

APLICACIÓN PRÁCTICA DE SERIES TRADICIONALES Y SERIES CLÚSTER EN EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA



Nagatani, Tsuyoshi BSc¹; Haff, G. Gregory PhD^{1,2}; Guppy, Stuart N. MSc¹; Kendall, Kristina L. PhD¹

¹School of Medical and Health Science, Edith Cowan University, Western Australia, Australia; and

²Directorate of Psychology and Sport, University of Salford, Salford, United Kingdom

Artículo original: Practical Application of Traditional and Cluster Set Configurations Within a Resistance Training Program. *Strength and Conditioning Journal*, 2022, 44(5): 87-101.

ABSTRACT

Alterar las configuraciones de las series durante un programa de entrenamiento de fuerza puede proporcionar una variación de entrenamiento novedosa que se puede usar para modificar las cargas de entrenamiento externas e internas que inducen resultados de entrenamiento específicos. Para diseñar programas de entrenamiento que apunten mejor a los objetivos de una fase de entrenamiento específica, los profesionales de fuerza y acondicionamiento necesitan comprender mejor cómo las diferentes configuraciones de series afectan las adaptaciones del entrenamiento que resultan del entrenamiento de fuerza. Los profesionales de la fuerza y el acondicionamiento suelen implementar las series tradicionales y series clúster como parte del programa de entrenamiento de fuerza de un atleta. El propósito de esta revisión es ofrecer ejemplos de la implementación práctica de series tradicionales y clúster que pueden integrarse en un programa de entrenamiento de fuerza periodizado.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de la variación a aspectos específicos de un programa de entrenamiento de fuerza, como alterar la intensidad o el volumen del entrenamiento, la selección y el orden de los ejercicios, así como la duración del descanso entre series puede influir en las adaptaciones al entrenamiento de fuerza (58). Una de las variaciones del entrenamiento que a menudo se pasa por alto, pero que recientemente se ha vuelto más utilizada, es la manipulación de la estructura de las series (38, 52). En general, los profesionales de fuerza y acondicionamiento implementan 2 tipos de estructuras de series como parte del programa de entrenamiento de fuerza de un atleta: una serie tradicional y una serie clúster (35,36). Las series tradicionales se pueden definir como una estructura de series en la que las repeticiones se realizan de forma continua (es decir, sin intervalos de descanso entre series o entre repeticiones) con un intervalo de descanso entre series planificado previamente (52,117) (Figura 1). Por otro lado, las series clúster son una estructura de series extendidas donde las repeticiones se realizan con intervalos de descanso intra-series o entre las repeticiones dentro de una misma serie (121) (Figura 1). Para aplicar adecuadamente ambos tipos de configuraciones de series, los profesionales de la fuerza y el acondicionamiento deben contextualizar el objetivo de entrenamiento del atleta e incorporar estrategias de manipulación de series en sus programas de entrenamiento de fuerza para apuntar a resultados de entrenamiento específicos que se alineen con las metas específicas descritas en el plan de entrenamiento periodizado. Como tal, el propósito de esta revisión es ofrecer ejemplos de cómo integrar series tradicionales y clúster en un programa de entrenamiento de fuerza y explicar cómo alinear el uso de estas estructuras de series en las fases clave de un plan de entrenamiento periodizado.

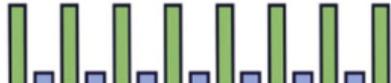
Type of Set	Graphic Description	Interset Rest (s)	Inter-repetition Rest (s)	Intraset Rest (s)	Total Rest (s)
Traditional Set		180	0	0	180
Cluster Set (1)		180	30	0	360
Cluster Set (2)		180	0	30	240
Rest-Redistribution (1)		100	10	0	180
Rest-Redistribution (2)		20	0	0	180

Figura 1. Dos series de 4 repeticiones con 5 configuraciones de series diferentes. Las barras verdes indican repeticiones realizadas en una serie. Las barras azules indican intervalos de descanso entre series, mientras que las barras rojas indican intervalos de descanso entre repeticiones o intra-series.

Si bien las series clúster son un método efectivo para mantener la velocidad del movimiento a lo largo de un conjunto de series, un problema que se observa a menudo

con esta estrategia de programación es que el tiempo total de la sesión puede extenderse (119). Debido a la realidad de que el tiempo asignado para el entrenamiento de fuerza a menudo es limitado en muchos entornos aplicados, varios investigadores han recomendado una alternativa a la que se refieren como el método de redistribución del descanso (117). El método de redistribución del descanso se puede aplicar: (a) redistribuyendo el tiempo de descanso entre series para incluir los intervalos de descanso entre series o entre repeticiones; y/o (b) reduciendo el número de repeticiones por serie y aumentando el número total de series dejando el resto global sin cambios (117) (Figura 1). Aunque la redistribución del descanso y las series clúster a menudo se denominan indistintamente en la literatura científica (4,6,27,39,40,51,72,75,120,139), deben usarse de forma independiente debido a las claras diferencias en la cantidad total de descanso colocado dentro de la serie (Figura 1) y el impacto que ambas estructuras de la serie tienen en las respuestas agudas al entrenamiento de fuerza (52). Como tal, la aplicación práctica de series clúster (no series de redistribución de descanso), dentro de los programas de entrenamiento de fuerza se discutirá principalmente en esta revisión.

APLICACIÓN PRÁCTICA DE DIFERENTES ESTRUCTURAS DE SERIES

Cuando se integran variaciones de entrenamiento en un programa de entrenamiento de fuerza, las metas de entrenamiento del atleta deben contextualizarse y establecerse para optimizar las adaptaciones fisiológicas y de rendimiento (83). Al hacerlo, el concepto de periodización, que se define como “la integración lógica y la secuenciación de los factores de entrenamiento en períodos mutuamente dependientes diseñados para optimizar resultados fisiológicos y de rendimiento específicos en puntos de tiempo predeterminados” (33), debe entenderse y aplicarse para introducir variaciones en el programa de entrenamiento de manera sistemática. Aunque una discusión detallada sobre la periodización está más allá del alcance de esta revisión (ver Stone et al. (101), Plisk y Stone (83) y Haff (34) para discusiones más detalladas), la adopción de un modelo de entrenamiento que consta de varias fases que se realizan secuencialmente puede ser ideal para mejorar la fuerza máxima y la capacidad de generación de fuerza rápida que sustenta el rendimiento deportivo (14,15,48,68,102,105,137). Por lo tanto, la aplicación práctica de diferentes configuraciones de series debe considerarse en el contexto de 3 fases de entrenamiento diferentes: hipertrofia, fuerza básica y fuerza-potencia (102,104) (Figura 2). En la siguiente sección, se presentará la fundamentación teórica a través de la cual los profesionales de la fuerza y ??el acondicionamiento pueden diseñar programas de entrenamiento de fuerza que utilicen series tradicionales y clúster.

- A: Key Phases of a Periodized Training Plan
- B: Theoretical Potential of Various Set Configurations
- C: The Number of Repetitions in the Set
- D: The Number of Repetitions in the Cluster
- E: The Length of Inter-repetition and Intra-set Rest in the Cluster Set
- F: The Length of Interset Rest

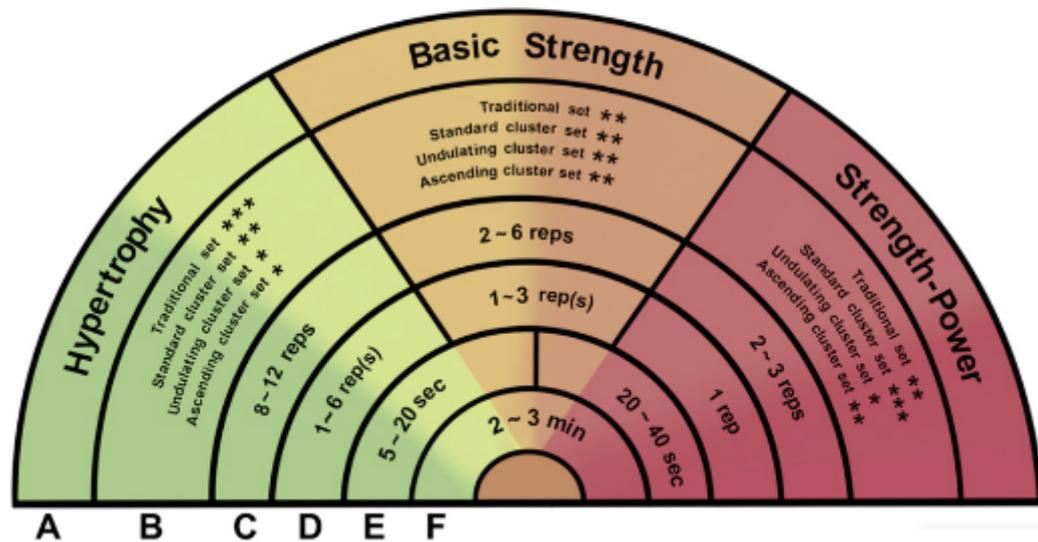


Figura 2. Un marco teórico de varias variaciones de entrenamiento para diseñar programas de entrenamiento de fuerza. *potencial bajo; **potencial moderado; ***potencial alto.

SELECCIÓN DE EJERCICIOS

Cuando las series clúster se utilizan como parte de un programa de entrenamiento de fuerza, los profesionales de la fuerza y ??el acondicionamiento deben considerar qué ejercicios son los más adecuados para las series clúster y cuáles no. Aunque se pueden usar varios ejercicios con series clúster, generalmente se recomienda que no todos los ejercicios en un programa de entrenamiento se realicen usando series clúster (35,36). Como regla general, se recomienda usar series clúster para 1 o 2 de los ejercicios más técnicos o agotadores, como movimientos olímpicos y/o sus derivados, porque esto minimizará la carga de tiempo potencial que puede ocurrir cuando las series clúster se integran en un programa de entrenamiento.

El uso de movimientos olímpicos (p. ej., clean and snatch, power clean and snatch) en los programas de entrenamiento de fuerza puede ser un método de entrenamiento importante, ya que estimulan mayores adaptaciones fisiológicas y de rendimiento en comparación con otras modalidades de entrenamiento como el salto (116), pesas rusas (77) y powerlifting (45). Cuando los movimientos olímpicos se usan en un programa de entrenamiento de fuerza, las series clúster se pueden usar para mantener la técnica de levantamiento y la velocidad del movimiento. En apoyo de esta afirmación, Hardee et al. (42) informaron que cuando los levantadores de pesas recreativos realizaron cargadas de potencia con 3 series de 6 repeticiones al 80 % de 1RM, el uso de series clúster con 20 y 40 s de descanso entre repeticiones mantuvo la velocidad de movimiento en todas las series. Además, los autores informaron que los levantadores de pesas recreativos mostraron un movimiento hacia adelante de la barra durante el primer tirón, lo que se

considera un colapso técnico inducido por la fatiga (54,103). Por otro lado, este colapso técnico inducido por la fatiga no se observó durante las series clúster con 20 s de descanso entre repeticiones (41). Aunque este estudio proporciona datos útiles que respaldan el uso de series clúster al realizar movimientos olímpicos, debe interpretarse con precaución.

