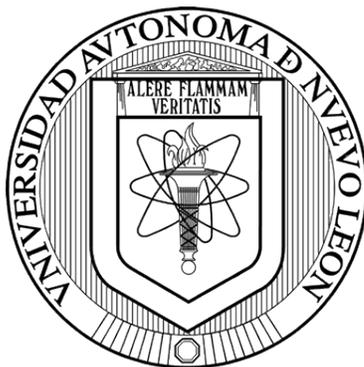


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO



EFFECTO DEL ENTRENAMIENTO EN CLÚSTER EN INDICADORES
DE RENDIMIENTO DE MIEMBROS INFERIORES EN HALTERISTAS.

Por

VÍCTOR MANUEL GOMEZ RENAUD.

PRODUCTO INTEGRADOR

TESINA

Como requisito parcial para obtener el grado de

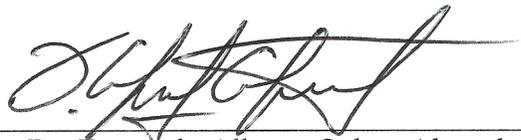
MAESTRÍA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE
CON ORIENTACIÓN EN ALTO RENDIMIENTO DEPORTIVO.

Nuevo León, Julio 2018.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO

Los miembros el Comité de Titulación de la Maestría en Actividad Física y Deporte integrado por la Facultad de Organización Deportiva, recomendamos que el Producto Integrador en modalidad Tesina titulado “Efecto del entrenamiento en clúster en indicadores de fuerza máxima y potencia” realizado por el Lic. Víctor Manuel Gómez Renaud, sea aceptado para su defensa como oposición al grado de Maestro en Actividad Física y Deporte con Orientación en Alto Rendimiento Deportivo.

COMITÉ DE TITULACIÓN.



Dr. Fernando Alberto Ochoa Ahmed

Asesor Principal



Dr. Pedro Gualberto Morales Corral
Co-asesor



Dra. Dulce Edith Morales Elizondo
Co-asesor



Dra. Blanca Rocío Rangel Colmenero
Subdirección de Estudios y Posgrado e
Investigación de la FOD

Nuevo León, Julio 2018

Agradecimientos

A mis padres y hermanos, por todo su cariño y por siempre darme la libertad y comprensión en la toma de mis decisiones, su apoyo siempre ha sido parte fundamental en todo.

Al Dr. Fernando Alberto Ochoa Ahmed por todo su apoyo a lo largo de este camino, por su asesoría y consejos que no sólo me ayudaron a crecer profesionalmente, sino también de manera personal; y por brindarme la confianza durante el desarrollo de la investigación, créame que eso contribuyó mucho para mi formación.

A mis amigos: Alejandro Díaz, Emmanuel Rizo, José Carlos Espinoza, Leoncio Moreno, Patricia Berruecos y Raymundo Ruíz, por que recorrer esta etapa sin ustedes de ninguna manera hubiera sido lo mismo y por lo cual les estoy muy agradecido; tanto por su apoyo, todos y cada uno de los momentos vividos, así como los aprendizajes que me dejaron, sepan que en lo que pueda apoyarlos en un futuro, ahí estaré.

A los compañeros del equipo de trabajo del Dr. Ochoa: Hugo Mercado, Isaac Velázquez y Víctor Alvarado, también compañeros de generación; gracias por las experiencias durante la formación profesional.

FICHA DESCRIPTIVA

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Organización Deportiva

Fecha de Graduación: Julio del 2018.

VÍCTOR MANUEL GÓMEZ RENAUD

Título del Producto Integrador: EFECTO DEL ENTRENAMIENTO EN CLÚSTER EN INDICADORES DE RENDIMIENTO DE MIEMBROS INFERIORES EN HALTERISTAS

Número de páginas: 44

Candidato para obtener el Grado de Maestría en Actividad Física y Deporte con Orientación en Alto Rendimiento Deportivo

Resumen:

Un diseño de investigación longitudinal fue empleado para comparar los efectos de la carga del entrenamiento con estructura tradicional y en clúster en un programa de entrenamiento de halterofilia. 10 halteristas entrenados realizaron durante 8 semanas un programa planificado en bloque diseñado para una competencia preparatoria, en el cual únicamente la estructuración de la sentadilla por detrás fue modificada. Esta alteración fue crítica para el diseño del estudio, ya que los hallazgos resaltan la importancia de la contribución de miembros inferiores en el desarrollo de la potencia en estos atletas. El tipo, orden de los ejercicios y carga de volumen fueron igualados en ambos grupos. Los atletas fueron colocados aleatoriamente en uno de dos grupos, CS y TS. Para determinar el efecto de la intervención en el entrenamiento, se realizó medición de la generación de potencia en miembros inferiores, así como también los cambios en la fuerza máxima en sentadilla por detrás de manera inicial y a la conclusión del programa de entrenamiento.

Dr. Fernando Alberto Ochoa Ahmed:

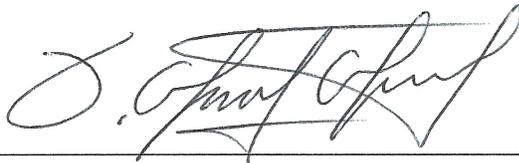


Tabla de contenido

	Página
<i>Introducción</i>	1
<i>Capítulo uno: Aspectos competitivos de la halterofilia</i>	3
Entrenamiento con resistencias	3
Breve perspectiva histórica de la halterofilia	3
Desempeño en la halterofilia.....	5
Arranque.....	5
Cargada y envío.....	6
Entrenamiento de la halterofilia	9
Ejercicios.....	9
Estructura anual del entrenamiento	10
Aplicación y variación de las cargas de entrenamiento.....	11
Periodización del entrenamiento	13
Breves aspectos históricos de la planificación del entrenamiento.....	14
Periodización en bloque.....	15
<i>Capítulo dos: Aspectos teórico-prácticos del entrenamiento en clúster</i>	18
Consideraciones en la planificación de un entrenamiento con resistencias.....	18
Series tradicionales.....	19
Series en clúster.....	19
Periodos de descanso	22
Descanso interserie.....	22
Descanso intraserie.....	23
Descanso interrepetición.....	23
Terminología de estructuración de la serie	23

Estructuración de las series en clúster básico	24
Literatura de series en clúster	24
Efectos agudos del entrenamiento de CS en la fuerza.....	27
Efectos agudos del entrenamiento de CS en la potencia	27
<i>Capítulo 3: Metodología</i>	28
Sujetos.....	28
Sesiones de pruebas	29
Evaluación de fuerza máxima en miembros inferiores.....	30
Evaluación de la potencia en miembros inferiores.....	31
Programa de entrenamiento.....	32
Análisis estadístico	33
<i>Capítulo 4: Resultados</i>	34
Características previas de los sujetos.....	34
Generación de potencia en miembros inferiores	34
Fuerza máxima de sentadilla por detrás.....	36
<i>Capítulo 5: Discusión</i>	37
<i>Conclusiones</i>	39
<i>Referencias</i>	40

Lista de figuras

	Página
Figura	
1. Las 6 fases del arranque.....	7
2. Las 12 fases de la cargada y el envío.....	8
3. Generación de potencia máxima	20
4. Estructuración de las series.	21
5. Picos de velocidad y potencia	22
6. Cambios porcentuales en las potencias pico al término del estudio.....	35
7. Cambios porcentuales en la fuerza máxima al término del estudio	36

Lista de tablas

	Página
Tabla	
1. Taxonomía de los mesociclos empleados en la periodización en bloque.....	17
2. Estudios que aplican la estructuración de series en clúster con evaluación de efectos crónicos.....	25
3. Características iniciales de los sujetos para los diferentes grupos de evaluación ...	28
4. Aspectos generales del entrenamiento semanal y programación de las evaluaciones de los halteristas	31
5. Características generales del entrenamiento de la sentadilla por detrás	33
6. Características iniciales de los sujetos para los diferentes grupos de estudio.....	34
7. Mediciones de potencia de miembros inferiores.....	35
8. Mediciones de fuerza máxima en miembros inferiores.....	36

Introducción

La halterofilia es un deporte de fuerza dinámica y potencia en el cual el arranque, cargada y envión, levantamientos multiarticulares y de cuerpo completo, son realizados durante la competición. Los halteristas requieren generar picos de fuerza y velocidad contráctil del desarrollo de la fuerza extremadamente altos, derivando así en la producción de picos de potencia e impulsos contráctiles elevados (Storey & Smith, 2012). El entrenamiento de fuerza-potencia y la adaptación subsecuente son procesos multifactoriales que dependen de las características del atleta y la dosificación de la carga, relacionados directamente con los métodos de entrenamiento (DeWeese, Hornsby, Stone, & Stone, 2015).

Cuando se diseña un programa de entrenamiento con resistencias, la capacidad de introducir las variables del entrenamiento es una herramienta esencial para estimular las respuestas de adaptación. Se pueden introducir variaciones generales a través de la manipulación de la carga del entrenamiento, número de series, número de repeticiones, configuración de las series y los ejercicios seleccionados. Con la introducción lógica de estas variaciones, se pueden generar nuevos estímulos en el programa del atleta, mejorando así las adaptaciones fisiológicas enfocadas a las ganancias de rendimiento específicas de la disciplina deportiva (Arazi, Khanmohammadi, Asadi, & Haff, 2018).

Una nueva técnica para introducir variación son las series en clúster, las cuales emplean cortos periodos de descanso situados entre repeticiones individuales o entre conjuntos de repeticiones que integran a las series tradicionales. Este tipo de configuración ha sido beneficiosa para atenuar la disminución aguda en la producción de potencia que ocurre durante las series tradicionales que incluyen algún ciclo de estiramiento-acortamiento, adicionalmente, el mantenimiento de la velocidad de movimiento concéntrico de manera aguda durante la realización del ejercicio. El problema planteado es, que a pesar de los beneficios que propone la aplicación del entrenamiento en clúster, ninguna investigación ha estudiado los efectos a largo plazo de este tipo de entrenamiento en el desarrollo de la potencia en el tren inferior de halteristas (Haff, Hobbs, et al., 2008; Tufano, Brown, & Haff, 2017). Por lo tanto, se justifica la aplicación del entrenamiento de series en clúster en estos

atletas, teniendo el conocimiento previo de su efectividad en incrementos de las ganancias en generación de potencia y fuerza máxima de manera aguda.

Con base a lo anterior, se espera que el entrenamiento de halterofilia reestructurado con series en clúster ofrezca un incremento en los indicadores de rendimiento. Este estudio tiene como objetivo evaluar si la aplicación de dicha variación del estímulo del entrenamiento, comparado con el entrenamiento tradicional durante la preparación a una competencia puede desarrollar índices de fuerza máxima y potencia superiores. Para ello específicamente se realizarán mediciones de los cambios iniciales y al finalizar el estudio en la fuerza máxima de la sentadilla por detrás y para la potencia pico de las pruebas de salto de sentadilla, salto con contramovimiento, así como también para sentadilla por detrás con cierta intensidad de la repetición máxima.

Capítulo uno: Aspectos competitivos de la halterofilia

Entrenamiento con resistencias

El entrenamiento con resistencias (RT, por sus siglas en inglés) es el término apropiado para el entrenamiento que utiliza cargas o resistencias añadidas para su realización, éste puede emplearse en términos generales para describir diferentes modalidades, las cuales incluyen pesos libres y máquinas. El entrenamiento con pesas (WT, por sus siglas en inglés) es un término general y un tipo de RT empleado para describir modalidades y/o métodos en el cual una carga (peso) debe levantarse. El RT también incluye varios métodos de entrenamiento que tienen diversos objetivos, estos métodos incluyen entrenamiento para prevención de lesiones y rehabilitación, fuerza y condición física (fitness) general y de manera recreacional, así mismo también para deportes competitivos (Fleck & Kraemer, 2014). Los deportes en los cuales el entrenamiento con resistencias es la principal manera de entrenamiento son strongman, fisicoconstructivismo, powerlifting y la halterofilia (Winwood, Keogh, & Harris, 2011).

