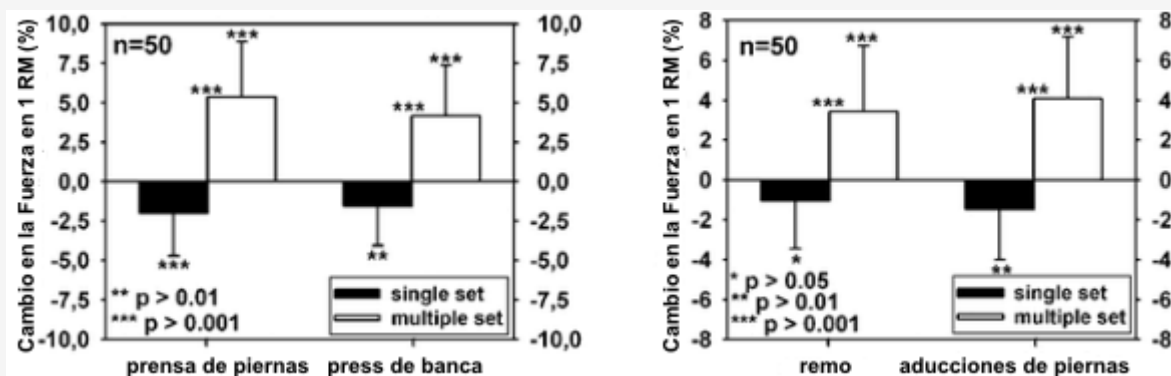


Figura 3. Cambio promedio en los dos períodos para el entrenamiento con series únicas y con series múltiples.

Por supuesto que hay algunas limitaciones que también pueden tener cierto impacto sobre nuestros resultados y que deben ser mencionadas: El entrenamiento EFOPS, y por lo tanto el entrenamiento utilizado en el presente estudio, no se concentró exclusivamente en el entrenamiento de la fuerza. Debido a que el objetivo principal del estudio EFOPS era examinar la densidad mineral ósea, los sujetos realizaron 20-25 minutos de entrenamiento de resistencia (aeróbicos de bajo y alto impacto) como así también saltos multidireccionales antes de realizar la secuencia de sobrecarga. Sin embargo, no creemos que este régimen de entrenamiento haya tenido un gran impacto sobre la generalización de los resultados reportados aquí.

Además, hemos estudiado a mujeres en las etapas tempranas de la menopausia que habían estado entrenando utilizando

un régimen de series múltiples durante 18 meses, incluidos 6 meses de entrenamiento periodizado de alta intensidad. Para obtener ganancias adicionales, los sujetos entrenados requieren de un mayor estímulo de entrenamiento en comparación con los sujetos desentrenados (42). Se sabe bien que en sujetos desentrenados, la fuerza máxima se incrementa durante los primeros meses de entrenamiento y que esto es causado principalmente por efectos neurales. Luego de los meses iniciales, la hipertrofia muscular es el factor dominante de las ganancias de fuerza (14, 15, 21). Por lo tanto, en sujetos desentrenados, el impacto del volumen de entrenamiento sobre los incrementos en la fuerza pueden ser insignificantes (5, 28, 45), a pesar del hecho de que en su meta análisis, Rhea et al. demostraron que la significativa superioridad de los regímenes de series múltiples es independiente del nivel de entrenamiento (37). Sin embargo, en sujetos desentrenados, las ventajas significativas de los protocolos con series múltiples solo se han observado en pocos estudios (2, 3, 30, 43). Sin embargo, en el estudio de Marx et al. (30), solo el entrenamiento con series múltiples fue periodizado, y además contenía movimientos explosivos, lo cual puede ser la principal razón de las diferencias observadas. En el estudio de Stowers et al. (43), luego de 7 semanas de entrenamiento, la fuerza en 1RM en el ejercicio de sentadillas fue significativamente diferente entre el entrenamiento con series únicas y la "periodización" (sin diferencias significativas en el ejercicio de press de banca) pero no entre el entrenamiento con series únicas y con series múltiples.