Las series clúster también pueden ser útiles cuando se introducen otro tipo de ejercicios de musculación en los programas de entrenamiento de fuerza (109). El principal beneficio de elegir los ejercicios de tracción es que se pueden imponer al atleta mayores estímulos de sobrecarga de fuerza al eliminar la fase de captura (109). Por ejemplo, la fase de captura de una cargada de potencia requiere que un atleta se coloque debajo de la barra para recibirla sobre sus hombros una vez que se completa la segunda fase de tracción. Con esto en mente, la eliminación de la fase de captura durante los derivados de tracción del levantamiento de pesas (p. ej. arranque y/o tracción con agarre limpio desde el suelo, la rodilla y el muslo) permite utilizar mayores cargas de entrenamiento (38,109). En apoyo de esta afirmación, Haff et al. (38) informaron que las series clúster pueden mantener la velocidad de movimiento y el desplazamiento vertical de la barra durante los tirones de cargada desde el piso con cargas mayores que la cargada de potencia de 1RM del atleta. Por lo tanto, cuando se introducen derivados del tirón del levantamiento de pesas en los programas de entrenamiento de la fuerza, se recomienda que se utilicen series clúster si el objetivo es garantizar que la velocidad de movimiento y el desplazamiento vertical de la barra se mantengan a lo largo de una serie. Sin embargo, ciertamente se necesita más investigación sobre cómo las series clúster afectan las variables cinéticas y cinemáticas durante varios derivados de la tracción de levantamiento de pesas utilizando paradigmas de carga variables.

Los movimientos complementarios a los levantamientos olímpicos (p. ej., hang clean y snatch) a menudo se usan para enseñar a un atleta tanto la fase de transición como la segunda fase de tirón en el movimiento de levantamiento de pesas antes de progresar a realizar los levantamientos completos (69). Estos ejercicios generalmente se inician con el atleta sosteniendo la barra en una "posición colgante", luego bajándola por encima de la rodilla y luego levantando la barra hacia arriba para recibirla sobre sus hombros (53). Según nuestro conocimiento, aún no se ha investigado el efecto de las series tradicionales y de conglomerados en las variables cinéticas y cinemáticas durante estos ejercicios y, en consecuencia, es posible que no se recomiende el uso de series clúster con estos ejercicios. Esto se debe a que se puede generar una fatiga excesiva al tener que devolver la barra al suelo y luego levantarla varias veces durante la serie clúster. Sin embargo, si el profesional de fuerza y acondicionamiento decide implementar derivados colgados, se recomienda que se usen cinturones de levantamiento para ayudar a aliviar la fatiga del agarre y asegurar que se mantenga la técnica de levantamiento.

Parece que la sentadilla trasera y el press de banca son los ejercicios más explorados en la literatura científica reciente sobre series clúster, presumiblemente debido a la simplicidad de estos ejercicios (25, 59, 118, 119, 130). Una posible limitación del uso de series clúster con estos ejercicios es que el atleta tiene que colocar la barra en un estante antes de cada intervalo de descanso entre series y entre repeticiones y retirar la barra del estante después del intervalo de descanso, lo que puede conducir a la acumulación de fatiga adicional (18). Esta fatiga se puede minimizar mediante el uso de un accesorio de monoelevación que puede minimizar el movimiento horizontal necesario para montar y desmontar la barra. Sin embargo, este equipo no siempre está disponible, especialmente

en entornos típicos de entrenamiento de fuerza. En este caso, el profesional de fuerza y acondicionamiento debe considerar extender el intervalo de descanso entre repeticiones o dentro de la serie para manejar mejor este posible aumento de la fatiga o usar series tradicionales.

Aunque algunos ejercicios de una sola articulación (es decir, curl de bíceps con barra y extensión de rodilla) se pueden realizar con series clúster (47), varios autores han cuestionado la adición de ejercicios de una sola articulación a los programas de entrenamiento de fuerza (7, 8, 19). Por ejemplo, Barbalho et al. (8) compararon los cambios en la fuerza muscular y la hipertrofia muscular en mujeres entrenadas en fuerza que completaron 8 semanas de programas de entrenamiento de fuerza que incluían ejercicios multiarticulares o una combinación de ejercicios multiarticulares y monoarticulares. Los autores de este estudio no encontraron beneficios adicionales de la adición de ejercicios de una sola articulación a los programas de entrenamiento de fuerza con respecto a la hipertrofia muscular y la fuerza muscular (8). Hallazgos similares se han visto en otra literatura científica (7,19). Cuando se toman en conjunto, la adición de ejercicios de una sola articulación realizados con series clúster a los programas de entrenamiento de fuerza puede no maximizar el desarrollo de la hipertrofia muscular y/o la fuerza muscular, especialmente con individuos entrenados. Aunque los ejercicios de una sola articulación realizados con series clúster pueden no ser un método de entrenamiento eficaz para lograr estos propósitos, pueden tener un lugar como parte de los programas de rehabilitación, como los que se usan para los isquiotibiales (62,114) y el manguito de los rotadores (26). Como tal, recomendamos que los ejercicios de una sola articulación se realicen con series tradicionales cuando se integren en el programa de entrenamiento de fuerza de un atleta saludable. En la Tabla 1 se presenta una propuesta detallada de los ejercicios que se utilizan mejor cuando se programan series clúster.

Tabla 1 - Potencial teórico de los ejercicios de fuerza para maximizar los beneficios del uso de series clúster.

High potential	Moderate potential	Low potential
Snatch/clean	Push jerk/press	Assistance exercises (single-joint exercises)
Power snatch/clean	Hang clean/snatch	
Snatch/clean grip pull from floor	Hang power clean/snatch	
Snatch/clean from the knee	Hang high pull	
Power snatch/clean from the knee	Jump shrug	
Snatch/clean grip pull from the knee	Back/front squat	
Snatch/clean from the thigh	Loaded countermovement jump	
Power snatch/clean from the thigh	Flat/incline bench press	
Snatch/clean grip pull from the thigh		
Deadlift		

Algunos ejercicios (p. ej., sentadilla trasera/frontal, press de banca plano/inclinado y saltos con contramovimiento con carga) que tienen un potencial moderado pueden tener un alto potencial si se dispone de equipo específico (p. ej., accesorio monolift y barra hexagonal).

TIPO DE CONFIGURACIÓN DE SERIES EN EL CONTEXTO DE LAS FASES DE ENTRENAMIENTO

Fase de hipertrofia

Los objetivos principales de la fase de hipertrofia son aumentar el tamaño muscular, aumentar la capacidad de trabajo y preparar al atleta para el trabajo de mayor intensidad que tendrá lugar en las fases de entrenamiento posteriores (102,104). Para lograr estos objetivos, un programa de entrenamiento de hipertrofia generalmente involucra intensidades bajas a moderadas y volúmenes generales más altos (34,102,104). Durante esta fase, las series tradicionales pueden usarse favorablemente sobre las series clúster, ya que la literatura publicada previamente ha demostrado una mayor activación muscular, respuestas metabólicas y hormonales para las series tradicionales en comparación con las series clúster (25, 30, 76). Estas respuestas fisiológicas agudas se han considerado requisitos previos para la hipertrofia (57, 87–89). Esta recomendación es apoyada por Goto et al. (30) quienes informaron un aumento significativamente mayor en el área transversal del cuádriceps femoral para un grupo de hombres no entrenados que entrenaba con series tradicionales en comparación con un grupo que entrenaba con series clúster (es decir, $12,9 \pm 1,3\%$ versus $4,0 \pm 1,2\%$), después de 12 semanas de entrenamiento de alto volumen basados ??en máquinas (3–5 × 10 repeticiones a 10RM).

Los autores de este estudio también informaron que el grupo de series tradicionales aumentó significativamente la masa corporal (es decir, Pre: 65,2±3,0 kg, Post: 66,4±2,8 kg) y disminuyó el porcentaje de grasa corporal (es decir, pre: 20,3±1,2 kg y post: 18,8±1,3 kg), lo que no se observó para el grupo de series clúster (30). Es importante tener en cuenta que los investigadores igualaron las cargas de entrenamiento entre series clúster y tradicionales (30). Al igualar la carga de entrenamiento entre grupos, los principales beneficios de la serie clúster pueden obviarse, ya que se ha informado que las series clúster permiten el uso de mayores cargas y/o volúmenes de entrenamiento (47,118), lo que puede aumentar el tiempo bajo tensión y la tensión mecánica que se asocia con la hipertrofia muscular (11,61,118). Como tal, se justifica más investigación sobre si el uso crónico de series clúster con mayores cargas y/o volúmenes de entrenamiento da como resultado una mayor hipertrofia muscular en comparación con las series tradicionales.

Para los atletas de fuerza y potencia (p. ej., lanzadores y levantadores de pesas), se debe enfatizar la hipertrofia de las fibras musculares tipo II ya que se ha informado que la mayor proporción de fibras tipo II/I está fuertemente asociada con su rendimiento atlético (67, 97, 112). Para cambiar la proporción de fibras tipo II/I, se debe prescribir un programa de entrenamiento que se centre en la transformación de las fibras musculares de tipo I a tipo II y un aumento en el contenido de fibras musculares tipo II para los atletas de fuerza y potencia durante la fase de hipertrofia. Aunque es poco probable que ocurra la transformación de la fibra de tipo I a tipo II o viceversa (2, 21), varios artículos han demostrado la alteración de la cadena pesada de miosina de fibra híbrida I/IIa a I o IIa (115,131, 132), que potencialmente cambia la proporción general de fibras musculares tipo II/I. Sin embargo, no está claro si la alteración de la cadena pesada de miosina I/IIa es posible entre atletas altamente entrenados después de un período de entrenamiento de fuerza de alto volumen. Por lo tanto, apuntar a un aumento en el contenido de fibras musculares tipo II puede ser una estrategia realista y factible para cambiar la proporción general de fibras musculares tipo II/I (24). Al hacerlo, se debe considerar la manipulación de las variaciones del entrenamiento, específicamente el volumen y la intensidad del entrenamiento, al diseñar un programa de entrenamiento.