La halterofilia no debe confundirse con el levantamiento de pesas o entrenamiento con pesas, ya que ésta se refiere a un deporte específico y no simplemente a levantar cargas o resistencias. En este contexto la halterofilia se refiere a menudo como levantamiento Olímpico; sin embargo, esta terminología suele ser engañosa ya que este deporte no siempre ocurre en los Juegos Olímpicos; además, ninguna de las federaciones y asociaciones internacionales o nacionales usa el término levantamiento Olímpico en su nombre.

Breve perspectiva histórica de la halterofilia

La halterofilia ha sido parte de los Juegos Olímpicos modernos desde hace largo tiempo y ha crecido ampliamente su participación a nivel internacional. Desde una perspectiva histórica, la halterofilia tiene sus inicios hace más de 4,000 años. Existe evidencia acerca del entrenamiento y competiciones de fuerza encontrados en ilustraciones de levantamiento de pesos y movimientos de fuerza en la tumba del príncipe egipcio Bagti que

datan aproximadamente desde el año 2040 a. C. También escritos detallados que datan del año 511 d. C. indican que las hazañas y entrenamiento de fuerza eran valorados en la antigua China. Registros antiguos indican que las competiciones de fuerza/potencia aparentemente no eran incluidas en los antiguos Juegos Olímpicos, sin embargo, antiguos escritos griegos, esculturas e implementos de entrenamiento/competición (p. e. halteras, o piedras de lanzamiento) indican que el entrenamiento con resistencias y concursos de fuerza/potencia eran bastante populares en aquella época, y al menos, a inicios del año de 557 d. C. las exhibiciones y competiciones de fuerza fueron probablemente incluidas en otros juegos antiguos.

Actualmente el deporte de la halterofilia requiere no únicamente gran fuerza sino también una excepcional potencia, velocidad de movimiento y flexibilidad. Los inicios de la era moderna de la halterofilia comenzaron a mediados de 1800, cuando varios clubes dedicados a la halterofilia y entrenamiento de fuerza general empezaron a surgir en Europa, particularmente en Austria y Alemania. El primer Campeonato Mundial de Halterofilia se llevó a cabo en Londres durante marzo de 1891.

La halterofilia en rama varonil fue incluida en los primeros Juegos Olímpicos modernos en 1896. La creación de su federación internacional fue en 1905 y fue reconocida por el Comité Olímpico Internacional (COI) en el año de 1914. Posteriormente la halterofilia se convirtió en una disciplina permanente en los Juegos Olímpicos de Amberes, Bélgica en el año de 1920. A inicios de 1980, la halterofilia femenil incrementó su popularidad, particularmente en Estados Unidos y China, y el primer Campeonato Mundial se llevó a cabo en Playa Daytona, Florida, en 1987. La rama femenil de esta disciplina se incluyó en los Juegos Olímpicos hasta el año 2000 en Sídney, Australia. En la mayoría de los países, la halterofilia incluye categorías Junior y Abiertas en ambas ramas, estas competiciones se realizan a nivel local, regional, nacional e internacional.

Desde 1986, las competiciones de halterofilia incluían levantamientos a uno y dos brazos. Fue hasta el año de 1925 que el COI estableció la competición a tres levantamientos: el empuje a dos brazos, el arranque y la cargada y envión. Estos tres levantamientos fueron

disputados hasta el año de 1972, cuando el empuje fue retirado de la competición, en gran parte como resultado de las dificultades en el jueceo de la técnica del mismo (Stone, Pierce, Sands, & Stone, 2006a).

Desempeño en la halterofilia

Las capacidades de rendimiento de un halterista competitivo dependen principalmente de la fuerza y potencia de los miembros inferiores. El arranque y la cargada y envión son movimientos complejos de cuerpo completo abarcando una serie de contracciones musculares de alta intensidad, durante estos movimientos, los halteristas logran producciones de potencia sin igual por otro tipo de atletas. Cuando inicia la competición, los atletas deben pesarse durante un periodo de 1 hora previo a 2 horas antes del inicio de la sesión de competición. El posicionamiento del atleta dentro de su respectiva división de peso corporal se determina por la sumatoria de los levantamientos mayores registrados en el arranque y cargada y envión (Stone et al., 2006a; Storey & Smith, 2012).

Actualmente, la Federación Internacional de Halterofilia (IWF, 2018) reconoce las siguientes divisiones tanto por grupos de edad: infantil (13 a 17 años), juvenil (15 a 20 años), mayores (≥ 15 años) y máster (≥ 35 años); y por peso corporal para los atletas: hombres ≤ 56 kg, ≤ 62 kg, ≤ 69 kg, ≤ 77 kg, ≤ 85 kg, ≤ 94 kg, ≤ 105 kg y > 105 kg; mujeres ≤ 48 kg, ≤ 53 kg, ≤ 58 kg, ≤ 63 kg, ≤ 69 kg, ≤ 75 kg, ≤ 90 kg y > 90 kg; varonil juvenil ≤ 50 kg, ≤ 56 kg, ≤ 62 kg, ≤ 69 kg, ≤ 77 kg, ≤ 85 kg, ≤ 94 kg y > 94 ; y femenil juvenil ≤ 44 kg, ≤ 48 kg, ≤ 53 kg, ≤ 58 kg, ≤ 63 kg, ≤ 69 kg, ≤ 75 kg y > 75 .

Arranque.

El arranque es un movimiento que requiere que la barra sea levantada desde el suelo (usando un agarre amplio) hacia una posición por encima de la cabeza en un solo movimiento continuo. Este movimiento tiene 6 fases (figura 1): el *primer tirón* tiene inicio cuando el halterista extiende sus rodillas para levantar la barra de la plataforma hasta una posición justo

por debajo de un nivel de las mismas. Un *periodo de transición* (también conocido como flexión doble de rodilla) continua por lo que las rodillas se vuelven a flexionar y se posicionan por debajo de la barra mientras que el tronco del halterista se mueve a una posición casi vertical, esta segunda fase permite el aprovechamiento de un ciclo de acortamiento-estiramiento durante el *segundo tirón* subsecuente, que requiere que el levantador acelere al máximo la barra al encoger simultáneamente los hombros y extender la cadera, rodillas y tobillos. Durante la realización de intentos de arranque cercanos al máximo o máximo completo, la velocidad vertical de la barra durante el segundo tirón puede variar entre 1.65–2.28 m/seg. En los intentos submáximos y movimientos relacionados con el arranque (p. e. Arranque de potencia), la velocidad de la barra puede exceder 3.0 m/seg. A la medida que la barra se eleva en el plano vertical ~62–78% de la altura del levantador, éste empieza a “jalar” su cuerpo debajo de la barra; esta fase se conoce como *entrada*. El levantador después “recoge” la barra en posición sobre la cabeza con los brazos extendidos mientras flexiona sus rodillas y cadera en una posición de sentadilla completa, posteriormente el levantador se “recupera” de la posición de sentadilla completa a una posición de pie mientras mantiene la barra por encima de la cabeza. La duración del esfuerzo desde el inicio del primer tirón hasta que los jueces de la competición indican que un levantamiento es realizado es de ~3–5 segundos (Stone et al., 2006a; Storey & Smith, 2012).

Cargada y envión.

La cargada y envión (mejor conocido como clean y jerk) es un levantamiento compuesto por dos partes completamente diferenciadas que permite cargas más pesadas (~18–20% superiores) a ser levantadas que durante el arranque. La cargada requiere que la barra sea levantada desde el suelo hacia al frente de los hombros en un movimiento continuo. Este movimiento también tiene 6 fases (figura 2), los principios mecánicos en las primeras 3 fases (primer tirón, transición/flexión doble de rodilla y segundo tirón) son los mismos que los de el arranque. Durante el segundo tirón de intentos cercanos al máximo a máximos, la velocidad vertical de la barra puede variar de 0.88–1.73 m/seg.



Figura 1. Las 6 fases del arranque: (a) Primer tirón; (b) transición al inicio del segundo tirón; (c) término del segundo tirón; (d) entrada; (e) recogida; (f) recuperación.

Sin embargo, durante los intentos submáximos y movimientos relacionados con la cargada (p. e. cargada de potencia), la velocidad de la barra puede exceder 2.50 m/seg. A medida que la barra es elevada en el plano vertical ~55–65% de la altura del levantador, éste inicia la fase de entrada, después recoge la barra en sus hombros y desciende a una posición de sentadilla completa para empezar la fase de recuperación y empezar el movimiento de envión.

El envión también cuenta con 6 fases (figura 2): inicio, inclinación, empuje de envión, apertura de piernas sin apoyo por debajo de la barra, apertura de piernas con apoyo por debajo de la barra y recuperación. Durante la fase de inicio, el levantador y la barra deben quedar inmóviles, al empezar la fase de inclinación hacia delante al flexionar las rodillas y cadera con la barra sostenida sobre los hombros, en el punto más bajo de la inclinación, se realiza la transición al empuje de envión donde se requiere acelerar la barra en el plano vertical (durante el periodo de transición el levantador puede estar expuesto a una fuerza hacia abajo



Figura 2. Las 12 fases de la cargada y envión: (a) primer tirón; (b) transición al inicio del segundo tirón; (c) término del segundo tirón; (d) entrada; (e) recogida; (f) recuperación de la cargada; (g) posición inicial para el envión; (h) inclinación; (i) empuje de envión; (j) apertura de piernas sin apoyo por debajo de la barra; (k) apertura de piernas con apoyo por debajo de la barra; (l) recuperación del envión.

equivalente a 17 veces su masa corporal). Al finalizar el empuje de envión, la barra debe estar verticalmente alejada de los hombros y los pies despegados del suelo, esta fase representa la apertura de piernas sin apoyo por debajo de la barra; una vez que los pies hacen contacto con el suelo y la barra es retenida por encima de la cabeza con los brazos completamente extendidos, el levantador se encuentra en la fase de apertura de piernas con apoyo por debajo de la barra, posteriormente se debe de recuperar y permanecer inmóvil con los pies paralelos entre sí. La duración del esfuerzo desde el inicio del primer tirón hasta la señal de levantamiento terminado es de 8–12 segundos (Stone et al., 2006a; Storey & Smith, 2012).

Entrenamiento de la halterofilia

Existen limitadas investigaciones que comparen el rendimiento y respuestas fisiológicas derivadas de diferentes programas de entrenamiento de halterofilia (González-Badillo, Izquierdo, & Gorostiaga, 2006; Hornsby et al., 2017; Poletaev & Cervera, 1995; Siahkoughian & Kordi, 2010; Stone, Pierce, Sands, & Stone, 2006b). Sin embargo, en la literatura de entrenamiento y prácticas basadas en evidencia sugieren que numerosas y variadas metodologías existen entre halteristas competitivos a nivel internacional (Everett, 2016; Pistilli, Kaminsky, Totten, & Miller, 2004, 2008; Poletaev & Cervera, 1995; Stone et al., 2006b; Takano, 2012; Thrush, 1995).

Ejercicios.

Los dos levantamientos competitivos forman la base para los programas de entrenamiento de los halteristas tanto infantiles como mayores. Existen ejercicios complementarios que tienen movimientos con patrones similares a los levantamientos competitivos (p. e. Arranque de potencia, arranque colgante, cargada de potencia, cargada colgante, halones de arranque y cargada, sentadilla frontal y por detrás) y ejercicios suplementarios (p. e. empujes sobre la cabeza, extensión de espalda y trabajo abdominal) enfocados en los grupos musculares sinergistas que también son utilizados (Storey & Smith, 2012). Estos ejercicios complementarios también son implementados en programas de

entrenamiento de otros de otros atletas de potencia, sin embargo a pesar de las similitudes en el modo de los ejercicios, los programas de los halteristas difieren particularmente en la frecuencia y el volumen de cargas de alta intensidad (Suchomel, Comfort, & Lake, 2017).