De acuerdo con nuestros resultados, las diferencias entre el entrenamiento con series únicas y el entrenamiento con series múltiples se hacen más obvias en sujetos entrenados o en deportistas (25, 28, 29, 35, 40, 45).

En los programas de ejercicio para los ancianos, además de los incrementos en la fuerza, otro de los objetivos importantes es la optimización de la composición corporal. Por ejemplo, se ha sugerido que los incrementos en la masa magra corporal fueron la principal razón de las ganancias de fuerza en sujetos entrenados (1). Algunos estudios, en efecto, han mostrado cambios relacionados con el entrenamiento en la composición corporal (25, 28, 30). Sin embargo, al igual que otros investigadores (9, 16, 34, 35), nosotros no podemos confirmar estos resultados. Quizás en sujetos bien entrenados no se pueden esperar cambios en la composición corporal en períodos de tiempo relativamente cortos.

En conclusión, nosotros estamos a favor de la utilización de un entrenamiento con series múltiples. En poblaciones de ancianos desentrenados, podría ser aconsejable reducir la tasa de incremento en la cantidad e intensidad del entrenamiento; por lo tanto, el entrenamiento con series únicas podría ser una alternativa durante los meses iniciales de entrenamiento. Sin embargo, cuando se deseen ganancias adicionales en la fuerza, el entrenamiento con series únicas debería ser reemplazado por el entrenamiento con series múltiples.

Aplicaciones Prácticas

La decisión de utilizar un régimen de entrenamiento con series únicas o con series múltiples debería ser tomada de acuerdo con el nivel de entrenamiento del sujeto y con los objetivos principales del programa de entrenamiento. Para sujetos desentrenados, un régimen con series únicas podría ser una alternativa al entrenamiento con series múltiples, debido a la cantidad de tiempo que requiere su realización. Sin embargo, el desarrollo de la fuerza luego de la fase inicial de adaptación es "menor a la óptima" con programas de entrenamiento con series únicas (22, 28, 45). Además, otros objetivos relevantes del entrenamiento de sobrecarga (i.e., cambios en la composición corporal y la liberación de hormonas anabólicas [3, 10, 13, 23, 24, 2]) parecen ser mucho más afectados por los regímenes con series múltiples.

Dirección para el envío de correspondencia

Dr. Wolfgang Kemmler, correo electrónico: wolfgang.kemmler@imp.uni-erlangen.de

REFERENCIAS

1. Baker, D., G. Wilson, and R. Carlyon (1994). Periodization: The effect on strength of manipulating volume and intensity. *J. Strength Cond. Res.* 8:235-242
2. Berger, R.A (1962). Effects of varied weight training programs to strength. *Res. Q.* 33:329-333
3. Borst, S.E., D.V. De Hoyos, L. Garzarella, K. Vincent, B.H. Pollock, D.T. Lowenthal, and M.L. Pollock (2001). Effects of resistance training on insulin-like growth factor-I and IGF binding proteins. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33:648-653
4. Brzycki, M.M (1990). Overload: Multiple sets versus single-set to failure. *Schol. Coach.* 60:84-85
5. Buskies, W., and G. Palandt (2003). Einsatz vs. Mehrsatztraining im Gesundheitssport. *Deutsch Z. Sportmed.* 54:S41
6. Capen, E.K (1956). Study of four programs of heavy resistance exercise for development of muscular strength. *Res Q.* 27:132-134
7. Carpinelli, R.N (2002). Berger in retrospect: Effects of varied weight training programs on strength. *Br. J. Sports Med.* 36:319-324
8. Carpinelli, R.N., and R.M. Otto (1998). Strength training. Single versus multiple-sets. *Sports Med.* 26:73-84
9. Coleman, A.E (1977). Nautilus vs universal gym strength training in adult males. *Am. Correct. Ther. J.* 31:103-107