Aunque el volumen de entrenamiento se ha considerado un factor principal para la hipertrofia muscular (87), para maximizar la hipertrofia de las fibras musculares tipo II, la intensidad del entrenamiento, especialmente el uso de cargas más altas (p. ej., 80% 1RM), parece ser importante (24). Sin embargo, cuando se usan cargas de entrenamiento altas con series tradicionales, se pueden requerir esquemas de repeticiones más bajas (p. ej., 6–8 repeticiones) ya que teóricamente no es factible realizar series de mayor volumen (9–12 repeticiones) con cargas 80% 1RM cuando realizar ejercicios multiarticulares de grandes grupos musculares. Además, al realizar ejercicios multiarticulares, puede que no sea posible mantener la velocidad del movimiento a lo largo de una serie de mayor volumen sin experimentar fallos en las repeticiones antes de que se complete el número prescrito de repeticiones (86). Estos sucesos son problemáticos porque una pérdida de velocidad de movimiento pronunciada durante una serie de entrenamiento de fuerza que probablemente conduzca al fracaso de la repetición no da como resultado una mayor hipertrofia (78) y causa una fatiga sustancial inducida por el ejercicio (79, 86, 127). En este escenario, el uso de series clúster puede ser una opción viable, ya que pueden permitir el uso de mayores cargas de entrenamiento (p. ej., 80 % 1RM) mientras se mantiene la velocidad de movimiento sin fallos en las repeticiones (118) y permite una mayor carga de volumen (es decir, series x

repeticiones x carga) para completar (47).

En resumen, las series tradicionales pueden ser la opción principal a elegir para diseñar programas de entrenamiento de fuerza para la fase de hipertrofia cuando se considera la literatura científica que constata una mayor hipertrofia muscular después del entrenamiento de fuerza con series tradicionales (30). Sin embargo, no todos los estudios longitudinales están de acuerdo con este argumento (5,138). Las series clúster pueden tener el potencial de inducir una mayor hipertrofia muscular ya que permiten el uso de mayores cargas de entrenamiento. El uso de mayores cargas de entrenamiento puede aumentar el tiempo bajo tensión y el esfuerzo mecánico (118), los cuales están asociados con mayores tasas de hipertrofia (11). Dado este beneficio potencial de las series clúster, pueden ser más adecuadas para los atletas de potencia y fuerza, ya que las cargas de entrenamiento más altas pueden inducir una hipertrofia específica de las fibras de tipo II que es esencial para que estos atletas mejoren su rendimiento. Sin embargo, los profesionales de la fuerza y ??el acondicionamiento aún deben ser conscientes del tiempo adicional que puede llevar implementar series clúster como parte del programa de entrenamiento de fuerza de un atleta (118). Cualquier extensión en el tiempo de entrenamiento depende de la estructura de la serie, incluidos los intervalos de descanso entre series e inter-repeticiones, junto con el número de repeticiones realizadas en cada grupo. Como tal, a menudo se ha sugerido en la literatura científica el uso de series clúster con solo 1 o 2 ejercicios clave (35,36). Figura 2 presenta el potencial teórico de varias configuraciones de series, mientras que la Tabla 2 presenta varios ejemplos de manipulación de series durante la fase de hipertrofia de un plan de entrenamiento periodizado.

Tabla 2. Varios ejemplos de manipulación de series durante una fase de hipertrofia de un plan de entrenamiento periodizado.

Type of set	Sets	Reps	Rest intervals between clusters (s)
Traditional	3	10	0
Standard cluster	3	10/1	5
	3	10/2	15
	3	10/5	30

10 = Un total de 10 repeticiones que se realizan de manera continua sin ningún intervalo de descanso dentro de la serie; 10/1 = Un total de 10 repeticiones con intervalos de descanso entre repeticiones; 10/2 = Un total de 10 repeticiones con intervalos de descanso dentro de la serie colocados entre cada 2 repeticiones; 10/5 = Un total de 10 repeticiones con un intervalo de descanso intraserie colocado entre cada 5 repeticiones. Todas las cargas de entrenamiento se determinan en base a 1 repetición de cargada de potencia máxima. Los profesionales de fuerza y ??acondicionamiento deben construir series clúster basados ??en el enfoque de la sesión de entrenamiento, las cargas de entrenamiento utilizadas, el ejercicio seleccionado y el nivel de desarrollo del atleta.

Fuente: Adaptado de Haff et al. (35,36).

Fase de fuerza básica

El objetivo principal de la fase de fuerza básica del entrenamiento es aumentar los niveles de fuerza máxima (31), lo que a menudo se considera un factor esencial que sustenta el rendimiento deportivo (46,71,135). Aunque las adaptaciones musculares tienden a ser un objetivo central del entrenamiento de fuerza durante la fase de hipertrofia, el aumento del impulso neural que maximiza la expresión de la fuerza muscular es una adaptación de entrenamiento deseada durante esta fase (21,34). Para obtener esta adaptación neural, un programa de entrenamiento generalmente involucra una intensidad más alta (p. ej., 80–90% 1RM) pero volúmenes más bajos que los que se usan durante la fase de hipertrofia (34,102,104). Por ejemplo, Schoenfeld et al. (90) informaron mayores ganancias de fuerza máxima, como lo indica un aumento en 1RM en sentadilla trasera (es decir, ES=1,12 frente a 0,71), después del entrenamiento de fuerza con 3 series de 2–4RM en comparación con la realización de 3 series de 8–12RM. Este hallazgo respalda la afirmación de que el entrenamiento de alta carga es importante cuando se trata de obtener ganancias de fuerza máxima, especialmente cuando se trabaja con atletas más fuertes (17).

Durante la fase de fuerza básica, las series tradicionales a menudo se prefieren a las series clúster cuando se crean programas de entrenamiento diseñados para maximizar el desarrollo de la fuerza. Esta afirmación es apoyada por Nicholson et al. (70) quienes informaron que un grupo de hombres entrenados en fuerza usando series tradicionales aumentó la fuerza máxima ligeramente más que un grupo de series clúster (ES = 1,11 frente a 0,69) después de 6 semanas de entrenamiento de fuerza de alta carga (4 × 6 repeticiones al 85% 1RM). Los autores de este estudio también compararon un grupo de series tradicionales con un grupo de series clúster utilizando una mayor carga de entrenamiento (4 × 6 repeticiones al 90% de 1RM) y no encontraron diferencias significativas en las ganancias de fuerza máxima entre estos 2 grupos (70). Aunque la literatura científica contemporánea puede interpretarse como una indicación de que las series tradicionales son más apropiadas para maximizar el desarrollo de la fuerza, la mayoría de las investigaciones en este espacio han igualado las cargas de entrenamiento entre series clúster y tradicionales (5, 30, 84, 138). Es importante tener en cuenta que los series clúster pueden permitir el uso de cargas de entrenamiento más altas (47,118). Como tal, se justifica más investigación sobre si las series clúster con cargas de entrenamiento más altas inducen una mayor ganancia de fuerza máxima.

Para atletas de fuerza y potencia, o atletas altamente entrenados, está bien documentado que se necesita una mayor variación de entrenamiento para inducir adaptaciones musculares y neurales en comparación con atletas novatos e intermedios (83). En este escenario, las series clúster ondulantes y ascendentes probablemente se pueden usar como un método para agregar variabilidad al programa de entrenamiento de fuerza (Tabla 3). Estas configuraciones avanzadas de series pueden inducir un efecto de potenciación que puede aumentar la velocidad de movimiento dentro y entre series (20,106). Es muy probable que este efecto de potenciación esté reservado para individuos más fuertes, ya que son más resistentes a la fatiga y es probable que muestren una respuesta de potenciación superior a diversas intervenciones de entrenamiento en comparación con individuos más débiles (95, 96, 110).

Tabla 3. Varios ejemplos de manipulación de series durante una fase de fuerza básica de un plan de entrenamiento periodizado.

Type of set	Sets	Reps	Intensity (%)/rep					Rest intervals between clusters (s)
Traditional	3-5	5	70-80/5					0
	3-5	6	65-75/6					0
Standard cluster	3-5	5/1	75-85/1	75-85/1	75-85/1	75-85/1	75-85/1	20
	3-5	6/2	70-80/2	70-80/2	70-80/2			30
	3-5	6/3	70-80/3	70-80/3				40
Undulating cluster	3-5	5/1	72.5-82.5/1	75-85/1	80-90/1	75-85/1	72.5-82.5/1	30
	3-5	6/2	72.5-82.5/2	80-90/2	72.5-82.5/2		40	
Ascending cluster	3-5	5/1	70-80/1	72.5-82.5/1	75-85/1	77.5-87.5/1	80-90/1	30
	3-5	6/2	70-80/2	75-85/2	80-90/2		40	

5 = Un total de 5 repeticiones que se realizan de manera continua sin ningún intervalo de descanso dentro de la serie; 5/1 = Un total de 5 repeticiones con intervalos de descanso entre repeticiones; 6/2 = Un total de 6 repeticiones con intervalos de descanso dentro de la serie colocados entre cada 2 repeticiones. Todas las cargas de entrenamiento se determinan en base a una cargada de potencia máxima de repetición. Los profesionales de fuerza y acondicionamiento deben construir series clúster basados en el enfoque de la sesión de entrenamiento, las cargas de entrenamiento empleadas, el ejercicio seleccionado y el nivel de desarrollo del atleta.

Fuente: Adaptado de Haff et al. (35,36).

En resumen, durante la fase de fuerza básica, es probable que las series tradicionales proporcionan adaptaciones de entrenamiento iguales o superiores a las series clúster cuando las cargas de entrenamiento se igualan después de un período de entrenamiento de fuerza de alta intensidad (80-90% 1RM). Cabe señalar que este puede no ser el caso si se incorporan al programa de entrenamiento de fuerza mayores cargas y volúmenes de entrenamiento permitidos por el uso de series clúster. Las series clúster ondulantes y ascendentes pueden ser métodos únicos para agregar variabilidad a un programa de entrenamiento de fuerza y pueden ser adecuados para atletas de fuerza y potencia, o atletas altamente entrenados. La Tabla 3 presenta varios ejemplos de manipulación de series durante la fase de fuerza básica de un plan de entrenamiento periodizado.

Fase de fuerza-potencia

El objetivo principal de la fase de fuerza-potencia del entrenamiento es centrarse en el desarrollo continuo de la fuerza máxima, su traducción en una capacidad de generación de fuerza rápida y, en última instancia, la mejora del rendimiento de un atleta (34,102,104,108). Se recomienda que los programas de entrenamiento utilicen cargas y ejercicios que apunten a varios aspectos de la curva fuerza-velocidad durante esta fase del entrenamiento (37). En apoyo de esta recomendación, varios investigadores han sugerido que los programas de entrenamiento de fuerza se centren en varios aspectos de la curva fuerza-velocidad, también conocida como enfoque de método mixto (37), para optimizar mejor la capacidad de rendimiento del atleta en comparación con un enfoque

unidireccional que solo apunta a un aspecto de la curva fuerza-velocidad (3,44,49,50). Generalmente, esta fase involucra cargas de entrenamiento bajas a muy pesadas dependiendo del ejercicio realizado (34). En la fase de fuerza-potencia, el uso de altas cargas de entrenamiento (?80% 1RM) se considera integral, especialmente con atletas más fuertes, ya que el entrenamiento solo con ejercicios balísticos que utilizan cargas de entrenamiento bajas (?30% 1RM) no puede mejorar ni mantener los niveles máximos de fuerza (17). Además, Confort et al. (16) informaron aumentos significativos en la capacidad de generación de fuerza rápida después de 4 semanas de un programa de entrenamiento de carga moderada a alta (3 × 3 repeticiones al 75–90% 1RM), mientras que 4 semanas de un programa de entrenamiento de carga baja a moderada (3 × 5 repeticiones al 60–82,5 % de 1RM) no produjeron mejoras en la capacidad de generación de fuerza rápida. Además, una combinación de ejercicios de alta resistencia y balísticos tiende a generar mejoras superiores en el rendimiento atlético en comparación con un programa de entrenamiento que solo utiliza ejercicios de alta resistencia o ejercicios balísticos (44). Con base en estos hallazgos, para desarrollar una capacidad de generación de fuerza máxima y rápida y mejorar la capacidad de rendimiento de un atleta durante la fase de fuerza-potencia, se recomienda un programa de entrenamiento de método mixto que use cargas bajas a pesadas (37).