Estructura anual del entrenamiento

En la literatura se puede encontrar amplias descripciones de las modificaciones en las variables del entrenamiento de la halterofilia, sin embargo, detalles específicos en pocas ocasiones son mencionados. Debido al éxito de muchos equipos de Europa del Este, en particular de la antigua Unión Soviética y Bulgaria, varios de los programas de entrenamiento son variaciones de los modelos de entrenamiento generalizados establecidos por estas naciones. Aunque los entrenadores occidentales requirieron hacer modificaciones a estos métodos de entrenamiento presumiblemente debido a la elevada prevalencia del uso de esteroides anabolizantes entre los equipos del Bloque del Este. Desde 1970, los halteristas competitivos han sido sujetos a controles antidopaje aleatorios, que pueden incluir análisis de orina, sangre o ambos.

Los programas de entrenamiento de la antigua Unión Soviética se basaron en el modelo de periodización clásica consistiendo en una fase preparatoria (acondicionamiento general y específico), fase competitiva (entrenamiento específico que modela las demandas de la competición) y una fase transitoria (acondicionamiento generalizado al finalizar el ciclo de entrenamiento). Una amplia variedad de ejercicios e intensidades y volúmenes fueron incorporados en estos programas con la creencia de que esto evitaría que los atletas lleguen a un estado de sobreentrenamiento debido a la monotonía del patrón de movimiento. A pesar de que los halteristas de nivel internacional podrían típicamente realizar de 20,000 a 25,000 repeticiones de ejercicios multiarticulares por año, únicamente el 15–35% de esas repeticiones fueron levantamientos competitivos a una intensidad del 80–90% de la repetición máxima (1RM) con un 4–7% adicional siendo realizados al $\geq 90\%$ 1RM (Storey & Smith, 2012).

En contraste, el enfoque del entrenamiento búlgaro se caracteriza por frecuente, con intensidades cercanas al máximo o cargas máximas y más alineadamente con las exigencias de la competición. Se ha reportado que los halteristas búlgaros realizan entre 1,400 y 4,000 intentos máximos y de 450 a 560 intentos supramáximos fallidos en cada año de entrenamiento. Aproximadamente el 10% del tiempo total del entrenamiento está destinado a ejercicios de calentamiento, 45% a levantamientos competitivos, 40% a ejercicios de fuerza complementarios, 3% a ejercicios suplementarios y 2% a actividades de otros deportes o entrenamiento cruzado; existe una muy pequeña variación en la intensidad del entrenamiento en comparación con los de la Ex Unión Soviética, sin embargo, se aplican las fluctuaciones en el volumen del entrenamiento. El entrenamiento sigue un patrón repetitivo de 2–3 semanas de carga incremental continuado por 1 semana de reducción de carga, se creía que este patrón cíclico de sobrecarga y recuperación contribuyó a mejoras en el rendimiento subsecuente a largo plazo (Stone et al., 2006b).

Aunque el rendimiento competitivo de los halteristas continúan mejorando, tal como lo muestra el incremento de los registros nacionales e internacionales, es necesario realizar más investigaciones sobre varios aspectos del diseño de programas de entrenamiento, estos aspectos incluyen: 1) estrategias efectivas de preparación para halteristas novatos; 2) la influencia del volumen y la intensidad del ejercicio sobre las variables fisiológicas y de rendimiento en halteristas de rama femenil y juveniles; y 3) la eficacia de las variaciones en las técnicas de entrenamiento.

Aplicación y variación de las cargas de entrenamiento.

Los halteristas de nivel internacional realizan dos o más sesiones de ejercicios con resistencias de alta intensidad (HIRE, por sus siglas en inglés) [$\geq 80\%$ 1RM] por día, de los mismos grupos musculares principales, 6 o 7 día por semana. En halteristas mayores, dividir el volumen de entrenamiento durante dos sesiones que son realizadas el mismo día produce un gran incremento significativo en la fuerza, hipertrofia y activación neuronal máxima de la musculatura entrenada. Aunque, como la mayoría de los ejercicios que son realizados por los halteristas son levantamientos competitivos y movimientos multirarticulares similares, un

gran número de contracciones musculares son realizadas por los mismos grandes grupos musculares en cada sesión de entrenamiento. Así, la frecuencia de los HIRE realizados por halteristas excede las recomendaciones basadas en evidencia para mejorar la fuerza y potencia muscular para adultos entrenados avanzados. Por ejemplo, el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) propone que la frecuencia de entrenamiento sea de 4 – 6 sesiones por semana y que se entrenen diferentes grupos musculares durante sesiones de fuerza y potencia subsecuentes para permitir una adecuada recuperación.

Se ha demostrado previamente que las sesiones repetidas con HIRE para el mismo grupo o grupos musculares resulta en una persistente supresión de mediadores anabólicos importantes, prolongada señalización inflamatoria y decremento en el rendimiento muscular. Contrastantemente a lo antes mencionado, los halteristas han demostrado mejoras en el rendimiento de los levantamientos competitivos tanto a corto como a largo plazo en respuesta a su frecuente entrenamiento estructurado con HIRE, considerando que la edad de entrenamiento del halterista influye considerablemente en su capacidad para adaptarse de manera positiva al uso frecuente de HIRE (Storey & Smith, 2012).

Aunque previamente existían conceptos erróneos, el entrenamiento de la halterofilia para niños y adolescentes es seguro y efectivo, así mismo los factores de riesgo pueden ser reducidos o eliminados siguiendo un modelo de desarrollo atlético a largo plazo, de la misma manera el desarrollo neuronal prepuberal y los incrementos en las concentraciones de las hormonas sexuales relacionadas a la madurez pos puberal pueden ofrecer ventanas de adaptación adecuadas para maximizar las ganancias atléticas (Lloyd, Oliver, Meyers, Moody, & Stone, 2012). Con un periodo de entrenamiento de 10 semanas en halteristas juveniles competitivos, volúmenes moderados de cargas de alta intensidad (>90–100% 1RM) producen ganancias de fuerza significativamente superiores (10.5% en cargada y envión y 9.5% en sentadilla por detrás) cuando se compara con bajo volumen (3.0% en cargada y envión y 5.3% en sentadilla por detrás) y elevado volumen (únicamente 6.9% en sentadilla por detrás) con cargas similares de alta intensidad. Aunque se ha demostrado que realizar sesiones de entrenamiento de alta intensidad adicionales dentro del mismo día no conduce grandes mejoras en el rendimiento significativas en halteristas jóvenes.

Los halteristas mayores de nivel internacional demuestran mayor capacidad de tolerar y adaptarse a volúmenes de carga de alta intensidad, sin embargo, los halteristas máster exhiben decrementos significativos en la capacidad de entrenamiento y rendimiento deportivo, esto concuerda con la respuesta adaptativa en detrimento al ejercicio con resistencias con el incremento de la edad adulta (Storey & Smith, 2012).

Periodización del entrenamiento

El concepto de periodización del entrenamiento ha recibido atención substancial en años recientes (Grgic, Lazinec, Mikulic, & Schoenfeld, 2017; Issurin, 2016; Williams, Toluoso, Fedewa, & Esco, 2017). El término periodización no es exclusivo del deporte, es utilizado para describir periodos específicos de tiempo; de esta manera, dentro de la planificación deportiva competitiva, la periodización permite conceptualmente a los entrenadores fragmentar un continuo de tiempo en componentes definibles y manejables para una mejor organización y reconocimiento de patrones dentro del proceso de entrenamiento. La periodización del entrenamiento se ha extendido más allá de sus orígenes en la antigua Grecia para abarcar periodos de tiempo apropiados, implementación de estímulos de entrenamiento específicos y tácticas de recuperación dirigidas en gran medida a la estructura deportiva competitiva moderna. De igual manera, la periodización como un concepto a largo plazo describe un sistema de desarrollo basado firmemente en un proceso de adaptación, este proceso adaptativo se ha basado en gran medida en constructos biológicos fundamentales como el síndrome general de adaptación de Hans Selye. A pesar de sus imprecisiones, esta ley ha demostrado ser un marco instructivo para comprender el proceso mecánico de proporcionar un estímulo de entrenamiento para inducir adaptaciones específicas que resultan en mejoras funcionales. Este marco puede guiar a los entrenadores en la planificación del proceso de entrenamiento y la selección de tácticas de programación que ayudan en la ejecución del plan. Sin embargo, es necesaria futura investigación adicional para dilucidar aún más la aplicación precisa del modelo de la Ley de Selye en el entrenamiento deportivo, así como para refinar las prácticas de periodización y programación. Es importante hacer énfasis en lo que le corresponde al entrenador para

mantener el conocimiento científico actual para garantizar una buena práctica y ajustar la programación en función de las respuestas individuales para optimizar el proceso de entrenamiento.

Breves aspectos históricos de la planificación del entrenamiento.

Si bien los pilares de la periodización del entrenamiento se originaron en la antigua Grecia y Roma, el concepto de una planificación deportiva estructurada se convirtió en una preocupación moderna a principios del siglo veinte como resultado de una creciente popularidad cultural y la importancia del deporte y la subsecuente frecuencia en incremento de la competición atlética. Estos factores impulsaron la necesidad de una preparación a largo plazo. Para este caso, Boris Kotov, más tarde apoyado por K. Grantyn, introdujeron el concepto de un plan anual dividido en fases compuestas por etapas general, preparatoria y específica que permitieron la revisión de los aspectos de entrenamiento y la variación planificada. Esta revelación replanteó a los entrenadores la opinión previamente aceptada de que los atletas deberían limitar el entrenamiento de 8 a 10 semanas antes de la competición para prevenir agotamiento o daño físico. Posteriormente L. Pihkala desarrolló aún más el modelo de Kotov sustentando que la preparación competitiva debería incluir cargas de trabajo extensivas a intensivas, descanso planificado y entrenamiento equilibrado que esté organizado para prevenir el sobreentrenamiento y lesiones. Divergiendo de los adoptantes previos de la periodización, Lev Pavlovich Matveyev sugirió que las decisiones del entrenamiento deberían ir más allá del calendario anual, estableciendo la necesidad de priorizar la planificación basada en alcanzar la forma deportiva óptima, específicamente, creando un nivel de preparación competitiva caracterizado por un conjunto de índices fisiológicos, psicológicos y de control médico. Matveyev señaló que la forma deportiva es una “unidad armoniosa de todos los componentes de la preparación óptima del atleta: físico, psíquico, técnico y táctico. En muchos sentidos, el trabajo de Matveyev sirvió como catalizador para que otros pioneros buscaran una base científica para la teoría y metodología del entrenamiento. La estadificación científica para la periodización se basó en el pensamiento de que un atleta necesita recibir ejercicios óptimos o un estímulo del entrenamiento equilibrado con la apropiada descarga para propiciar favorablemente efectos

del entrenamiento a largo plazo. A su vez las variaciones de programación, incluidas las oscilaciones en el volumen y la intensidad, servirían para promover la adaptación, conduciendo a la realización de características de forma atlética mejoradas. La naturaleza física y cíclica del entrenamiento periodizado parecía exigir doblemente una predicción de la tolerancia individualizada del atleta del estrés derivado del ejercicio junto con las tácticas de recuperación para el manejo de la fatiga que previenen lo que ahora se considera sobreentrenamiento o lesión inducida por estrés (Cunanan et al., 2018).

En el contexto deportivo, la periodización es un término que describe el macro manejo del proceso de entrenamiento con respecto al tiempo, en otras palabras, el tiempo se asigna a varias fases de preparación física que se alinean estratégicamente de manera unilateral con la competición. Conceptualmente la periodización es un plan que permite al entrenador pronosticar y asignar periodos de tiempo hacia la adquisición y realización de capacidades físicas específicas (p. e., resistencia, fuerza, velocidad, potencia). En contraste, la programación puede ser considerada como el micro manejo de las etapas del entrenamiento. Algunos componentes de la programación incluyen la densidad de carga, volumen e intensidad del entrenamiento, así como también la selección y orden de los ejercicios, series y repeticiones, entre otros. Cuando están organizadas apropiadamente, las decisiones sobre las variables de programación diferencian el continuo de tiempo en patrones identificables en función de los objetivos previstos. La excesiva fatiga acumulada inhibe la adaptación fisiológica a los estímulos de entrenamiento, produciendo efectos psicológicos no beneficiosos y aumenta las lesiones, enfermedades y potencia el sobreentrenamiento, por lo tanto, el objetivo principal de la programación es estructurar la variación apropiada de los factores de entrenamiento para modular la fatiga y la adaptación a largo plazo (DeWeese et al., 2015).