10. Craig, B.W., and H.Y. Kang (1994). Growth hormone release following single versus multiple-sets of back squats. Total work versus power. *J. Strength Cond. Res.* 8:270-275
11. De Hoyos, D.V., T. Abe, L. Garzarella, C.J. Hass, M. Nordman, and M.L. Pollock (1998). Effects of 6 months of high- or low-volume resistance training on muscular strength and endurance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30:S165
12. Feigenbaum, M.S., and M.L. Pollock (1999). Prescription of resistance training for health and disease. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31:38-45
13. Gotshalk, L.A., C.C. Loebel, B.C. Nindl, M. Putukian, W.J. Sebastianelli, R.U. Newton, K. Hakkinen, and W.J. Kraemer (1997). Hormonal responses of multiset versus single-set heavy-resistance exercise protocols. *Can J. Appl. Physiol.* 22:244-255
14. Hakkinen, K., and P.V. Komi (1983). Electromyographic changes during strength training and detraining. *Med. Sci. Sports Exerc.* 15:455-460
15. Hakkinen, K., A. Pakarinen, W.J. Kraemer, A. Hakkinen, H. Valkeinen, and M. Alen (2001). Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *J. Appl. Physiol.* 91:569-580
16. Hass, C.J., L. Garzarella, D.V. De Hoyos, and M.L. Pollock (1998). Single versus multiple-sets in long-term recreational weightlifters. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32:235-242
17. Kemmler, W., K. Engelke, D. Lauber, J. Weineck, J. Hensen, and W.A. Kalender (2002). Exercise effects on fitness and BMD in early postmenopausal women: 1 year EFOPS results. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34:2115-2123
18. Kemmler, W., K. Engelke, D. Lauber, J. Weineck, J. Hensen, and W.A. Kalender (2004). Impact of intense exercise on physical fitness, quality of life, and bone mineral density in early postmenopausal women. Year 2 results of the Erlangen Fitness Osteoporosis Prevention Study (EFOPS). *Arch. Intern. Med.* 164:1084-1091
19. Kemmler, W., K. Engelke, D. Lauber, J. Weineck, J. Hensen, and W.A. Kalender (2003). The Erlangen Fitness Osteoporosis Prevention Study (EFOPS) a controlled exercise trial in early postmenopausal women with low bone density: First year results. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 84:673-683
20. Kieser, W (1998). Wieviele Sätze beim Krafttraining?. *Leistungssport.* 28:51-52
21. Komi, P.V (1986). Training of muscle strength and power: interaction of neuromotoric, hypertrophic, and mechanical factors. *Int. J. Sports Med.* 7: (Suppl 1). 10-15
22. Kraemer, J.B., M.H. Stone, H.S. O'Bryant, M.S. Conley, R.L. Johnson, D.C. Nieman, D.R. Honeycutt, and T.P. Bake (1997). Effects of single- vs. multiple-sets of weight training: Impact of volume, intensity and variation. *J. Strength Cond.* 11:143-147
23. Kraemer, W.J (1988). Endocrine responses to resistance exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 20:S152-157
24. Kraemer, W.J (1992). Endocrine responses and adaptations to strength training. In: *Strength and Power in Sport.* V. Komi, ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications. pp. 291-304
25. Kraemer, W.J (1997). A series of studies the physiological basis for strength training in American Football: Fact over philosophy. *J. Strength Cond. Res.* 11:131-142
26. Kraemer, W.J., S.J. Fleck, J.E. Dziados, E.A. Harman, L.J. Marchitelli, S.E. Gordon, R. Mello, P.N. Frykman, L.P. Koziris, and N.T. Triplett (1993). Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *J. Appl. Physiol.* 75:594-604
27. Kraemer, W.J., S.E. Gordon, S.J. Fleck, L.J. Marchitelli, R. Mello, J.E. Dziados, K. Friedl, E. Harman, C. Maresh, and A.C. Fry (1991). Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females. *Int. J. Sports Med.* 12:228-235