Aunque se debe utilizar una amplia gama de cargas para desarrollar la capacidad de generación de fuerza a lo largo de toda la curva de fuerza-velocidad (37), el volumen de entrenamiento debe ser menor durante la fase de fuerza-potencia para minimizar la fatiga inducida por el ejercicio, ya que las adaptaciones neurales al entrenamiento de fuerza parecen maximizarse durante condiciones comparativamente sin fatiga (1,107). Además, se ha demostrado que mantener la velocidad de movimiento en las series de entrenamiento provoca mayores ganancias de fuerza máxima y mejoras en el rendimiento atlético (78,80). Las series clúster pueden ser un método efectivo para asegurar que la velocidad del movimiento se mantenga durante el entrenamiento de fuerza (42), mientras se atenúa la acumulación de fatiga (52) para optimizar las adaptaciones neuronales que resultan del entrenamiento de fuerza. Por ejemplo, Zaras et al. (138) investigaron los efectos de 7 semanas de entrenamiento de prensa de piernas realizado con series clúster en estudiantes de educación física masculinos sin entrenamiento. Los autores informaron que los participantes que entrenaron con series clúster aumentaron la tasa de desarrollo de la fuerza (RFD) durante franjas de tiempo como 0 a 30 ms (ES = 0,51 frente a ?0,21), 0 a 50 ms (ES = 0,56 frente a ?0,25), y 0–80 ms (ES = 0,54 versus ?0,15), mientras que el grupo que entrenó con series tradicionales no mostró mejoras en la RFD a pesar de que la fuerza máxima aumentó de manera similar para ambos grupos (138). Aunque los autores de este estudio brinda datos interesantes que respaldan el uso de series clúster durante la fase de fuerza-potencia, aún se desconoce si los atletas entrenados pueden obtener los mismos beneficios. Además, Zaras et al. (138) utilizaron prensa de piernas como intervención de entrenamiento, que se ha informado que es menos eficaz para mejorar el rendimiento del salto (134) y la fuerza máxima (85) que los ejercicios de peso libre para la parte inferior del cuerpo, como la sentadilla. Como tal, se necesita más investigación sobre si otras modalidades de entrenamiento (p. ej., movimientos olímpicos) que utilizan series clúster provocan mayores aumentos en las capacidades de generación de fuerza rápida y el rendimiento atlético en individuos entrenados.

Para el desarrollo de la fuerza y ??la potencia de atletas altamente entrenados, la introducción de series clúster ascendentes, que utilizan un patrón de carga diferente para

aumentar progresivamente la intensidad general de la serie, puede ser una modificación única de la serie para elevar la capacidad máxima de generación de fuerza (35,36). Por ejemplo, cuando el atleta realiza 3 series de 3 repeticiones con la carga promedio para cada serie correspondiente al 81, 84 y 87 % de 1RM, las 3 repeticiones de la primera serie se pueden realizar en un formato de grupo en el que la carga se incrementa (por ejemplo, 78, 81 y 84% de 1RM). Las siguientes 3 repeticiones de la segunda serie también se pueden realizar de la misma manera (p. ej., 81, 84 y 87 % de 1RM) seguidas de las últimas 3 repeticiones de la serie final (p. ej., 84, 87, 90 % de 1RM) (tabla 4). Esta configuración de la serie puede mejorar potencialmente la capacidad máxima de generación de fuerza y ??puede ser adecuada para los ejercicios complementarios a los levantamientos olímpicos o los derivados de tracción del levantamiento de pesas, porque el uso de esta configuración de la serie durante los movimientos completos de levantamientos olímpicos puede resultar en una fatiga sustancial que puede causar fallos en las repeticiones, lo que puede aumentar el riesgo de lesión (35,36).

Tabla 4. Varios ejemplos de manipulación de series durante una fase de fuerza-potencia de un plan de entrenamiento periodizado

Type of set	Sets	Reps	Intensity (%)/rep			Rest intervals between clusters (s)
Traditional	3-5	3	80-90/3			0
Standard cluster	3-5	3/1	85-93/1	85-93/1	85-93/1	30
Ascending cluster	Set 1	3/1	78-81/1	81-84/1	84-87/1	30-40
	Set 2	3/1	81-84/1	84-87/1	87-90/1	30-40
	Set 3	3/1	84-87/1	87-90/1	90-93/1	30-40

3 = Un total de 3 repeticiones que se realizan de manera continua sin ningún intervalo de descanso dentro de la serie; 3/1 = Un total de 3 repeticiones con intervalos de descanso entre repeticiones. Todas las cargas de entrenamiento se determinan en base a una cargada de potencia máxima de repetición. Los profesionales de fuerza y ??acondicionamiento deben construir series clúster basados ??en el enfoque de la sesión de entrenamiento, las cargas de entrenamiento empleadas, el ejercicio seleccionado y el nivel de desarrollo del atleta.

Fuente: Adaptado de Haff et al. (35,36).

En resumen, para mejorar la capacidad de generación de fuerza máxima y rápida y optimizar el rendimiento atlético, un programa de entrenamiento de método mixto que utilice una amplia gama de cargas de entrenamiento, manteniendo bajos los volúmenes de entrenamiento, puede ser la prescripción de entrenamiento óptima durante la fase de fuerza-potencia. Las series clúster se pueden usar para mantener la velocidad del movimiento y mitigar la acumulación de fatiga durante las sesiones de entrenamiento de fuerza, lo que potencialmente puede optimizar las adaptaciones neuronales que resultan del entrenamiento de fuerza. Las series clúster ascendentes con cargas progresivamente aumentadas en las series pueden ser una alternancia de series única para elevar potencialmente la capacidad máxima de generación de fuerza. La Tabla 4 presenta varios ejemplos de manipulación de series durante la fase de fuerza-potencia de un plan de entrenamiento periodizado.

NÚMERO DE REPETICIONES POR SERIE

El número total de repeticiones en la serie debe determinarse en función del objetivo de entrenamiento del atleta (99). Cuando la hipertrofia muscular es el objetivo principal del entrenamiento de fuerza, a menudo se recomienda un esquema de repetición de moderado a alto (p. ej., 8-12 repeticiones). Esta recomendación es apoyada por Schoenfeld et al. (90), quienes informaron que el entrenamiento de fuerza con 3 series de 8-12 RM indujo una mayor hipertrofia muscular en comparación con 2-4 RM. Sin embargo, este estudio no igualó los volúmenes de entrenamiento para ambos grupos (90), lo que podría afectar la magnitud de la hipertrofia muscular. En otro estudio de Schoenfeld et al. (94), no hubo diferencias en la magnitud de la hipertrofia muscular después del programa de entrenamiento de fuerza de volumen equivalente con 3 series de 10RM frente a 7 series de 3RM. Aunque parece existir una relación dosis-respuesta entre el volumen de entrenamiento de fuerza y los aumentos en la hipertrofia muscular (92), un esquema de pocas repeticiones con cargas de entrenamiento más altas necesita más series para proporcionar suficiente volumen de entrenamiento para maximizar las ganancias hipertróficas (94). Realizar numerosas series con cargas más altas puede no ser la metodología más eficiente para proporcionar un estímulo hipertrófico apropiado debido a la cantidad de tiempo que se requeriría para completar la sesión. En el mundo real, este mayor compromiso de tiempo puede ser problemático, ya que los profesionales de fuerza y acondicionamiento suelen tener limitaciones de tiempo cuando imparten programas de entrenamiento. Por lo tanto, desde un punto de vista práctico, se recomienda un esquema de repetición de moderado a alto (es decir, 8 a 12 repeticiones) cuando se diseñan programas de entrenamiento de fuerza dirigidos a la hipertrofia muscular (Figura 2).

Durante una fase de fuerza básica, el aumento de la fuerza máxima es el objetivo principal establecido para el atleta (31). Para lograr este objetivo, normalmente se recomienda un esquema de repeticiones de bajo a moderado (p. ej., 2 a 6 repeticiones) con cargas de entrenamiento altas (p. ej., \approx 80% 1RM) (91,102,104). A diferencia del entrenamiento de fuerza dirigido a la hipertrofia muscular, el uso de cargas de entrenamiento más altas parece ser un requisito previo para optimizar la fuerza máxima (91). Varios autores han informado mayores ganancias de fuerza máxima después del entrenamiento de fuerza con 2-5RM en comparación con 8-12RM (13,61, 90, 94). Como tal, se recomienda un esquema de repeticiones de bajo a moderado (es decir, 2 a 6 repeticiones) que permita cargas de entrenamiento más altas cuando se diseñen programas de entrenamiento de fuerza dirigidos a ganancias máximas de fuerza (Figura 2).

En una fase de fuerza-potencia, el desarrollo de capacidades de generación de fuerza máximas y rápidas y la mejora del rendimiento de un atleta son los objetivos principales para el atleta (34,102,104,108). Se puede recomendar el uso del esquema de repetición más bajo (p. ej., 2 o 3 repeticiones) para lograr estos objetivos. Esta recomendación está respaldada por varios estudios que muestran que el entrenamiento de fuerza con un esquema de pocas repeticiones aumentó la fuerza máxima (129), la capacidad de generación de fuerza rápida (16) y el rendimiento del salto vertical (102,129). Estas adaptaciones al entrenamiento pueden ser más evidentes, especialmente cuando la fase de fuerza-potencia está precedida por un programa de entrenamiento de mayor volumen con cargas de entrenamiento más bajas (p. ej., una fase de fuerza básica) (16,102,129).

Por lo tanto, se recomienda un esquema de pocas repeticiones (es decir, 2-3 repeticiones) cuando se diseñan programas de entrenamiento de fuerza durante la fase de fuerza-potencia (Figura 2).