Periodización en bloque.

A principios de 1980, muchos entrenadores e investigadores prominentes adoptaron e implementaron la idea general de mejorar el estímulo del entrenamiento de atletas de alto rendimiento mediante concentraciones más altas de los medios de entrenamiento apropiados,

el problema era cómo obtener concentraciones elevadas de cargas de entrenamiento eficientes para desarrollar las diversas capacidades que determinan el máximo rendimiento. La solución propuesta se basa en el desarrollo consecutivo, pero no simultáneo de capacidades específicas mediante la secuenciación adecuada de bloques de entrenamiento especializados. Este enfoque de entrenamiento se implementó en la preparación de atletas de élite en diferentes disciplinas deportivas y condujo a logros sobresalientes. A diferencia del modelo de entrenamiento unidireccional concentrado, el concepto de la periodización en bloque (BP, por sus siglas en inglés) está dirigido a la mejora de muchas habilidades específicas que contribuyen al éxito en ciertos deportes. La esencia, conceptos generales y principios del enfoque multifacético de la BP son:

- a) La unidad estructural principal de la preparación de BP es un bloque de entrenamiento que dura de 2 a 4 semanas correspondientes a un solo mesociclo. Cada mesociclo de bloque incluye cargas de trabajo altamente concentradas dirigidas a un número mínimo de modalidades de entrenamiento.
- b) A diferencia de programas “mixtos” tradicionales dirigidos al trabajo simultáneo en muchas modalidades de entrenamiento, el sistema de BP propone el desarrollo consecutivo de habilidades dirigidas a una interacción y superposición óptima entre ellas.
- c) La taxonomía de los mesociclos de la BP (Tabla 1) presupone su categorización en tres tipos: “acumulación”, que se centra en habilidades básicas, p. e., resistencia aeróbica, fuerza muscular y coordinación general; “transformación”, que se centra en habilidades específicas del deporte, por ejemplo, cargas de trabajo aeróbicas de alta intensidad, resistencia a la fuerza y técnica adecuada; y “realización” que se centra en la recuperación y maximización hacia la competición o pruebas.
- d) Cada mesociclo en bloque funciona con modalidades de entrenamiento compatibles para evitar respuestas fisiológicas conflictivas, modalidades de entrenamiento incompatibles se encuentran separadas en diferentes mesociclos de bloque.

- e) En conjunto, los tres mesociclos de bloques especificados anteriormente forman una etapa de entrenamiento que dura aproximadamente 2 meses y termina con la participación en la competición o prueba.
- f) El ciclo anual consiste en etapas de entrenamiento que pueden variar en un número de cinco a siete dependiendo de la cantidad y calendarización de competiciones específicas.

El notable factor metodológico que contribuye a esta periodización es la diferenciación biológica entre los mesociclos de bloque que implican un volumen extenso (acumulación) y aquellos que conllevan estrés intensivo (transformación). Además, los efectos residuales del entrenamiento; lo que implica “la retención de los cambios en el estado corporal y las capacidades físicas después del cese de un programa de entrenamiento más allá de un lapso de tiempo dado”; son de primordial importancia cuando ocurre el desarrollo de manera consecutiva de varias capacidades físicas. La superposición de los efectos residuales del entrenamiento posteriores de los mesociclos de bloque secuenciados permite obtener la interacción óptima de muchos componentes de acondicionamiento físico y lograr las mejores condiciones para un rendimiento máximo (Issurin, 2016).

Tabla 1.
Taxonomía de los mesociclos empleados en la periodización en bloque.

Tipo	Modalidades de entrenamiento	Duración	Particularidades
Acumulación	Capacidades básicas: resistencia aeróbica general, fuerza muscular, técnicas básicas.	2–6 semanas	Las capacidades específicas producen efectos residuales del entrenamiento más prolongados.
Transformación	Capacidades específicas del deporte: resistencia anaeróbica y (también mezclada) muscular, preparación técnico táctica.	2–4 semanas	Respuestas al entrenamiento pronunciadas, fatiga acumulada, efectos residuales del entrenamiento acortados.
Realización	Rendimiento en modelación de la competición, velocidad máxima, descanso activo.	8–15 días	Carga del entrenamiento reducida, incremento de la tensión emocional a la espera de la competición.

Capítulo dos: Aspectos teórico-prácticos del entrenamiento en clúster

Consideraciones en la planificación de un entrenamiento con resistencias

Uno de los conceptos clave de la periodización es que los programas son diseñados para introducir la apropiada variación al entrenamiento de una manera lógica y sistemática como un intento de estimular las mejoras en algún resultado fisiológico o de rendimiento. La introducción de nuevos estímulos permite una ganancia más rápida en el rendimiento ya que cuanto más familiarizado esté el deportista con la tarea, las ganancias en el rendimiento son más lentas, en especial para deportistas de élite. Las variaciones del entrenamiento son esenciales debido a que estimulan la recuperación y la adaptación, evitan el sobreentrenamiento, potencian las fases a largo plazo y eleva los resultados en el rendimiento (Haff, Hobbs, et al., 2008). Cuando se diseña un programa de RT, diversos factores como la selección y orden de los ejercicios, carga del entrenamiento, número de series y repeticiones a ejecutar, duración de los periodos de descanso, así como la frecuencia del entrenamiento, deben ser considerados para optimizar el resultado del entrenamiento específico. Una vez que todas estas variables han sido establecidas, se puede definir e implementar el programa de entrenamiento periodizado acorde con los objetivos individuales del deportista (Bompa & Haff, 2009; Fleck & Kraemer, 2014; Haff & Triplett, 2015; Stone, Stone, Sands, & Sands, 2007). Sin embargo, un aspecto en gran medida pasado por alto y poco utilizado al planificar un programa de RT es la capacidad de alterar la estructura de las series individuales. El número de repeticiones, carga del entrenamiento y los periodos de descanso contenidos en una serie pueden ser manipulados para alterar el estímulo del entrenamiento (Haff, Hobbs, et al., 2008; Tufano et al., 2017). Cuando se conceptualiza una serie, dos tipos de estructuras generales pueden utilizarse: las series tradicionales (TS) y las series en clúster (CS), para utilizar efectivamente ambos tipos de estructuras se deben de comprender los fundamentos que sustentan cada tipo.

Series tradicionales

Comúnmente, la realización de una serie ocurre sin que se realice descanso alguno entre las repeticiones contenidas en la misma, una vez que se esta es completada, se proporciona un intervalo de descanso predeterminado que permite la recuperación antes del inicio de la serie subsecuente, esta configuración de serie básica se repite hasta completar un número determinado de series en la sesión de entrenamiento. Este método tradicional puede describirse como entrenamiento con ST. Independientemente de la configuración de las series, la forma en la que se realizan las repeticiones puede afectar en gran medida las adaptaciones del entrenamiento, por ejemplo, si los atletas ejecutan acciones musculares concéntricas explosivas resulta en la potenciación del reclutamiento de fibras musculares tipo II y mayores efectos del entrenamiento comparados con acciones concéntricas lentas. Desafortunadamente, la fatiga se manifiesta rápidamente cuando se ejecutan movimientos explosivos repetitivamente bajo condiciones de carga externa usando entrenamiento estructurado con TS. Una de las causas más ampliamente aceptadas de la fatiga muscular es la reducción de la disponibilidad de fosfocreatina y la velocidad de resíntesis del adenosín trifosfato en los músculos trabajados (Gorostiaga et al., 2012), así la acumulación de productos metabólicos y disminución en la disponibilidad de energía ocasiona la reducción de la velocidad del movimiento y generación de potencia (Figura 3), especialmente a medida que incrementa el número de repeticiones en una serie (Hardee, Travis Triplett, Utter, Zwetsloot, & McBride, 2012).

Series en clúster

Un método pasado por alto para implementar la variación al programa de entrenamiento es la manipulación de la estructuración de las series, recientemente una configuración de las mismas, denominado serie pausa-descanso, descanso interrepeticion o serie en clúster ha sido propuesto como alternativa para modificar la estructura de las series

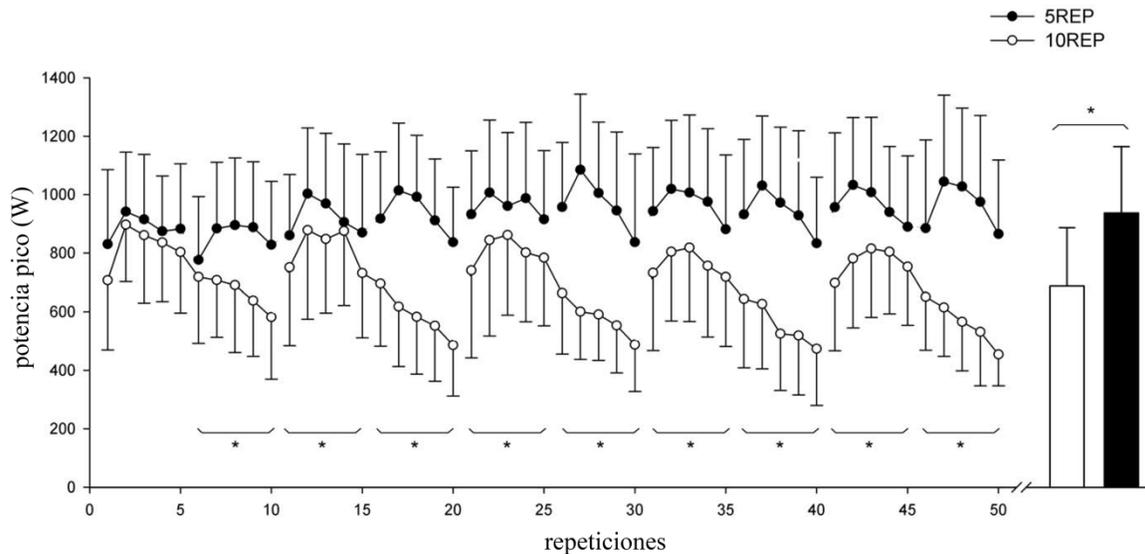


Figura 3. Generación de potencia máxima durante 2 condiciones experimentales: cuando el ejercicio se realiza en 5 series de 10 repeticiones y cuando el ejercicio se realiza en 10 series de 5 repeticiones. Las cajas representan las medias de la potencia máxima generada durante 50 repeticiones para series de 10 repeticiones (10REP) y 5 repeticiones (5REP) de prensa para pierna. * Diferencia significativa ($p < .05$). (adaptado de Gorostiaga et al., 2012).

en el entrenamiento. En este tipo de configuración, un intervalo de descanso interrepetición es empleado entre cada repetición o “grupos” (clústers) de repeticiones realizadas (Figura 4). Lo anterior se puede manipular de diversas maneras que pueden incluir usar una variable de duración de intervalo de descanso o modificando la resistencia usada en cada repetición de la serie en clúster, dependiendo del propósito o el enfoque del bloque de entrenamiento empleado en la periodización del programa (Haff, Hobbs, et al., 2008).

Conceptualmente, esta metodología maximiza la realización de las repeticiones individuales mientras se reduce la fatiga acumulada que se observa durante las TS (Haff et al., 2003; Haff, Hobbs, et al., 2008; Haff, Burgess, & Stone, 2008; Hardee, Travis Triplett, et al., 2012; Tufano et al., 2016). Investigaciones previas indican que la producción de fuerza se mantiene relativamente constante a través de entrenamiento con TS y CS (Denton & Cronin, 2006; Hansen, Cronin, & Newton, 2011; Moir, Graham, Davis, Guers, & Witmer, 2013; Tufano et al., 2016), pero la generación de potencia y de velocidad de movimiento durante las múltiples series parece disminuir en mayor medida durante las TS en comparación con las CS (Figura 5) (Haff et al., 2003; Hardee, Lawrence, et al., 2012; Hardee, Travis Triplett, et al., 2012; Tufano et al., 2016).