28. Kraemer, W.J., N. Ratamess, A.C. Fry, T. Triplett-McBride, L.P. Koziris, J.A. Bauer, J.M. Lynch, and S. J. Fleck (2000). Influence of resistance training volume and periodization on physiological and performance adaptations in collegiate women tennis players. *Am. J. Sports Med.* 28:626-633
29. Kramer, J.B., M.H. Stone, H.S. O'Bryant, M.S. Conley, R.L. Johnson, D.C. Nieman, D.R. Honeycutt, and T.P. Hoke (1997). Effects of single vs. multiple-sets of weight training: impact of volume, Intensity, and variation. *J. Strength Cond. Res.* 11:143-147
30. Marx, J.O., N.A. Ratamess, B.C. Nindl, L.A. Gotshalk, J.S. Volek, K. Dohi, J.A. Bush, A.L. Gomez, S.A. Mazzetti, S.J. Fleck, K. Hakkinen, R.U. Newton, and G.R. Kraemer (2001). Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33:635-643
31. Messier, S.P., and M.E. Dill (1985). Alterations in strength and maximal oxygen uptake to Nautilus circuit weight training. *Res. Q. Exerc Sport.* 56:345-351
32. Nicklas, B.J., A.J. Ryan, M.M. Treuth, S.M. Harman, M.R. Blackman, B.F. Hurley, and M.A. Rogers (1995). Testosterone, growth hormone and IGF-I responses to acute and chronic resistive exercise in men aged 55-70 years. *Int. J. Sports Med.* 16:445-450
33. Philipp, M (1999). Einsatz-Training vs. Mehrsatz-Training. *Leistungssport.* 29:27-34
34. Reid, C.M., R.A. Yeater, and I.H. Ullrich (1987). Weight training and strength, cardiorespiratory functioning and body composition of men. *Br. J. Sports Med.* 21:40-44
35. Rhea, M.R., B.A. Alvar, S.D. Ball, and L.N. Burkett (2002). 3 sets of weight training superior to 1 set with equal intensity for eliciting strength. *J. Strength Cond. Res.* 16:525-529
36. Rhea, M.R., B.A. Alvar, and L.N. Burkett (2002). Single versus multiple-sets for strength: A meta-analysis to address the controversy. *Res. Q. Exerc. Sport.* 73:485-488
37. Rhea, M.R., B.A. Alvar, L.N. Burkett, and S.D. Ball (2003). A meta-analysis to determine the dose-response for strength development. *Med. Sci. Sports Exerc.* 35:456-464
38. Ryan, A.S., R.E. Pratley, D. Elahi, and A.P. Goldberg (1995). Resistive training increases fat-free mass and maintains RMR despite weight loss in postmenopausal women. *J. Appl. Physiol.* 79:818-823
39. Sanborn, K., R. Boros, J. Hruby, B.K. Schilling, H.S. O'Bryant, R.L. Johnson, T. Hoke, M.E. Stone, and M.H. Stone (2000). Short-term performance effects of weight training with multiple-sets not to failure vs. a single-set to failure in women. *J. Strength Cond. Res.* 14:328-331
40. Schlumberger, A., J. Stec, and D. Schmidtbleicher (2001). Single- vs. multiple-set strength training in women. *J. Strength Cond*

Res. 15:284-289

41. Stone, M.H., R.L. Johnson, and D.R. Carter (1979). A short term comparison of two different methods of resistance training on leg strength and power. *Athletic Train.* 14:158-161
42. Stowers, T., J. McMillian, D. Scala, V. Davis, D. Wilson, and M. Stone (1983). The short-term effects of 3 different strength-power training methods. *Natl. Strength Condit. Assoc. J.*5(3): 24-27
43. Vincent, K., D. DeHoyos, L. Garzarella, C. Hass, M. Nordman, and M. Pollock (1998). Relationship between indices of knee extension strength before and after resistance training. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30:S163
44. Wolfe, B.L., L.M. LeMura, and P.J. Cole (2004). Quantitative analysis of single- vs. multiple-set programs in resistance training. *J. Strength Cond Res.* 18:35-47

Cita Original

Kemmler, W.K., D. Lauber, K. Engelke, and J. Weineck. Effects of single- vs. multiple-set resistance training on maximum strength and body composition in trained postmenopausal women. *J. Strength Cond. Res.* 18 (4), 689-694, 2004