NÚMERO DE REPETICIONES EN EL CLÚSTER

El número de repeticiones realizadas en el grupo debe modificarse en función de la fase de entrenamiento. En una fase de hipertrofia, dado que el número recomendado de repeticiones en una serie es alto (es decir, 8-12 repeticiones), el número de repeticiones realizadas en el grupo puede variar de 1 a 6 (Figura 2). Por ejemplo, Tufano et al. (118) informaron que al realizar la sentadilla trasera usando series de 12 repeticiones, se pueden usar cargas de entrenamiento más altas (es decir, 75% 1RM versus 60% 1RM) al dividir 12 repeticiones en 3 grupos de 4 repeticiones con 30 s de descanso intraserie entre grupos en comparación con series tradicionales. Si los ejercicios complementarios a los movimientos olímpicos se realizan usando series de 8 repeticiones en la fase de hipertrofia, se pueden usar 4 grupos de 2 repeticiones con 20 s de descanso entre series para mantener potencialmente la velocidad de movimiento y la técnica de levantamiento en toda la serie (41, 42). En última instancia, los profesionales de fuerza y acondicionamiento deben determinar la cantidad de repeticiones realizadas en el grupo en función del enfoque de la sesión de entrenamiento, las cargas de entrenamiento utilizadas, el ejercicio seleccionado y el nivel de desarrollo del atleta.

A diferencia de la fase de hipertrofia, el número recomendado de repeticiones realizadas en una serie es de bajo a moderado en una fase de fuerza básica (p. ej., 2 a 6 repeticiones). En esta fase, las series clúster pueden no proporcionar mayores ganancias de fuerza máxima que las series tradicionales según varios estudios (5, 30, 70, 138). Sin embargo, las series clúster con 1 a 3 repeticiones en cada grupo pueden usarse para mantener la velocidad de movimiento y la técnica de levantamiento (Figura 2). Varios autores informaron que el uso de un intervalo de descanso entre repeticiones puede mantener la velocidad del movimiento (42,70) y la técnica de levantamiento (41) durante los ejercicios de fuerza cuando se usan cargas de entrenamiento altas (p. ej., 80–90% 1RM) (38, 42, 59, 70). Además, Lawton et al. (60) informaron que el uso de intervalos de descanso dentro de la serie colocados entre cada 2 repeticiones o cada 3 repeticiones mantuvieron la producción de potencia al realizar 6 repeticiones de press de banca con una carga de 6RM. En este estudio, la reducción en la producción de potencia resultó de una disminución en la velocidad de movimiento ya que la producción de fuerza no cambió durante el ejercicio debido al uso de cargas consistentes a lo largo de la serie. Se recomienda que se proporcionen intervalos de descanso más largos dentro de la serie cuando se usan repeticiones múltiples en grupos (2–3 repeticiones) (Tabla 3).

Durante una fase de fuerza-potencia, uno de los principales objetivos del entrenamiento de fuerza es desarrollar una capacidad de generación de fuerza rápida que se traduzca en la mejora del rendimiento de un atleta (34,102,104,108). Wagle et al. (124) informaron que las series clúster con descanso entre repeticiones mantuvieron una capacidad de generación de fuerza rápida a lo largo de cada serie cuando se realizaban sentadillas con 3 series de 5 repeticiones al 80% de 1RM. Por otro lado, cuando se usaban series tradicionales, la capacidad de generación de fuerza rápida disminuía hacia el final de cada serie (124). Dado que el número recomendado de repeticiones en una serie durante la fase de fuerza-potencia es bajo (es decir, 2-3 repeticiones), se recomienda que las series clúster con descanso entre repeticiones solo se usen para el ejercicio más técnico

o agotador (s), como los movimientos olímpicos y/o sus derivados, mientras que otros ejercicios deben realizarse con series tradicionales (Figura 2).

DURACIÓN DEL TIEMPO ENTRE-REPETICIONES E INTRA-SERIES EN LA SERIE DE CLUSTER

La alineación de los tiempos de recuperación entre repeticiones e intraseries con las diversas fases y objetivos del entrenamiento se facilita al considerar el curso temporal de la resíntesis de trifosfato de adenosina (ATP) y fosfocreatina (PCr). Cuando se proporcionan interrepeticiones más largas e intervalos de descanso dentro de la serie, se produce una resíntesis más completa de estos 2 sustratos y, por lo tanto, permite contracciones musculares más rápidas (29). Por el contrario, si se acorta el intervalo de descanso, habría una resíntesis de ATP incompleta y niveles de fatiga proporcionalmente mayores (35, 36, 107). Si el objetivo del entrenamiento es estimular las ganancias en la hipertrofia muscular, a menudo se ha sugerido que se deben implementar series tradicionales en lugar de series clúster (30). Sin embargo, con base en evidencia más reciente de Tufano et al. (118), si se utilizan cargas más altas con series clúster, el tiempo bajo tensión aumenta y, a su vez, puede aumentar el estímulo hipertrófico. Además, si las series clúster se implementan con cargas de entrenamiento más altas, una serie de entrenamiento de repetición moderada a alta (es decir, 8 a 12 repeticiones) con intervalos de descanso más cortos entre repeticiones individuales (p. ej., 5 a 10 s) o grupos (p. ej., 15 a 30 s) puede ser una opción viable. Cuando se realiza esto, la recuperación provista facilitará el mantenimiento del rendimiento, permitirá el uso de cargas de entrenamiento más altas (47,118) y aun así proporcionará cierto grado de fatiga que puede proporcionar un estímulo que facilite la hipertrofia (25,28,118) (Figura 2). Por otro lado, si el objetivo del entrenamiento es mejorar la capacidad de generación de fuerza rápida, los períodos de descanso entre repeticiones individuales o grupos pueden ser más largos (p. ej., 30 a 40 s) para garantizar una mayor recuperación, especialmente cuando se incorporan movimientos completos de levantamiento de pesas al programa de entrenamiento de fuerza.

DURACIÓN DEL DESCANSO ENTRE SERIES

Tradicionalmente, la duración del intervalo de descanso entre series se ha manipulado en función del objetivo de entrenamiento (99). En un programa de entrenamiento de fuerza de alto volumen que tiene como objetivo la hipertrofia muscular, a menudo se utilizan intervalos de descanso cortos entre series (p. ej., 30 a 60 s) (56,113) ya que el entrenamiento de fuerza con descansos cortos entre series produce mayores concentraciones séricas de testosterona y hormona del crecimiento en comparación con entrenamientos de fuerza más largos. descanso entre series (55), los cuales a menudo se ha sugerido que afectan la magnitud de la hipertrofia muscular (87,88). Por otro lado, los intervalos de descanso prolongados entre series (p. ej., ? 3 minutos) generalmente se recomiendan en un programa de entrenamiento de bajo volumen, pero de alta intensidad que tiene como objetivo el desarrollo de la fuerza (128). Sin embargo, varios autores han informado mayores cambios en el área de la sección transversal y el grosor de los músculos regionales después del entrenamiento de fuerza con un descanso entre series más largo (2,5 a 3 minutos) en comparación con un descanso entre series más corto (1 minuto), mientras que se obtuvieron ganancias de fuerza máxima iguales o mayores. observado para el protocolo de entrenamiento de descanso entre series más largo (12, 93). La posible explicación de estos hallazgos contradictorios es que las altas respuestas

hormonales pueden no afectar directamente la síntesis de proteínas musculares que está directamente relacionada con la hipertrofia muscular (10,82). Mc Kendry et al. (64) informaron un mayor aumento en la síntesis de proteínas miofibrilares después del entrenamiento de fuerza con 5 minutos de descanso entre series que con 1 minuto de descanso entre series, aunque no se observaron mayores concentraciones séricas de testosterona y hormona del crecimiento después del protocolo de entrenamiento de descanso entre series más largo. Otra consideración importante es que el descanso entre series más largo puede permitir que ocurra una mayor resíntesis de ATP y PCr y que se completen más repeticiones, especialmente cuando se realizan repeticiones hasta la fallo muscular (29, 93). Como tal, independientemente del objetivo del entrenamiento, se recomienda una cantidad suficiente de intervalos de descanso entre series (p. ej., 2-3 minutos) durante el entrenamiento de fuerza (Figura 2).

CONSIDERACIONES ADICIONALES AL UTILIZAR SERIES CLUSTER

Feedback

Para los profesionales de fuerza y acondicionamiento, proporcionar al atleta retroalimentación sobre el patrón de movimiento del ejercicio realizado juega un papel importante en la adquisición de la habilidad motora (100). Durante una serie de entrenamiento de fuerza, el uso de series clúster también puede permitir que el entrenador proporcione al atleta una retroalimentación inmediata durante el intervalo de descanso entre repeticiones o dentro de la serie (109). Al proporcionar retroalimentación dentro de una serie, se debe considerar la frecuencia de la retroalimentación, ya que una retroalimentación más frecuente no siempre contribuye a mejorar la adquisición de habilidades (133). Sin embargo, este puede no ser el caso cuando se requiere que el atleta adquiera un patrón de movimiento complejo, ya que se ha demostrado que la retroalimentación frecuente es beneficiosa para el aprendizaje de patrones de movimiento complejos (136). Por lo tanto, si se requiere que el atleta aprenda un ejercicio altamente técnico, como los movimientos olímpicos, el uso de grupos de series de esta manera permite una retroalimentación frecuente y puede ser beneficioso para facilitar el aprendizaje motor.

Carga excéntrica acentuada

Está bien documentado que la fuerza producida por un músculo durante las acciones musculares excéntricas es mayor que la que se puede desarrollar durante las acciones musculares isométricas y concéntricas (63). Como tal, las prescripciones de entrenamiento tradicionales que usan cargas absolutas iguales para las acciones musculares concéntricas y excéntricas durante un ejercicio de fuerza no maximizan la capacidad de generación de fuerza durante las acciones musculares excéntricas (125). La carga excéntrica acentuada (AEL) se refiere a una modalidad de entrenamiento novedosa en la que la carga excéntrica se programa a una carga más alta en comparación con la carga utilizada durante la acción muscular concéntrica dentro de un ejercicio de fuerza específico (111,125). Por ejemplo, la fase excéntrica del ejercicio seleccionado se programa con una carga más alta y luego parte de la carga se elimina mediante el uso de un liberador de pesas antes de la transición de la fase excéntrica a la concéntrica del levantamiento (122). El uso de AEL puede dar como resultado la mejora potencial del reclutamiento de fibras tipo II, así como la hipertrofia de las fibras tipo II (22,23), un mayor aumento en la fuerza máxima (9,43,126) y mayores mejoras en el rendimiento del salto vertical (23,98) (Para obtener más detalles sobre AEL, se remite al

lector al artículo de revisión de Wagle et al. (125)).