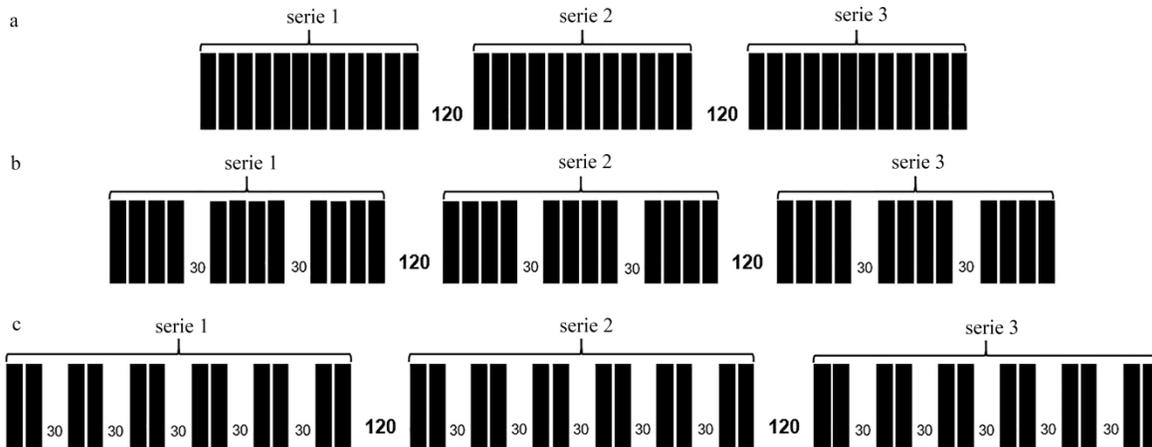


Figura 4. Estructuración de las series: a) Series tradicionales, 3 series de 12 repeticiones con 120 segundos de descanso interserie; b) 3 series de 12 repeticiones en clústers de 4 con 120 segundos de descanso interserie y 30 segundos de descanso intraserie; c) 3 series de 12 repeticiones en clústers de 2 con 120 segundos de descanso interserie y 30 segundos de descanso intraserie (adaptado de Tufano et al., 2016).

Por lo tanto, se ha planteado que se puede generar un mayor estímulo al entrenamiento para el desarrollo de la potencia en respuesta a la mayor velocidad del movimiento observada en varios estudios que comparan CS con TS. Fundamentalmente, el entrenamiento con CS puede ser más beneficioso que movimientos con TS para movimientos que requieren la generación de grandes cantidades de potencia muscular a altas velocidades. A menudo se piensa que la fatiga es de vital importancia para el desarrollo de la fuerza muscular, sin embargo, se ha observado que el entrenamiento a máxima fatiga (p. e. entrenamiento al fallo) no es prerequisite para el desarrollo de fuerza máxima. La velocidad es mejormente mantenida usando CS que TS, mostrando así que estructuras de CS pueden desempeñar una mejora de la fuerza máxima, adicionalmente, las CS permiten la realización de un mayor número de repeticiones con una carga dada comparado con TS, lo que resulta en un incremento del trabajo total en la carga de volumen, lo que también puede dar como resultado un mayor estímulo para el desarrollo de fuerza máxima. Aunque las TS han sido la estructura establecida desde hace mucho tiempo para los programas de entrenamiento con resistencias, la reestructuración de TS a CS proporciona un estímulo de entrenamiento diferente que beneficia ciertos objetivos del entrenamiento. Recientemente el creciente desarrollo de investigaciones que explora el uso de las estructuras de las CS y definiciones actuales de las CS siguen siendo inconsistentes y las aplicaciones de las CS en un entorno de entrenamiento siguen siendo inadecuadas (Tufano et al., 2017).

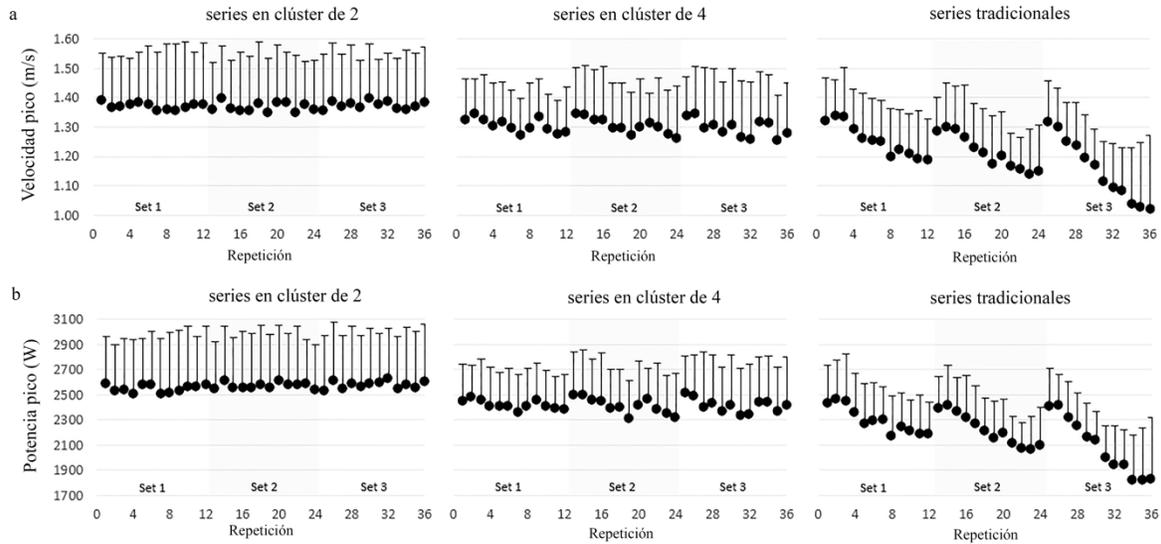


Figura 5. Picos de velocidad (a) y potencia (b) durante 3 series de 12 repeticiones de sentadilla por detrás en diferentes configuraciones de serie (adaptado de Tufano et al., 2016).

Periodos de descanso

Para poder comprender los detalles de las CS, es importante definir la terminología de periodos de descanso que se usa para describir la estructuración de las series en la literatura científica. Definir los periodos de descanso usando prefijos como intra- (dentro) e inter- (entre) describe la ubicación de los intervalos de descanso en relación con el resto de la serie.

Descanso interserie.

La manera más apropiada de describir el intervalo de descanso entre series, con frecuencia estos periodos son establecidos como parte de un programa de entrenamiento para facilitar la recuperación entre series y adaptaciones al entrenamiento con un objetivo específico, por ejemplo, cuando se intenta obtener ganancias en fuerza máxima se recomienda que se use un intervalo de descanso interserie entre 2 – 3 minutos.

Descanso intraserie.

El término intraserie es el más apropiado cuando se describen periodos de descanso entre grupos de repeticiones dentro de las estructuras de CS, aunque el número de repeticiones en cada clúster y el tiempo de descanso intraserie puede variar, este intervalo se aplica únicamente a los periodos de descanso que ocurren dentro de la serie, pero no entre las series y tampoco entre repeticiones individuales.

Descanso interrepetición.

Son los periodos de descanso que ocurren entre las repeticiones individuales de una serie, los cuales se limitan únicamente a ese periodo, pero no a clústers de repeticiones dentro de la serie o series de una sola repetición. Para concluir, el término intrarrepetición nunca debe de ser usado por que es imposible el descanso dentro de una repetición única.

Terminología de estructuración de la serie

Desde la aparición de la ciencia del deporte, ha habido una necesidad de terminología estandarizada, ya que la consistencia en esta puede ayudar a eliminar la confusión entre profesionales o entre disciplinas. Específicamente, el término “series en clúster” ha evolucionado para incluir varios tipos de estructuras de series que simplemente describen una manera en la que se realizan las repeticiones difiriendo de la estructura de las TS (Tufano et al., 2017). A pesar de que anteriormente se habían realizado varios protocolos que incluían periodos de descanso interrepetición (Byrd, Centry, & Boatwright, 1988; Keogh, Wilson, & Weatherby, 1999; Rooney, Herbert, & Balnave, 1994), la utilización del término “clúster” se reportó por primera vez en la literatura profesional por Roll y Omer (1987), y en la literatura científica por Haff y colaboradores (2003).

Estructuración de las series en clúster básico

En el entrenamiento estructurado en CS básico se utilizan intervalos de descanso interrepetición (IRR, por sus siglas en inglés) en una serie que esencialmente es una TS; estos IRR típicamente tienen una duración de 10–30 segundos que permite una recuperación y, por tanto, realizar cada repetición subsecuente con una producción elevada de potencia, velocidad y desplazamiento de la barra. Un ejemplo de redistribución en CS básico en investigaciones previas (Hardee et al., 2013; Hardee, Lawrence, et al., 2012; Hardee, Travis Triplett, et al., 2012), fue un protocolo donde se estructuraron 3 series de 6 repeticiones de cargada de potencia usando TS con 3 minutos de descanso interserie comparándose con 2 estructuraciones en CS en las cuales el intervalo interserie se mantuvo constante a 3 minutos, las 2 estructuras en clúster difirieron de las TS agregando 20 o 40 segundos de IRR en cada serie. Adicionalmente, otro protocolo (Tufano et al., 2016) utilizó estructuras de CS básico comparando 3 series de 12 repeticiones de sentadilla por detrás con 2 minutos de descanso interserie contra 3 series de 12 repeticiones con 30 segundos de descanso intraserie sin ajustar los 2 minutos del periodo interserie.

Literatura de series en clúster

Hasta la fecha, la mayoría de las investigaciones de CS se han enfocado en las respuestas agudas a varios intervalos de descanso interserie e IRR, frecuentemente comparando variables relacionadas a la potencia entre diferentes tipos de CS y TS (Haff et al., 2003; Hardee, Lawrence, et al., 2012; Hardee, Travis Triplett, et al., 2012; Joy, Oliver, McCleary, Lowery, & Wilson, 2013; Moir et al., 2013; Oliver et al., 2016; Tufano et al., 2016), sin embargo, el número estudios que investigan el uso del entrenamiento en CS como parte de un programa de entrenamiento crónico ha recibido significativamente menor atención, ya que hasta el momento solo se han reportado ocho investigaciones (Tabla 2) mostrando resultados inconsistentes, en mayor parte debido a sus muestras heterogéneas y diseños de protocolos de entrenamiento (Tufano et al., 2017).

Tabla 2.

Estudios que aplican estructuración de CS en evaluación de efectos crónicos.

Autor	Duración	Sujetos	Protocolo de entrenamiento	Respuesta
Byrd et al. (1988)	10 semanas	50 hombres no entrenados	Bench press y Leg press. TS: 3 circuitos de 6–10RM; CS1: Igual que TS con 1 s de IRR; CS2: Igual que TS con 2 s de IRR.	CS1 y CS2 resultaron en mayor capacidad de trabajo cardiovascular que TS y todos tuvieron ganancias similares en la 1RM de bench press, la fuerza en Leg press se incrementó mayormente en TS que en CS1.
Hansen, Cronin, Pickering, & Newton (2011)	8 semanas	18 jugadores de rugby elite	Variaciones de sentadilla y ejercicios de halones, 80 – 95 1RM. TS: 3–5 series de 3–8 repeticiones con 180 s de descanso interserie; CS: Igual que TS con 120 s de descanso interserie y 10–30 s de IRR.	Ambos TS y CS resultaron en incremento en la fuerza, pero con mayores ganancias en TS, ningún protocolo tuvo un cambio significativo en fuerza de salto de sentadilla, velocidad o potencia.
Iglesias-Soler et al. (2016)	5 semanas	6 hombres y 7 mujeres estudiantes de ciencias del deporte	Extensión de rodilla unilateral con carga de 10RM. TS: 4 x 8 con 180 s de descanso interserie; CS: 32 repeticiones con 18 s de IRR.	CS y TS resultaron en incrementos similares en la 1RM, generación de potencia y resistencia muscular.
Lawton, Cronin, Drinkwater, Lindsell, & Pyne (2004)	6 semanas	26 jugadores hombres de baloncesto junior elite y jugadores de soccer	Bench press con carga de 6RM. TS: 4 x 6 con 120 s de descanso interserie; CS: 8 x 3 con descanso equivalente al trabajo (no controlado).	Incrementos en potencia y fuerza en ambos TS y CS, pero el incremento de fuerza fue mayor después de TS.