Dos métodos comunes para usar AEL con el uso del liberador de pesas son (a) acentuar la fase excéntrica de la primera repetición y luego realizar el resto de la serie sin aplicar mayores cargas a la fase excéntrica del levantamiento (59,65, 66,123,124) y (b) acentuar la fase excéntrica de cada repetición individual o la primera repetición de cada grupo individual (59,123,124). El segundo método requiere tiempo entre el individuo y grupos de repeticiones para recargar la fase excéntrica del ejercicio seleccionado. Esta forma de AEL tiene una configuración de serie similar a un grupo inherente que puede contribuir a los beneficios de capacitación asociados con AEL. Si se introduce AEL en los programas de entrenamiento que tienen como objetivo la hipertrofia y el aumento de la capacidad de trabajo, se pueden seleccionar intervalos de descanso cortos entre repeticiones individuales o grupos (p. ej., 20 s). Por otro lado, si los programas de entrenamiento que apuntan al desarrollo de la capacidad de generación de fuerza involucran AEL, se pueden elegir intervalos de descanso más largos entre repeticiones individuales o grupos (p. ej., 30-40 s). Tabla 5 presenta una recomendación detallada sobre cómo AEL con series clúster se puede aplicar potencialmente en programas de entrenamiento de fuerza en fases clave de entrenamiento.

Tabla 5. Integraciones prácticas del grupo estándar establecido en programas de entrenamiento de carga excéntrica acentuada durante las fases clave de un plan de entrenamiento periodizado.

Training variation	Hypertrophy	Basic strength	Strength-power
Eccentric load (%1RM)	80-120	100-120	≥120
Concentric load (%1RM)	60-70	70-80	≥80
Number of reps in a set	8-12	2-6	2-3
Number of reps in a cluster	3-6	1-3	1
Number of rest intervals between clusters	1-2	1-2	1-2
Length of rest intervals between clusters (s)	20	30	30-40

Todas las cargas de entrenamiento concéntricas y excéntricas se determinan en base a 1 repetición máxima de sentadilla trasera en artículos publicados por Wagle et al. (123,124) y Merrigan et al. (65) y el libro de Verkhoshansky (122). Por ejemplo, si un atleta realiza 10 repeticiones de sentadillas con una carga excéntrica del 120 % de 1RM y una carga concéntrica del 65 % de 1RM, las 10 repeticiones se pueden dividir en 2 grupos de 5 repeticiones y se puede agregar un intervalo de descanso de 30 s entre series. racimos En este caso, se imponen al atleta cargas excéntricas supramáximas (120% 1RM) en la primera y sexta repetición de la serie de sentadillas traseras.

Series cluster en pareja (Partner cluster sets).

Una serie clúster de socios es un método de capacitación único que se presentó por primera vez en la Conferencia Nacional de la NSCA en 2016 (32). Este método de uso de series clúster utiliza múltiples atletas (p. ej., 2-3) que usan cargas de entrenamiento similares o iguales y se turnan para realizar las repeticiones o grupos de repeticiones prescritos para la serie. En este método de entrenamiento, aunque un atleta descansa durante un intervalo de descanso entre repeticiones o intraserie, el otro atleta está

realizando una repetición o grupo de repeticiones (Figura 3). Cuando un compañero termine sus repeticiones, descansará mientras el otro compañero realiza sus repeticiones. Si se programan intervalos de descanso más largos, entonces se pueden agregar compañeros adicionales, aumentando así el tiempo entre las repeticiones de cada atleta. Un beneficio adicional de esta metodología es que posiblemente sirva como una actividad de formación de equipos que facilita la capacidad de los atletas para trabajar juntos, especialmente si es necesario cambiar las cargas entre los individuos (32).

Partner cluster set

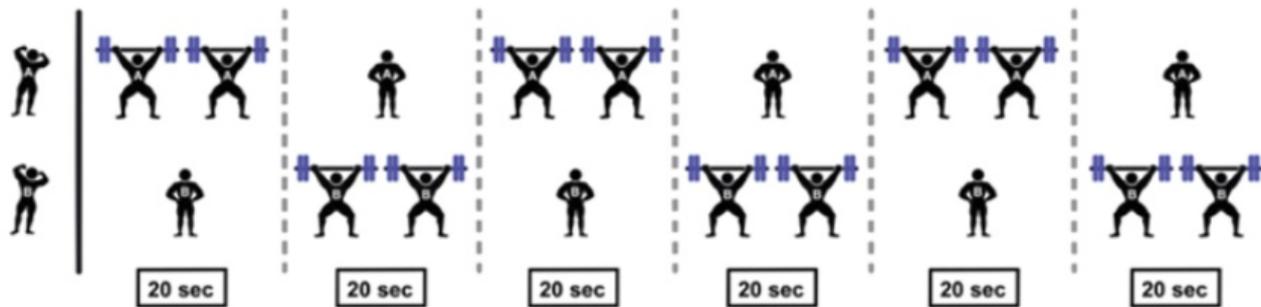


Figura 3. Una serie de clústeres de socios. En esta configuración de series, los atletas (A y B) se turnan para realizar 3 grupos de 2 arranques de potencia con intervalos de descanso dentro de la serie. Cuando el atleta (A) descansa, el atleta (B) realiza 2 repeticiones de arranques de potencia y viceversa. La duración de los intervalos de descanso se determina en función de las cargas de entrenamiento, un ejercicio realizado, el objetivo del plan de entrenamiento y el nivel de desarrollo del atleta (p. ej., en este ejemplo, se utilizan 20 s de intervalos de descanso dentro de la serie).

CONCLUSIONES

La alteración de las configuraciones de las series durante los programas de entrenamiento de fuerza puede ser una variación de entrenamiento novedosa que se puede usar para modificar las cargas de entrenamiento externas e internas que dan como resultado resultados de entrenamiento específicos. Los profesionales de la fuerza y ??el acondicionamiento necesitan comprender cómo las diferentes configuraciones de series afectan las adaptaciones de entrenamiento que resultan del entrenamiento de fuerza. Si se usan apropiadamente, las series tradicionales y clúster se pueden incorporar a los programas de entrenamiento de fuerza en diferentes fases de entrenamiento para optimizar la hipertrofia muscular, así como la capacidad máxima y rápida de generación de fuerza de un atleta, todo lo cual sustenta potencialmente su rendimiento atlético. Además, las series clúster pueden ser responsables de la eficacia de varias estrategias de entrenamiento, como la carga excéntrica acentuada y los complementarios a los levantamiento olímpicos. En conjunto, esta revisión ha brindado a los profesionales de la fuerza y ??el acondicionamiento una visión integral de la adición de la manipulación de series para los programas de entrenamiento de fuerza y la mejora potencial del rendimiento deportivo.

REFERENCIAS

1. Aagaard P. Training-induced changes in neural function. *Exerc Sport Sci Rev* 31: 61–67, 2003.

2. Allemeier CA, Fry AC, Johnson P, et al. Effects of sprint cycle training on human skeletal muscle. *J Appl Physiol* 77: 2385–2390, 1994.
3. Álvarez JAE, García JPF, Da Conceição FA, Jiménez-Reyes P. Individualized training based on force–velocity profiling during jumping in ballet dancers. *Int J Sports Physiol Perform* 15: 788–794, 2019.
4. Arazi H, Khanmohammadi A, Asadi A, Haff GG. The effect of resistance training set configuration on strength, power, and hormonal adaptation in female volleyball players. *Appl Physiol Nutr Metab* 43: 154–164, 2018.
5. Arazi H, Khoshnoud A, Asadi A, Tufano JJ. The effect of resistance training set configuration on strength and muscular performance adaptations in male powerlifters. *Sci Rep* 11: 1–10, 2021.
6. Asadi A, Ramírez-Campillo R. Effects of cluster vs. traditional plyometric training sets on maximal-intensity exercise performance. *Medicina* 52: 41–45, 2016.
7. Barbalho M, Coswig V, Raiol R, et al. Single joint exercises do not provide benefits in performance and anthropometric changes in recreational bodybuilders. *Eur J Sport Sci* 20: 72–79, 2020.
8. Barbalho M, Coswig VS, Raiol R, et al. Effects of adding single joint exercises to a resistance training programme in trained women. *Sports* 6: 160–168, 2018.
9. Brandenburg JE, Docherty D. The effects of accentuated eccentric loading on strength, muscle hypertrophy, and neural adaptations in trained individuals. *J Strength Cond Res* 16: 25–32, 2002.
10. Brook MS, Wilkinson DJ, Mitchell WK, et al. Skeletal muscle hypertrophy adaptations predominate in the early stages of resistance exercise training, matching deuterium oxide-derived measures of muscle protein synthesis and mechanistic target of rapamycin complex 1 signaling. *FASEB J* 29: 4485–4496, 2015.
11. Burd NA, Andrews RJ, West DW, et al. Muscle time under tension during resistance exercise stimulates differential muscle protein sub-fractional synthetic responses in men. *J Physiol* 590: 351–362, 2012.
12. Buresh R, Berg K, French J. The effect of resistive exercise rest interval on hormonal response, strength, and hypertrophy with training. *J Strength Cond Res* 23: 62–71, 2009.
13. Campos GE, Luecke TJ, Wendeln HK, et al. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: Specificity of repetition maximum training zones. *Eur J Appl Physiol* 88: 50–60, 2002.
14. Carroll KM, Bazylar CD, Bernardes JR, et al. Skeletal muscle fiber adaptations following resistance training using repetition maximums or relative intensity. *Sports* 7: 169–180, 2019.
15. Carroll KM, Bernardes JR, Bazylar CD, et al. Divergent performance outcomes following resistance training using repetition maximums or relative intensity. *Int J Sports*

Physiol Perform 14: 46–54, 2019.

16. Comfort P, Jones PA, Thomas C, et al. Changes in early and maximal isometric force production in response to moderate-and high-load strength and power training. *J Strength Cond Res*, 2020.

17. Cormie P, McGuigan MR, Newton RU. Changes in the eccentric phase contribute to improved stretch-shorten cycle performance after training. *Med Sci Sports Exerc* 42: 1731–1744, 2010.

18. Davies TB, Tran DL, Hogan CM, Haff GG, Latella C. Chronic effects of altering resistance training set configurations using cluster sets: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 51: 707–736, 2021.

19. De França HS, Branco PAN, Guedes Junior DP, et al. The effects of adding single-joint exercises to a multi-joint exercise resistance training program on upper body muscle strength and size in trained men. *Appl Physiol Nutr Metab* 40: 822–826, 2015.

20. Dudley CE, Drinkwater EJ, Feros SA. Different cluster-loading protocols have no effect on intraset and interset power expression. *J Strength Cond Res* 2020 [Epub ahead of print].

21. French D. Adaptations to anaerobic training programs. In: *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Haff GG, Triplett NT, eds. Champaign, IL: Human Kinetics, 2016. pp. 87–113.

22. Friedmann B, Kinscherf R, Vorwald S, et al. Muscular adaptations to computer-guided strength training with eccentric overload. *Acta Physiol Scand* 182: 77–88, 2004.

23. Friedmann-Bette B, Bauer T, Kinscherf R, et al. Effects of strength training with eccentric overload on muscle adaptation in male athletes. *Eur J Appl Physiol* 108: 821–836, 2010.