Nicholson, Ispoglou, & Bissas (2016)	6 semanas	46 hombres universitarios entrenados	TS fuerza: 4 x 6 al 85% 1RM con 900 s de descanso total; TS hipertrofia: 5 x 10 70% 1RM con 360 s de descanso total; CS1: 4 x 6 al 85% 1RM con 1400 s de descanso total; CS 2: 4 x 6 al 90% 1RM con 1400 s de descanso total.	Todos los grupos de CS y TS resultaron con ganancias similares altura de salto; CS2 y TS resultaron en ganancias mayores en fuerza que CS1.
Oliver et al. (2013)	12 semanas	22 militares hombres	Sesiones de entrenamiento de cuerpo completo usando 60–75% 1RM. TS: 4 x 10 con 120 s de descanso interserie; CS: 8 x 5 con 60 s de descanso interserie.	CS y TS resultaron en incrementos similares en masa magra, pero CS resultó en mayores ganancias de fuerza y potencia.
Rooney et al. (1994)	6 semanas	18 hombres y 24 mujeres no entrenados	TS: 6–10 repeticiones con 6RM; CS: 6–10 repeticiones con 30 s IRR.	TS resultó en mejores ganancias en fuerza comparado con CS.
Zarezadeh-Mehrizi et al. (2013)	6 semanas	22 hombres jugadores de soccer	Sesión de entrenamiento de cuerpo completo usando 85% 1RM durante la fase de fuerza y 30–80% 1RM durante la fase de potencia. TS: 3 x 3–5 con 180 s de descanso interserie; CS: 3 x 3–5 con 120 s de descanso interserie y 10–30 s IRR.	CS y TS resultaron en incremento de fuerza, pero las ganancias fueron mayores en TS; las ganancias en CS de generación de potencia mientras que en TS no ocurrieron.

Efectos agudos del entrenamiento de CS en la fuerza

Varias estructuraciones en CS pueden ayudar a mantener la fuerza pico durante la sesión de entrenamiento, y la duración del IRR o intervalo de descanso intraserie parece tener impacto en capacidad de disminuir la pérdida de fuerza, con intervalos de descanso más largos resulta un mayor mantenimiento de la fuerza pico, haciendo posible que mayor fuerza pueda ser aplicada durante las repeticiones finales de una serie, permitiendo al atleta realizar la serie con velocidades de movimiento más elevadas en general, lo cual es un indicador de ganancias de fuerza. Se ha demostrado que un mayor volumen de entrenamiento resulta en mayores adaptaciones de fuerza, y cuando se diseñan apropiadamente las variaciones de las estructuras en CS, se puede realizar un mayor volumen de entrenamiento con posibilidades de ganancia en fuerza.

Efectos agudos del entrenamiento de CS en la potencia

La estructuración de CS resulta beneficiosa para disminuir la disminución en la generación de potencia que ocurre cuando se estructura un entrenamiento en TS con ejercicios que incluyen algún tipo de componente de ciclo estiramiento–acortamiento. Adicionalmente, el mantenimiento de la velocidad de movimiento concéntrico parece ser en gran parte responsable del mantenimiento de la generación de potencia durante la realización del ejercicio (Tufano et al., 2017).

Capítulo 3: Metodología

Sujetos

Diez hombres halteristas competitivos estuvieron de acuerdo para participar en el estudio. Esta muestra representa el número total de sujetos disponibles que cumplieron completamente con los criterios de inclusión, estos criterios son:

- a) El atleta estaba programado para estar presente durante todo el periodo de entrenamiento.
- b) Tener al menos 2 años de experiencia en el entrenamiento de la halterofilia con una frecuencia de al menos 5 días por semana.
- c) Niveles de fuerza máxima relativa (1RM/peso corporal) de sentadilla por detrás ≥ 2.0 .
- d) haber declarado nulo el uso de drogas o medicación que influya en el rendimiento deportivo.

La edad y talla promedio fue de 20.8 ± 2.5 años y 170.5 ± 3.5 metros, respectivamente. Los atletas fueron colocados aleatoriamente en uno de dos grupos, series en clúster (CS) y series tradicionales (TS), correspondiendo a una muestra de 5 individuos para cada grupo. A todos los sujetos se les explicaron los procedimientos, beneficios y riesgos de la participación a través de un consentimiento informado. Las características basales de la muestra se muestran en la tabla 3.

Tabla 3.

Características iniciales de los sujetos para los diferentes grupos de intervención.

	Grupo CS	Grupo TS
Edad (años)	21.3 ± 2.9	20.3 ± 2.2
Talla (m)	170.96 ± 4.31	170.06 ± 2.85
Peso corporal (Kg)	81.5 ± 3.6	81.4 ± 4.3

Todos los datos obtenidos fueron colectados previamente a la intervención en el entrenamiento correspondiente al periodo preparatorio general.

Sesiones de pruebas

El estudio del entrenamiento comenzó después de las mediciones basales del rendimiento de los halteristas (semana 0). Subsecuentemente se realizó otra medición al término de su periodo de preparación competitiva (semana 9) donde se espera su máximo rendimiento deportivo (Tabla 4). Los días de la realización de pruebas, los sujetos se reportaron en el laboratorio después de tener al menos 10 horas de ayuno para mediciones de composición corporal. Talla y masa corporal fueron determinados usando absorbitometría doble de rayos X (DEXA; Hologic Discovery W DXA software versión 12.1, Waltham, MA, USA) calibrado de acuerdo a la guía del fabricante. Se utilizó este dispositivo de imagen ya que se ha convertido en un método de elección para la medición de la composición corporal en atletas (Hind et al., 2018). A los sujetos se les evaluó sus niveles de fuerza máxima y generación de potencia en las instalaciones del gimnasio donde realizan su entrenamiento con procedimientos estandarizados.

Tabla 4.

Aspectos generales del entrenamiento semanal y programación de las evaluaciones de los halteristas.

Semana	Evaluación	Periodo del bloque	Tipo de microciclo
0	DEXA, PWR _{SJ} , PWR _{CMJ} , PWR _{BS60} , 1RM _{BS} .	Inicio	Control
1		Acumulación	Progresivo
2		Acumulación	Progresivo
3		Acumulación	Estabilizador
4		Acumulación	Recuperación
5		Transformación	Choque

6		Transformación	Choque
7		Transformación	Choque
8		Realización	Choque
9	DEXA, PWR _{SJ} , PWR _{CMJ} , PWR _{BS60} , 1RM _{BS} .	Realización	Estabilizador

Nota: Tipo de evaluación: DEXA: absorción de rayos X; PWR_{SJ}: potencia pico de salto de sentadilla; PWR_{CMJ}: potencia pico de salto con contramovimiento; PWR_{BS60}: potencia pico de sentadilla por detrás al 60% de la 1RM; 1RM_{BS}: 1RM de sentadilla por detrás.

Evaluación de fuerza máxima en miembros inferiores

La fuerza máxima de miembros inferiores fue determinada usando la 1RM de la sentadilla por detrás (1RM_{BS}). Los sujetos se presentaron en las instalaciones del gimnasio donde realizan su entrenamiento con al menos 48 horas de no haber ejecutado ningún tipo de ejercicio tanto para las pruebas basales y finales. La estrategia inicial de progresión para la determinación de la 1RM fue estimada desde un autorreporte individual. La subsecuente estrategia de progresión de la 1RM se basó en los registros de entrenamiento mantenidos a través del estudio. Un calentamiento dinámico con una duración aproximada de 10 minutos fue realizado antes de la determinación de la 1RM. Dos series de calentamiento de 5 repeticiones al 40–60% de la 1RM separadas por 2 minutos de descanso interserie, seguido por un periodo de descanso de 3 minutos y 1–2 series de 2–3 repeticiones con una carga correspondiente a 60–80% de la 1RM. Luego, los sujetos empezaron a realizar series de 1 repetición con aumento de peso para la determinación de la 1RM. Un descanso de 3 a 5 minutos fue previsto entre cada intento sucesivo. Todas las determinaciones de la 1RM fueron realizadas dentro de 3–5 intentos. Los sujetos requirieron alcanzar una posición paralela en esta prueba para que el intento fuera considerado exitoso al comando verbal “arriba” (Oliver et al., 2013). Todas las pruebas de fuerza máxima se realizaron en una máquina tipo Smith (Cybex International, modelo 5341, Owatoma, MN).

Evaluación de la potencia en miembros inferiores

La evaluación inicial se realizó con al menos 48 horas posteriores a la determinación de la 1RM. Los sujetos iniciaron con el mismo calentamiento antes de la realización de las evaluaciones de potencia. La masa corporal y la altura de los saltos se utilizaron para determinar la potencia mediante el salto de sentadilla (SJ) y salto vertical con contramovimiento (CMJ).

Se permitió realizar 2 saltos con un esfuerzo inferior al máximo antes de realizar ambas modalidades respectivamente. 3 saltos con el máximo esfuerzo fueron registrados por separado con 2 minutos de descanso, si el tercer intento es superior a los 2 anteriores, se permite realizar otro intento hasta que se muestre un decremento en la altura del salto con no más de 5 saltos máximos permitidos (Oliver et al., 2013). Las alturas de los saltos fueron registradas con el sistema de doble celda fotoeléctrica OptoJump (Microgate, Bolzano, Italia) con el software asociado (versión 1.12.1.0). El intento máximo registrado fue convertido a potencia en watts (PWR_{SJ} y PWR_{CMJ}) usando el procedimiento desarrollado por Sayers et al. (1999):

$$\text{Potencia pico (W)} = (60.7) (\text{Altura de salto, cm}) + 45.3 (\text{masa corporal, kg}) - 2,055$$

Aunque esta ecuación fue desarrollada para el SJ, se ha demostrado que resulta con un error de medición mínimo cuando es usada para CMJ (Arazi et al., 2018).

Con 48 horas posteriores a las pruebas de salto, la generación de potencia fue medida durante la fase concéntrica de la sentadilla por detrás paralela (PWR_{BS60}) usando una intensidad de 60% de la 1RM. Todas las pruebas se realizaron en la misma máquina tipo Smith usada para la determinación de la 1RM. Los sujetos fueron instruidos para realizar la fase concéntrica de cada levantamiento tan explosivamente como fuera posible, precedida por la fase excéntrica. Después de unas series de calentamiento, 3 series de 5 repeticiones al 40–50% de la 1RM, los sujetos empezaron a realizar repeticiones individuales a 60% de la 1RM para la determinación de la potencia pico. Tres intentos fueron permitidos con el mejor

registro para análisis posterior, si el tercer intento era superior a los 2 anteriores, otros intentos fueron permitidos hasta que la generación de potencia disminuyera con más de 5 intentos permitidos. Tres minutos de descanso fueron usados entre cada intento (Oliver et al., 2013). La potencia pico fue registrada a una frecuencia de muestreo de 1000 Hz usando un transductor de posición lineal (Smart-Coach Power Encoder SPE-35, SmartCoach Europe AB, Estocolmo, Suecia) con el software asociado (versión 3.1.3.0). Después de la intervención, la generación de potencia fue medida usando las cargas correspondientes al 60% de la 1RM post-intervención.

Programa de entrenamiento

El programa de entrenamiento fue desarrollado únicamente por el entrenador responsable, el cual utilizó múltiples referencias bibliográficas así como revisiones científicas que sirvieron como fundamentación estructural conceptual (DeWeese et al., 2015; Everett, 2016; Stone et al., 2006b; Takano, 2012). Todas las sesiones de entrenamiento comenzaron con un calentamiento dinámico idéntico al usado para las pruebas de fuerza y potencia. Durante el periodo de entrenamiento, los halteristas entrenaron 6 veces por semana, con una frecuencia de 2 veces al día. Una programación en bloque fue utilizada, los ejercicios fueron elegidos de acuerdo al esquema de series y repeticiones en un intento de lograr las metas y objetivos de cada bloque. Los porcentajes de los volúmenes asignados para el entrenamiento de sentadilla por detrás, así como las intensidades utilizadas se muestran en la tabla 5. La estructuración para el grupo con CS únicamente fue para el ejercicio de sentadilla por detrás, manteniendo el mismo esquema de series y repeticiones del grupo TS pero a diferencia de este se incluyó un descanso interrepetición de 30 segundos, respetando el descanso interserie con la misma duración para el grupo con TS.

Tabla 5.
Características generales del entrenamiento de la sentadilla por detrás.

Semana 1	Frecuencia del entrenamiento de BS	Porcentaje del volumen total por BS (%)	Rango de intensidad asignada a BS (%)
1	3	20	70–80
2	3	20	75–80
3	3	20	80–85
4	3	15	85
5	4	20	90
6	2	10	80–85
7	3	15	80–95
8	2	15	80–85

Nota: BS: sentadilla por detrás.

Todas las sesiones de entrenamiento para BS fueron supervisadas. Los sujetos no realizaban algún otro tipo de entrenamiento fuera de su vida diaria durante la duración del estudio. A través del programa de entrenamiento, ambos grupos realizaron los mismos ejercicios, en el mismo orden y rangos de intensidad.

Análisis estadístico

Debido a la naturaleza y tamaño de la muestra, se procedió mediante pruebas no paramétricas para muestras independientes, el análisis realizado fue la prueba de U de Mann-Whitney con significancia estadística de $p \leq .05$. Además, fue necesario considerar dentro de la comparativa estadística de las medias, los porcentajes de crecimiento de los resultados de las pruebas.

Capítulo 4: Resultados

Características previas de los sujetos

No se observaron diferencias significativas en talla, edad, peso corporal o masa magra colectados antes del inicio de la intervención entre los diferentes grupos (Tabla 6).

Tabla 6.
Características iniciales de los sujetos para los diferentes grupos de estudio

	TS	CS	Combinados	<i>p</i>
Talla (cm)	170.06 ± 2.85	170.96 ± 4.31	170.51 ± 3.48	.548
Edad (años)	20.30 ± 2.15	21.34 ± 2.87	20.82 ± 2.45	.841
Peso corporal (kg)	81.38 ± 4.33	81.84 ± 3.60	81.43 ± 3.76	.841
Masa magra (kg)	63.64 ± 1.63	62.29 ± 2.65	62.96 ± 2.19	.421

Nota: TS: grupo de series tradicionales; CS: grupo de series en clúster. Los datos son la media ± desviación estándar.

Generación de potencia en miembros inferiores

Los datos de las mediciones de las generaciones de potencia se presentan en la Tabla 7. Aunque hubo incrementos para el grupo de CS, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos en ninguna medición de potencia tanto previamente al inicio del estudio como al término del mismo. La representación gráfica del incremento porcentual para las diferentes pruebas se muestra en la Figura 6.

Tabla 7.
Mediciones de potencia de miembros inferiores

	TS	CS	<i>p</i>
PWR_{SJ} (W)			
Semana 0	4036.63 ± 365.93	3839.00 ± 356.94	.690
Semana 9	4127.62 ± 342.67	3962.58 ± 335.47	.690
PWRC_{CMJ} (W)			
Inicial	4398.40 ± 438.78	4097.58 ± 360.94	.421
Semana 8	4530.66 ± 348.00	4249.08 ± 330.90	.222
PWR_{BS60} (W)			
Inicial	1542.86 ± 95.54	1404.14 ± 424.13	.151
Semana 8	1623.18 ± 129.24	1508.12 ± 415.95	.222

Nota: TS: grupo de series tradicionales; CS: grupo de series en clúster; PWR_{SJ}: potencia pico de salto de sentadilla; PWRC_{CMJ}: potencia pico de salto con contramovimiento; PWR_{BS60}: potencia pico de sentadilla por detrás al 60% de la 1RM. Los datos son la media ± desviación estándar.

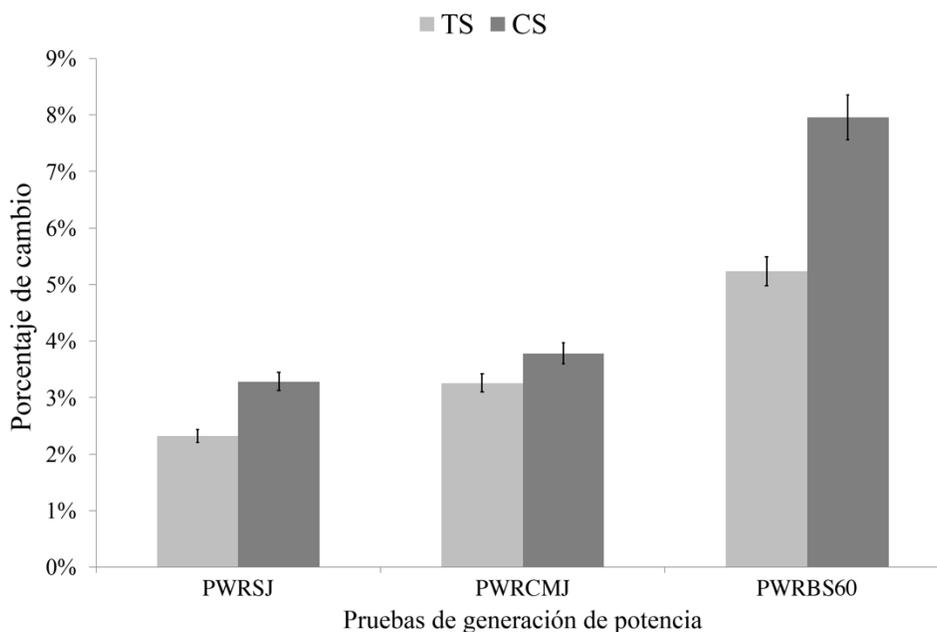


Figura 6. Cambios porcentuales en las potencias pico al término del estudio para PWR_{SJ} (potencia pico de salto de sentadilla), PWRC_{CMJ} (potencia pico de salto con contramovimiento), PWR_{BS60} (potencia pico de sentadilla por detrás al 60% de la 1RM) para ambos grupos. Los datos son la media ± el error estándar.

Fuerza máxima de sentadilla por detrás

Los datos de la prueba de fuerza máxima para sentadilla por detrás se muestran en la Tabla 8. Aunque hubo incrementos para el grupo de CS, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos para esta prueba, tanto previamente al inicio del estudio como al término del mismo. La representación gráfica del incremento porcentual en la 1RM de sentadilla por detrás se muestra en la Figura 7.

Tabla 8.
Mediciones de fuerza máxima de miembros inferiores

	TS	CS	<i>p</i>
1RM de sentadilla por detrás (Kg)			
Semana 0	214.0 ± 5.48	202.0 ± 17.89	.222
Semana 9	218.0 ± 4.47	208.0 ± 19.24	.151

Nota: 1RM: Repetición máxima.

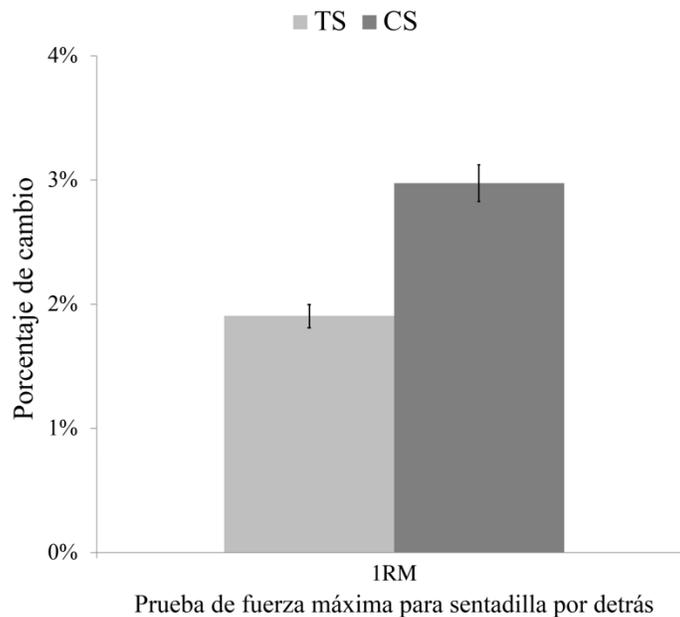


Figura 7. Cambios porcentuales en la fuerza máxima de miembros inferiores al término del estudio para sentadilla por detrás. Los datos son la media ± el error estándar.

Capítulo 5: Discusión

En este estudio se buscó determinar si la reestructuración de la carga del entrenamiento con series en clúster resultaba en mayores ganancias de potencia y fuerza máxima de miembros inferiores que las series tradicionales en una muestra de halteristas entrenados. Los hallazgos posteriores a 8 semanas al estudio fueron: 1) ganancias similares en generación de potencia entre ambos grupos; 2) ganancias similares en fuerza máxima entre ambos grupos.

A pesar de la evidencia científica que sustenta las configuraciones en clúster, se han realizado relativamente pocas investigaciones sobre los efectos crónicos enfocados a este tipo de entrenamiento en sus efectos sobre la fuerza, potencia y resistencia muscular. Los artículos de revisión original de las series en clúster (Haff, Hobbs, et al., 2008; Haff, Burgess, et al., 2008) sustentan el uso de diferentes configuraciones de series en clúster en diferentes etapas del plan de entrenamiento periodizado.

Las investigaciones con efectos crónicos de los esquemas de series en clúster no respaldan claramente que las mejoras en la potencia sean significativamente mayores con un conjunto de investigaciones que informan mejoras similares a las a las series tradicionales (Lawton et al., 2004; Nicholson et al., 2016). La falta de evidencia que sustente lo anterior tal vez se deba a la diferencia entre las condiciones de entrenamiento y evaluaciones, el uso de ejercicios no balísticos y/o el retraso en la transferencia de las mejoras de la potencia al rendimiento funcional (Izquierdo et al., 2006). Oliver y colaboradores (2013) apoyan una mejora significativamente mayor en la potencia con un esquema de series en clúster en comparación con una estructuración de series tradicionales. Además, otra evidencia (Hansen, Cronin, Pickering, et al., 2011) apoya el uso de la configuración en clúster para el desarrollo de la potencia, sugiriendo la reestructuración de las series durante la fase de potencia en un plan de entrenamiento periodizado con ejercicios explosivos multiarticulares.

Existen hallazgos contrastantes con respecto a los efectos de las configuraciones en clúster en el desarrollo de la potencia y por lo tanto una incertidumbre similar con respecto a

los cambios crónicos en la fuerza. Específicamente, en los estudios se han observado mejoras mayores (Oliver et al., 2013), mínimas (Rooney et al., 1994) y similares (Hansen, Cronin, & Newton, 2011) en la fuerza después de los regímenes de series en clúster en comparación con las configuraciones en series tradicionales. Las comparaciones entre estudios no son determinantes ya que utilizan protocolos de entrenamiento de series múltiples o individuales, contrastantes con estrategias de progresión (p. e. entrenamiento periodizado contra no periodizado) y protocolos de evaluación de fuerza (p. e. 1RM contra 6RM). Además, es difícil comparar estudios que han utilizado diferentes esquemas de carga de repeticiones, ejercicios (p. e. compuesto contra balístico), individuos (p. e. entrenados contra no entrenados), duraciones del entrenamiento y diferentes intervalos de descanso intraserie e interserie.

Conclusiones

En relación a los objetivos de estudio e hipótesis se observa que la reestructuración del entrenamiento de halterofilia con series en clúster no incrementa de manera significativa los indicadores de fuerza máxima y generación de potencia en miembros inferiores para esta población de deportistas.

Las limitaciones que presentó el estudio es el número relativamente reducido de evidencias que evalúan la implementación del entrenamiento en clúster con efectos crónicos en indicadores de rendimiento deportivo, mencionando únicamente reestructuraciones básicas de la carga de volumen del entrenamiento, pudiendo estructurar protocolos más específicos para cada disciplina deportiva. De igual manera, el número reducido por parte de la muestra que se estudió, no permitió hacer una inferencia en los resultados de manera contundente para determinar la efectividad del entrenamiento en clúster comparada con el entrenamiento tradicional para esta población de deportistas.