24. Fry AC. The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Med* 34: 663–679, 2004.

25. García-Ramos A, González-Hernández JM, Baños-Pelegrín E, et al. Mechanical and metabolic responses to traditional and cluster set configurations in the bench press exercise. *J Strength Cond Res* 34: 663–670, 2020.

26. Giannakopoulos K, Beneka A, Malliou P, Godolias G. Isolated vs. complex exercise in strengthening the rotator cuff muscle group. *J Strength Cond Res* 18: 144–148, 2004.

27. Girman JC, Jones MT, Matthews TD, Wood RJ. Acute effects of a cluster-set protocol on hormonal, metabolic and performance measures in resistance-trained males. *Eur J Sport Sci* 14: 151–159, 2014.

28. González-Hernández JM, García-Ramos A, Castaño-Zambudio A, et al. Mechanical, metabolic, and perceptual acute responses to different set configurations in full squat. *J Strength Cond Res* 34: 1581–1590, 2020.

29. Gorostiaga EM, Navarro-Amézqueta I, Calbet JA, et al. Energy metabolism during

- repeated sets of leg press exercise leading to failure or not. *PLoS One* 7: e40621, 2012.
30. Goto K, Ishii N, Kizuka T, Takamatsu K. The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Med Sci Sports Exerc* 37: 955–963, 2005.
31. Haff GG. Roundtable discussion: Periodization of training—Part 1. *Strength Cond J* 26: 50–69, 2004.
32. Haff GG. Cluster Sets—Current Methods for Introducing Variation to Training Sets. New Orleans, LA: Presented at NSCA National Conference, 2016.
33. Haff GG. The essentials of periodisation. In: *Strength and Conditioning for Sports Performance*. Jeffereys I, Moody J, eds. Abingdon, United Kingdom: Routledge, 2016. pp. 404–448.
34. Haff GG. Periodization. In: *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Haff GG, Triplett NT, eds. Champaign, IL: Human Kinetics, 2016. pp. 583–604.
35. Haff GG, Burgess S, Stone M. Cluster training: Theoretical and practical applications for the strength and conditioning professional. *Prof Strength Cond* 12: 12–17, 2008.
36. Haff GG, Hobbs RT, Haff EE, et al. Cluster training: A novel method for introducing training program variation. *Strength Cond J* 30: 67–76, 2008.
37. Haff GG, Nimphius S. Training principles for power. *Strength Cond J* 34: 2–12, 2012.
38. Haff GG, Whitley A, McCoy LB, et al. Effects of different set configurations on barbell velocity and displacement during a clean pull. *J Strength Cond Res* 17: 95–103, 2003.
39. Hansen KT, Cronin JB, Newton MJ. The effect of cluster loading on force, velocity, and power during ballistic jump squat training. *Int J Sports Physiol Perform* 6: 455–468, 2011.
40. Hansen KT, Cronin JB, Pickering SL, Newton MJ. Does cluster loading enhance lower body power development in preseason preparation of elite rugby union players? *J Strength Cond Res* 25: 2118–2126, 2011.
41. Hardee JP, Lawrence MM, Zwetsloot KA, et al. Effect of cluster set configurations on power clean technique. *J Sports Sci* 31: 488–496, 2013.
42. Hardee JP, Triplett NT, Utter AC, Zwetsloot KA, McBride JM. Effect of interrepetition rest on power output in the power clean. *J Strength Cond Res* 26: 883–889, 2012.
43. Harden M, Wolf A, Evans M, et al. Four weeks of augmented eccentric loading using a novel leg press device improved leg strength in well-trained athletes and professional sprint track cyclists. *PLoS One* 15: e0236663, 2020.
44. Harris GR, Stone MH, O'Bryant HS, Proulx CM, Johnson RL. Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. *J Strength Cond Res* 14: 14–20, 2000.
45. Hoffman JR, Cooper J, Wendell M, Kang J. Comparison of Olympic vs. traditional power lifting training programs in football players. *J Strength Cond Res* 18: 129–135,

2004.

46. Hori N, Newton RU, Andrews WA, et al. Does performance of hang power clean differentiate performance of jumping, sprinting, and changing of direction? *J Strength Cond Res* 22: 412–418, 2008.

47. Iglesias E, Boullosa DA, Dopico X, Carballeira E. Analysis of factors that influence the maximum number of repetitions in two upper-body resistance exercises: Curl biceps and bench press. *J Strength Cond Res* 24: 1566–1572, 2010.

48. James LP, Haycraft J, Pierobon A, Suchomel TJ, Connick M. Mixed versus focused resistance training during an Australian football pre-season. *J Funct Morphol Kinesiol* 5: 99–107, 2020.

49. Jiménez-Reyes P, Samozino P, Brughelli M, Morin J-B. Effectiveness of an individualized training based on force-velocity profiling during jumping. *Front Physiol* 7: 677–689, 2017.

50. Jiménez-Reyes P, Samozino P, Morin J-B. Optimized training for jumping performance using the force-velocity imbalance: Individual adaptation kinetics. *PLoS One* 14: e0216681, 2019.

51. Joy J, Oliver J, McCleary S, Lowery R, Wilson J. Power output and electromyography activity of the back squat exercise with cluster sets. *J Sports Sci* 1: 37–45, 2013.

52. Jukic I, Ramos AG, Helms ER, McGuigan MR, Tufano JJ. Acute effects of cluster and rest redistribution set structures on mechanical, metabolic, and perceptual fatigue during and after resistance training: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 50: 2209–2236, 2020.

53. Kawamori N, Crum AJ, Blumert PA, et al. Influence of different relative intensities on power output during the hang power clean: Identification of the optimal load. *J Strength Cond Res* 19: 698–708, 2005.

54. Kipp K, Cunanan AJ, Warmenhoven J. Bivariate functional principal component analysis of barbell trajectories during the snatch. *Sports Biomech* 1–11, 2020.

55. Kraemer W, Jakob V, Barry S. Endocrine responses to resistance exercise. In: *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Haff GG, Triplett NT, eds. Champaign, IL: Human Kinetics, 2016. pp. 65–86.

56. Kraemer W, Noble B, Clark M, Culver B. Physiologic responses to heavy-resistance exercise with very short rest periods. *Int J Sports Med* 8: 247–252, 1987.

57. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc* 36: 674–688, 2004.

58. Kraemer WJ, Ratamess NA, French DN. Resistance training for health and performance. *Curr Sports Med Rep* 1: 165–171, 2002.

59. Lates AD, Greer BK, Wagle JP, Taber CB. Accentuated eccentric loading and cluster set configurations in the bench press. *J Strength Cond Res*, 2020 [Epub ahead of print].

60. Lawton TW, Cronin JB, Lindsell RP. Effect of interrepetition rest intervals on weight training repetition power output. *J Strength Cond Res* 20: 172, 2006.
61. Mangine GT, Hoffman JR, Gonzalez AM, et al. The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men. *Physiol Rep* 3: e12472, 2015.
62. Maniar N, Shield AJ, Williams MD, Timmins RG, Opar DA. Hamstring strength and flexibility after hamstring strain injury: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 50: 909–920, 2016.
63. McBride JM. Biomechanics of resistance exercise. In: *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Haff GG, Triplett NT, eds. Champaign, IL: Human Kinetics, 2016. pp. 19–42.
64. McKendry J, Pérez-López A, McLeod M, et al. Short inter-set rest blunts resistance exercise-induced increases in myofibrillar protein synthesis and intracellular signaling in young males. *Exp Physiol* 101: 866–882, 2016.
65. Merrigan JJ, Tufano JJ, Falzone M, Jones MT. Effectiveness of accentuated eccentric loading: Contingent on concentric load. *Int J Sports Physiol Perform* 16: 66–72, 2020.
66. Merrigan JJ, Tufano JJ, Jones MT. Potentiating effects of accentuated eccentric loading are dependent upon relative strength. *J Strength Cond Res* 35: 1208–1216, 2021.
67. Methenitis S, Karandreas N, Spengos K, et al. Muscle fiber conduction velocity, muscle fiber composition, and power performance. *Med Sci Sports Exerc* 48: 1761–1771, 2016.
68. Minetti AE. On the mechanical power of joint extensions as affected by the change in muscle force (or cross-sectional area), *ceteris paribus*. *Eur J Appl Physiol* 86: 363–369, 2002.
69. Morris SJ, Oliver JL, Pedley JS, Haff GG, Lloyd RS. Taking a long-term approach to the development of weightlifting ability in young athletes. *Strength Cond J* 42: 71–90, 2020.
70. Nicholson G, Ispoglou T, Bissas A. The impact of repetition mechanics on the adaptations resulting from strength-, hypertrophy- and cluster-type resistance training. *Eur J Appl Physiol* 116: 1875–1888, 2016.
71. Nimphius S, McGuigan MR, Newton RU. Changes in muscle architecture and performance during a competitive season in female softball players. *J Strength Cond Res* 26: 2655–2666, 2012.
72. Oliver J, Jenke S, Mata J, Kreutzer A, Jones M. Acute effect of cluster and traditional set configurations on myokines associated with hypertrophy. *Int J Sports Med* 37: 1019–1024, 2016.
73. Oliver JM, Jagim AR, Sanchez AC, et al. Greater gains in strength and power with intraset rest intervals in hypertrophic training. *J Strength Cond Res* 27: 3116–3131, 2013.

74. Oliver JM, Kreutzer A, Jenke S, et al. Acute response to cluster sets in trained and untrained men. *Eur J Appl Physiol* 115: 2383–2393, 2015.
75. Oliver JM, Kreutzer A, Jenke SC, et al. Velocity drives greater power observed during back squat using cluster sets. *J Strength Cond Res* 30: 235–243, 2016.
76. Ortega-Becerra M, Sánchez-Moreno M, Pareja-Blanco F. Effects of cluster set configuration on mechanical performance and neuromuscular activity. *J Strength Cond Res* 35: 310–317, 2019.
77. Otto WH III, Coburn JW, Brown LE, Spiering BA. Effects of weightlifting vs. kettlebell training on vertical jump, strength, and body composition. *J Strength Cond Res* 26: 1199–1202, 2012.
78. Pareja Blanco F, Alcazar J, Sánchez-Valdepeñas J, et al. Velocity loss as a critical variable determining the adaptations to strength training. *Med Sci Sports Exerc* 52: 1752–1762, 2020.
79. Pareja-Blanco F, Rodríguez-Rosell D, Aagaard P, et al. Time course of recovery from resistance exercise with different set configurations. *J Strength Cond Res* 34: 2867–2876, 2020.
80. Pareja-Blanco F, Rodríguez-Rosell D, Sánchez-Medina L, et al. Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scand J Med Sci Sports* 27: 724–735, 2017.
81. Pataky TC, Vanrenterghem J, Robinson MA. The probability of false positives in zero-dimensional analyses of one-dimensional kinematic, force and EMG trajectories. *J Biomech* 49: 1468–1476, 2016.
82. Phillips SM. Short-term training: When do repeated bouts of resistance exercise become training? *Can J Appl Physiol* 25: 185–193, 2000.
83. Plisk SS, Stone MH. Periodization strategies. *Strength Cond J* 25: 19–37, 2003.
84. Rooney KJ, Herbert RD, Balnave RJ. Fatigue contributes to the strength training stimulus. *Med Sci Sports Exerc* 26: 1160–1164, 1994.
85. Rossi FE, Schoenfeld BJ, Ocetnik S, et al. Strength, body composition, and functional outcomes in the squat versus leg press exercises. *J Sports Med Phys Fitness* 58: 263–270, 2018.
86. Sanchez-Medina L, González-Badillo JJ. Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Med Sci Sports Exerc* 43: 1725–1734, 2011.
87. Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J Strength Cond Res* 24: 2857–2872, 2010.
88. Schoenfeld BJ. Postexercise hypertrophic adaptations: A reexamination of the hormone hypothesis and its applicability to resistance training program design. *J Strength*

Cond Res 27: 1720–1730, 2013.