Las configuraciones de series en clúster pueden no ser efectivas comparadas con las series tradicionales cuando el objetivo de entrenamiento es la fuerza muscular y aunque existe cierto apoyo, los efectos positivos en el desarrollo de generación de potencia no son determinantes.

Referencias

- Arazi, H., Khanmohammadi, A., Asadi, A., & Haff, G. G. (2018). The effect of resistance training set configuration on strength, power, and hormonal adaptation in female volleyball players. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 43(2), 154–164.
- Bompa, T. O., & Haff, G. G. (2009). *Periodization: Theory and Methodology of Training*. Human Kinetics.
- Byrd, R., Centry, R., & Boatwright, D. (1988). Effect of inter-repetition rest intervals in circuit weight training on PWC170 during arm-kranking exercise. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 28(4), 336–340.
- Cunanan, A. J., DeWeese, B. H., Wagle, J. P., Carroll, K. M., Sausaman, R., Hornsby, W. G., ... Stone, M. H. (2018). The General Adaptation Syndrome: A Foundation for the Concept of Periodization. *Sports Medicine*, 48(4), 787–797.
- Denton, J., & Cronin, J. B. (2006). Kinematic, Kinetic, and Blood Lactate Profiles of Continuous and Intrasest Rest Loading Schemes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 528.
- DeWeese, B. H., Hornsby, G., Stone, M., & Stone, M. H. (2015). The training process: Planning for strength-power training in track and field. Part 1: Theoretical aspects. *Journal of Sport and Health Science*, 4(4), 308–317.
- Everett, G. (2016). *Olympic Weightlifting: A Complete Guide for Athletes & Coaches*. Catalyst Athletics, LLC.
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (2014). *Designing resistance training programs*. (4th.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- González-Badillo, J. J., Izquierdo, M., & Gorostiaga, E. M. (2006). Moderate volume of high relative training intensity produces greater strength gains compared with low and high volumes in competitive weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), 73–81.
- Gorostiaga, E. M., Navarro-Amézqueta, I., Calbet, J. A. L., Hellsten, Y., Cusso, R., Guerrero, M., ... Izquierdo, M. (2012). Energy Metabolism during Repeated Sets of Leg Press Exercise Leading to Failure or Not. *PLOS ONE*, 7(7), e40621.
- Grgic, J., Lazinica, B., Mikulic, P., & Schoenfeld, B. J. (2017). Should resistance training

- programs aimed at muscular hypertrophy be periodized? A systematic review of periodized versus non-periodized approaches. *Science and Sports*.
- Haff, G. G., Burgess, S. J., & Stone, M. (2008). Cluster training: theoretical and practical applications for the strength and conditioning professional. *Prof. Strength and Cond.*, 12, 12–17.
- Haff, G. G., Hobbs, R. T., Haff, E. E., Sands, W. A., Pierce, K. C., & Stone, M. H. (2008). Cluster Training: A Novel Method for Introducing Training Program Variation. *Strength and Conditioning Journal*, 30(1), 67–76.
- Haff, G. G., & Triplett, N. T. (2015). *Essentials of Strength Training and Conditioning 4th Edition*: Human Kinetics Publishers.
- Haff, G. G., Whitley, A., McCoy, L. B., O'Bryant, H. S., Kilgore, J. L., Haff, E. E., ... Stone, M. H. (2003). Effects of different set configurations on barbell velocity and displacement during a clean pull. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(1), 95–103.
- Hansen, K. T., Cronin, J. B., & Newton, M. J. (2011). The effect of cluster loading on force, velocity, and power during ballistic jump squat training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(4), 455–468.
- Hansen, K. T., Cronin, J. B., Pickering, S. L., & Newton, M. J. (2011). Does cluster loading enhance lower body power development in preseason preparation of elite rugby union players? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(8), 2118–2126.
- Hardee, J. P., Lawrence, M. M., Utter, A. C., Triplett, N. T., Zwetsloot, K. A., & McBride, J. M. (2012). Effect of inter-repetition rest on ratings of perceived exertion during multiple sets of the power clean. *European Journal of Applied Physiology*, 112(8), 3141–3147.
- Hardee, J. P., Lawrence, M. M., Zwetsloot, K. A., Triplett, N. T., Utter, A. C., & McBride, J. M. (2013). Effect of cluster set configurations on power clean technique. *Journal of Sports Sciences*, 31(5), 488–496.
- Hardee, J. P., Travis Triplett, N., Utter, A. C., Zwetsloot, K. A., & McBride, J. M. (2012). Effect of Interrepetition Rest on Power Output in the Power Clean. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(4), 883–889.
- Hind, K., Slater, G., Oldroyd, B., Lees, M., Thurlow, S., Barlow, M., & Shepherd, J. (2018).

- Interpretation of Dual Energy X-Ray Absorptiometry-Derived Body Composition Change in Athletes: a Review and Recommendations for Best Practice. *Journal of Clinical Densitometry*.
- Hornsby, W., Gentles, J., MacDonald, C., Mizuguchi, S., Ramsey, M., & Stone, M. (2017). Maximum Strength, Rate of Force Development, Jump Height, and Peak Power Alterations in Weightlifters across Five Months of Training. *Sports*, 5(4), 78.
- Iglesias-Soler, E., Mayo, X., Río-Rodríguez, D., Carballeira, E., Fariñas, J., & Fernández-Del-Olmo, M. (2016). Inter-repetition rest training and traditional set configuration produce similar strength gains without cortical adaptations. *Journal of Sports Sciences*, 34(15), 1473–1484.
- Issurin, V. B. (2016). Benefits and Limitations of Block Periodized Training Approaches to Athletes' Preparation: A Review. *Sports Medicine*, 46(3), 329–338.
- Izquierdo, M., Ibañez, J., González-Badillo, J. J., Häkkinen, N., Ratamess, N. A., Kraemer, W. J., ... Gorostiaga, E. M. (2006). Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. *Journal of Applied Physiology*, 100(5), 1647–1656.
- Joy, J. M., Oliver, J. M., McCleary, S. A., Lowery, R. P., & Wilson, J. M. (2013). Power output and electromyography activity of the back squat exercise with cluster sets. *J Sports Sci*, 1, 37–45.
- Keogh, J. W. L., Wilson, G. J., & Weatherby, R. E. (1999). A Cross-Sectional Comparison of Different Resistance Training Techniques in the Bench Press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 13(3).
- Lawton, T., Cronin, J., Drinkwater, E., Lindsell, R., & Pyne, D. (2004). The effect of continuous repetition training and intra-set rest training on bench press strength and power. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(4), 361–367.
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Meyers, R. W., Moody, J. A., & Stone, M. H. (2012). Long-term athletic development and its application to youth weightlifting. *Strength and Conditioning Journal*, 34(4), 55–66.
- Moir, G. L., Graham, B. W., Davis, S. E., Guers, J. J., & Witmer, C. A. (2013). Effect of cluster set configurations on mechanical variables during the deadlift exercise. *Journal of Human Kinetics*, 39, 15–23.

- Nicholson, G., Ispoglou, T., & Bissas, A. (2016). The impact of repetition mechanics on the adaptations resulting from strength-, hypertrophy- and cluster-type resistance training. *European Journal of Applied Physiology, 116*(10), 1875–1888.
- Oliver, J. M., Jagim, A. R., Sanchez, A. C., Mardock, M. A., Kelly, K. A., Meredith, H. J., ... Kreider, R. B. (2013). Greater gains in strength and power with intraset rest intervals in hypertrophic training. *Journal of Strength and Conditioning Research, 27*(11), 3116–3131.
- Oliver, J. M., Kreutzer, A., Jenke, S. C., Phillips, M. D., Mitchell, J. B., & Jones, M. T. (2016). Velocity Drives Greater Power Observed During Back Squat Using Cluster Sets. *Journal of Strength and Conditioning Research, 30*(1), 235–243.
- Pistilli, E. E., Kaminsky, D. E., Totten, L. M., & Miller, D. R. (2004). An 8-Week Periodized Mesocycle Leading to a National Level Weightlifting Competition. *Strength & Conditioning Journal, 26*(5), 62–68.
- Pistilli, E. E., Kaminsky, D. E., Totten, L. M., & Miller, D. R. (2008). Incorporating One Week of Planned Overreaching into the Training Program of Weightlifters. *Strength & Conditioning Journal, 30*(6), 39–44.
- Poletaev, P., & Cervera, V. O. (1995). The Russian Approach to Planning a Weightlifting Program. *Strength & Conditioning Journal, 17*(1), 20–26.
- Roll, F., & Omer, J. (1987). FOOTBALL: Tulane Football Winter Program. *Strength & Conditioning Journal, 9*(6), 34–38.
- Rooney, K. J., Herbert, R. D., & Balnave, R. J. (1994). Fatigue contributes to the strength training stimulus. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 26*(9), 1160–1164.
- Sayers, S. P., Harackiewicz, D. V, Harman, E. A., Frykman, P. N., & Rosenstein, M. T. (1999). Cross-validation of three jump power equations. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 31*(4).
- Siahkoughian, M., & Kordi, H. (2010). The Effects of Training Volume on the Performance of Young Elite Weightlifters. *Journal of Human Kinetics, 26*, 137–145.
- Stone, M. H., Pierce, K. C., Sands, W. A., & Stone, M. E. (2006a). Weightlifting: A brief overview. *Strength and Conditioning Journal, 28*(1), 50–66.
- Stone, M. H., Pierce, K. C., Sands, W. A., & Stone, M. E. (2006b). Weightlifting: Program Design. *Strength & Conditioning Journal, 28*(2), 10–17.

- Stone, M. H., Stone, M. E., Sands, W. A., & Sands, B. (2007). *Principles and Practice of Resistance Training*. Human Kinetics.
- Storey, A., & Smith, H. K. (2012). Unique Aspects of Competitive Weightlifting. *Sports Medicine*, 42(9), 769–790.
- Suchomel, T. J., Comfort, P., & Lake, J. P. (2017). Enhancing the Force-Velocity Profile of Athletes Using Weightlifting Derivatives. *Strength and Conditioning Journal*, 39(1), 10–20.
- Takano, B. (2012). *Weightlifting Programming: A Winning Coach's Guide*. Catalyst Athletics.
- Thrush, J. T. (1995). A Simplified Approach to Program Design for Elite Junior Weightlifters. *Strength & Conditioning Journal*, 17(1), 16–18.
- Tufano, J. J., Brown, L. E., & Haff, G. G. (2017). Theoretical and Practical Aspects of Different Cluster Set Structures. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(3), 848–867.
- Tufano, J. J., Conlon, J. A., Nimphius, S., Brown, L. E., Seitz, L. B., Williamson, B. D., & Gregory Haff, G. (2016). Maintenance of velocity and power with cluster sets during high-volume back squats. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(7), 885–892.
- Williams, T. D., Toluoso, D. V., Fedewa, M. V., & Esco, M. R. (2017). Comparison of Periodized and Non-Periodized Resistance Training on Maximal Strength: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 47(10), 2083–2100.
- Winwood, P. W., Keogh, J. W., & Harris, N. K. (2011). The Strength and Conditioning Practices of Strongman Competitors. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(11), 3118–3128.
- Zarezadeh-Mehrizi, A., Aminai, M., & Amiri-khorasani, M. (2013). Effects of traditional and cluster resistance training on explosive power in soccer players. *Iranian Journal of Health and Physical Activity*, 4(1), 51–56.

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

VÍCTOR MANUEL GÓMEZ RENAUD

Candidato para obtener el Grado de Maestría en Actividad Física y Deporte
con Orientación en Alto Rendimiento Deportivo

Tesina: “Efecto del entrenamiento en clúster en indicadores de rendimiento de miembros inferiores en halteristas”.

Campo temático: Metodología del entrenamiento.

Lugar y fecha de nacimiento: Querétaro, Qro., en Septiembre de 1987.

Lugar de residencia: San Nicolás de los Garza, Nuevo León.

Procedencia académica: Licenciado en Biotecnología
Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de Querétaro.

Experiencia profesional:

Entrenamiento de fuerza.

Bioquímica del ejercicio.

e-mail: victor.gomezrn@uanl.edu.mx