89. Schoenfeld BJ. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. *Sports Med* 43: 179–194, 2013.

90. Schoenfeld BJ, Contreras B, Vigotsky AD, Peterson M. Differential effects of heavy versus moderate loads on measures of strength and hypertrophy in resistance-trained men. *J Sports Sci Med* 15: 715–722, 2016.

91. Schoenfeld BJ, Grgic J, Van Every DW, Plotkin DL. Loading recommendations for muscle strength, hypertrophy, and local endurance: A re-examination of the repetition continuum. *Sports* 9: 32–57, 2021.

92. Schoenfeld BJ, Ogborn D, Krieger JW. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *J Sports Sci* 35: 1073–1082, 2017.

93. Schoenfeld BJ, Pope ZK, Benik FM, et al. Longer interset rest periods enhance muscle strength and hypertrophy in resistance-trained men. *J Strength Cond Res* 30: 1805–1812, 2016.

94. Schoenfeld BJ, Ratamess NA, Peterson MD, et al. Effects of different volume-equated resistance training loading strategies on muscular adaptations in well-trained men. *J Strength Cond Res* 28: 2909–2918, 2014.

95. Seitz LB, de Villarreal ES, Haff GG. The temporal profile of postactivation potentiation is related to strength level. *J Strength Cond Res* 28: 706–715, 2014.

96. Seitz LB, Haff GG. Factors modulating post-activation potentiation of jump, sprint, throw, and upper-body ballistic performances: A systematic review with meta-analysis. *Sports Med* 46: 231–240, 2016.

97. Serrano N, Colenso-Semple LM, Lzauskus KK, et al. Extraordinary fast-twitch fiber abundance in elite weightlifters. *PLoS One* 14: e0207975, 2019.

98. Sheppard J, Hobson S, Barker M, et al. The effect of training with accentuated eccentric load counter-movement jumps on strength and power characteristics of high-performance volleyball players. *Int J Sports Sci Coach* 3: 355–363, 2008.

99. Sheppard J, Triplett NT. Program design for resistance training. In: *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Haff GG, Triplett NT, eds. Champaign, IL: Human Kinetics, 2016. pp. 439–469.

100. Statler TA, DuBois AM. Psychology of athletic preparation and performance. In: *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Haff GG, Triplett NT, eds. Champaign, IL: Human Kinetics, 2016. pp. 155–174.

101. Stone MH, Hornsby WG, Haff GG, et al. Periodization and block periodization in sports: Emphasis on strength-power training—A provocative and challenging narrative. *J Strength Cond Res* 35: 2351–2371, 2021.

102. Stone MH, O'Bryant H. A hypothetical model for strength training. *J Sports Med* 21:

342–351, 1981.

103. Stone MH, O'Bryant HS, Williams FE, Johnson RL, Pierce KC. Analysis of bar paths during the snatch in elite male weightlifters. *Strength Cond J* 20: 30–38, 1998.

104. Stone MH, O'Bryant H, Garhammer J, McMillan J, Rozenek R. A theoretical model of strength training. *Natl Strength Cond Assoc J* 4: 36–39, 1982.

105. Stone MH, Potteiger JA, Pierce KC, et al. Comparison of the effects of three different weight-training programs on the one repetition maximum squat. *J Strength Cond Res* 14: 332–337, 2000.

106. Stone MH, Sands WA, Pierce KC, Ramsey MW, Haff GG. Power and power potentiation among strength–power athletes: Preliminary study. *Int J Sports Physiol Perform* 3: 55–67, 2008.

107. Stone MH, Stone M, Sands WA. Modes of resistance training. In: *Principles and Practice of Resistance Training*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2007. pp. 241–257.

108. Suarez DG, Mizuguchi S, Hornsby WG, et al. Phase-specific changes in rate of force development and muscle morphology throughout a block periodized training cycle in weightlifters. *Sports* 7: 129–142, 2019.

109. Suchomel TJ, Comfort P, Lake JP. Enhancing the force-velocity profile of athletes using weightlifting derivatives. *Strength Cond J* 39: 10–20, 2017.

110. Suchomel TJ, Sato K, DeWeese BH, Ebben WP, Stone MH. Potentiation effects of half-squats performed in a ballistic or nonballistic manner. *J Strength Cond Res* 30: 1652–1660, 2016.

111. Suchomel TJ, Wagle JP, Douglas J, et al. Implementing eccentric resistance training—Part 1: A brief review of existing methods. *J Funct Morphol Kinesiol* 4: 38–62, 2019.

112. Terzis G, Georgiadis G, Vassiliadou E, Manta P. Relationship between shot put performance and triceps brachii fiber type composition and power production. *Eur J Appl Physiol* 90: 10–15, 2003.

113. Tesch PA, Larsson L. Muscle hypertrophy in bodybuilders. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 49: 301–306, 1982.

114. Timmins RG, Bourne MN, Shield AJ, et al. Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): A prospective cohort study. *Br J Sports Med* 50: 1524–1535, 2016.

115. Trappe S, Harber M, Creer A, et al. Single muscle fiber adaptations with marathon training. *J Appl Physiol* 101: 721–727, 2006.

116. Tricoli V, Lamas L, Carnevale R, Ugrinowitsch C. Short-term effects on lower-body functional power development: Weightlifting vs. vertical jump training programs. *J Strength Cond Res* 19: 433–437, 2005.

117. Tufano JJ, Brown LE, Haff GG. Theoretical and practical aspects of different cluster set structures: A systematic review. *J Strength Cond Res* 31: 848–867, 2017.
118. Tufano JJ, Conlon JA, Nimphius S, et al. Cluster sets: Permitting greater mechanical stress without decreasing relative velocity. *Int J Sports Physiol Perform* 12: 463–469, 2017.
119. Tufano JJ, Conlon JA, Nimphius S, et al. Maintenance of velocity and power with cluster sets during high-volume back squats. *Int J Sports Physiol Perform* 11: 885–892, 2016.
120. Vasconcelos GC, Costa BDDV, Damorim IR, et al. Do traditional and cluster-set resistance training systems alter the pleasure and effort perception in trained men? *J Phys Educ Sport* 19: 823–828, 2019.
121. Verkhoshansky Y, Siff MC. Strength training methods. In: *Supertraining*. Rome, Italy: Verkhoshansky SSTM, 2009. pp. 393–420.
122. Verkhoshansky Y, Verkhoshansky N. SST in acyclic sports. In: *Special Strength Training Manual for Coaches*. Rome, Italy: Verkhoshansky SSTM, 2011. pp. 145–161.
123. Wagle JP, Cunanan AJ, Carroll KM, et al. Accentuated eccentric loading and cluster set configurations in the back squat: A kinetic and kinematic analysis. *J Strength Cond Res* 35: 420–427, 2018.
124. Wagle JP, Taber CB, Carroll KM, et al. Repetition-to-repetition differences using cluster and accentuated eccentric loading in the back squat. *Sports* 6: 59–68, 2018.
125. Wagle JP, Taber CB, Cunanan AJ, et al. Accentuated eccentric loading for training and performance: A review. *Sports Med* 47: 2473–2495, 2017.
126. Walker S, Blazeovich AJ, Haff GG, et al. Greater strength gains after training with accentuated eccentric than traditional isoinertial loads in already strength-trained men. *Front Physiol* 7: 149–160, 2016.
127. Weakley J, McLaren S, Ramirez-Lopez C, et al. Application of velocity loss thresholds during free-weight resistance training: Responses and reproducibility of perceptual, metabolic, and neuromuscular outcomes. *J Sports Sci* 38: 477–485, 2020.
128. Weiss LW. The obtuse nature of muscular strength: The contribution of rest to its development and expression. *J Strength Cond Res* 5: 219–227, 1991.
129. Wetmore AB, Moquin PA, Carroll KM, et al. The effect of training status on adaptations to 11 weeks of block periodization training. *Sports* 8: 145–157, 2020.
130. Wetmore AB, Wagle JP, Sams ML, et al. Cluster set loading in the back squat: Kinetic and kinematic implications. *J Strength Cond Res* 33: 19–25, 2019.
131. Williamson D, Gallagher P, Carroll C, Raue U, Trappe S. Reduction in hybrid single muscle fiber proportions with resistance training in humans. *J Appl Physiol* 91: 1955–1961, 2001.

132. Williamson DL, Godard MP, Porter DA, Costill DL, Trappe SW. Progressive resistance training reduces myosin heavy chain coexpression in single muscle fibers from older men. *J Appl Physiol* 88: 627–633, 2000.
133. Winstein CJ, Schmidt RA. Reduced frequency of knowledge of results enhances motor skill learning. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn* 16: 677–691, 1990.
134. Wirth K, Hartmann H, Sander A, et al. The impact of back squat and leg-press exercises on maximal strength and speed-strength parameters. *J Strength Cond Res* 30: 1205–1212, 2016.
135. Wisløff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med* 38: 285–288, 2004.
136. Wulf G, Shea CH, Matschiner S. Frequent feedback enhances complex motor skill learning. *J Mot Behav* 30: 180–192, 1998.
137. Zamparo P, Minetti A, Di Prampero P. Interplay among the changes of muscle strength, cross-sectional area and maximal explosive power: Theory and facts. *Eur J Appl Physiol* 88: 193–202, 2002.
138. Zaras N, Stasinaki A-N, Spiliopoulou P, et al. Effect of inter-repetition rest vs. traditional strength training on lower body strength, rate of force development, and muscle architecture. *Appl Sci* 11: 45–56, 2021.
139. Zarezadeh-Mehrizi A, Aminai M, Amiri-khorasani M. Effects of traditional and cluster resistance training on explosive power in soccer players. *Iran J Health Phys Act* 4: 51–56, 2013.

Link to Original article: <https://www.congresodefuerza.com/journal-nsca-spain/aplicacion-practica-de-series-tradicionales-y-series-cluster-en-el-entrenamiento-de-fuerza?elem=296732>