



Efecto del entrenamiento con sobrecarga excéntrica sobre el rendimiento de la fase concéntrica en ejercicios de fuerza. Una revisión sistemática

Effects of training with accentuated eccentric loading on the concentric phase performance in resistance exercises. A systematic review

Autores

Ignacio Bravo Paños ¹
Moisés Marquina Nieto ²

¹Universidad Politécnica de Madrid
(España)

²Universidad Politécnica de Madrid
(España)

Autor de correspondencia:
Ignacio Bravo Paños
bravoignaciop@gmail.com

Cómo citar en APA

Bravo Paños, I., & Marquina Nieto, M. (2025). Efecto del entrenamiento con sobrecarga excéntrica sobre el rendimiento de la fase concéntrica en ejercicios de fuerza. Una revisión sistemática. *Retos*, 65, 600-613. <https://doi.org/10.47197/retos.v65.111240>

Resumen

Introducción: el entrenamiento con sobrecarga excéntrica (AEL) es una metodología de entrenamiento de fuerza novedosa que busca generar una potenciación sobre la fase concéntrica del ejercicio. Sin embargo, sus efectos siguen siendo bastante difusos.

Objetivo: el objetivo de esta revisión sistemática fue analizar los efectos del entrenamiento excéntrico acentuado sobre variables de fuerza, velocidad y potencia de la fase concéntrica en ejercicios de resistencia tradicionales.

Metodología: una búsqueda sistemática de literatura científica fue llevada a cabo en diferentes bases de datos. De acuerdo con los criterios de inclusión establecidos según la escala PICOS, trece estudios fueron incluidos. La calidad de los estudios fue evaluada siguiendo la declaración STROBE.

Resultados: la puntuación media fue de 15.8 puntos. Los resultados varían en función del protocolo y del ejercicio realizado.

Discusión: la fuerza fue la variable menos estudiada y, en general, el entrenamiento con AEL produjo su optimización en la fase concéntrica, a pesar de que hay estudios que no apreciaron dicha mejora. En ejercicios de tren inferior, tanto la velocidad como la potencia se han visto más optimizados a través del entrenamiento con sobrecarga excéntrica en comparación con ejercicios de tren superior. Sin embargo, algunos datos indican que determinadas variables de los protocolos podrían afectar de manera negativa a la fase concéntrica del ejercicio.

Conclusiones: a pesar de tener estudios que demuestran el efecto de potenciación que produce el entrenamiento con sobrecarga excéntrica, se hace necesaria una mayor producción científica que analice el papel de las diferentes variables en los protocolos de entrenamiento con AEL.

Palabras clave

Entrenamiento excéntrico; fuerza; optimización; potencia; velocidad.

Abstract

Introduction: accentuated eccentric loading (AEL) training is a strength training novel methodology aimed to generate a potentiation over the exercise concentric phase. However, their effects are still quite unclear.

Objective: this review aimed to analyze the accentuated eccentric loading training over the concentric phase strength, velocity and power variables in traditional resistance exercises.

Methodology: a systematic search of science literature was carried out in different databases. Thirteen studies were included following established inclusion criteria. The quality of the studies was assessed following the STROBE scale.

Results: the mean rating was 15.8 points. Results change depending on the protocol and exercise performed.

Discussion: strength was the least studied variable and, in general, accentuated eccentric loading training improved the concentric phase. However, some studies did not appreciate this improvement. Compared to upper-limb resistance exercises, velocity and power variables were enhanced through AEL training in lower-limb resistance exercises. Nevertheless, some outcomes indicate that certain protocol variables may negatively impact the exercise concentric phase.

Conclusions: even though some studies show a potentiation effect with an overload during the eccentric phase, future research should analyze the role of different variables in AEL training protocols.

Keywords

Eccentric training; potentiation; power; velocity; strength.

Introducción

La capacidad de generar elevados niveles de potencia podría considerarse una característica clave en el rendimiento deportivo (Carlock et al., 2004; Hawley et al., 1992), llegando a ser un factor determinante del nivel del atleta (Gorostiaga et al., 2005). De manera concreta, la optimización de los niveles de potencia parece tener una gran relación con la mejora de algunas de las habilidades específicas del deporte como el lanzamiento, el salto, el sprint o el cambio de dirección (Suchomel et al., 2018). Por ello, son numerosas las estrategias empleadas para buscar la mejora de esta capacidad (Baker & Newton, 2005; Haff & Nimphius, 2012).

El trabajo excéntrico se presenta como una alternativa más para el desarrollo de la potencia debido a que durante una acción excéntrica el músculo es capaz de generar mayores niveles de fuerza que en una acción concéntrica o isométrica (Romero & Tous-Fajardo, 2010; Suchomel et al., 2019). De este modo, este tipo de contracciones inducen la creación de fibras de contracción rápida las cuales tienen un perfil más explosivo (Vogt & Hoppeler, 2014). Por ello, el entrenamiento con AEL se ha convertido en una metodología de gran popularidad (Suchomel et al., 2019). Dicha metodología consiste en realizar las dos acciones musculares de un ejercicio de fuerza con dos cargas diferentes, buscando que la fase excéntrica sea realizada con mayor carga. Mediante este procedimiento, la fase concéntrica del ejercicio puede verse potenciada (Wagle et al., 2018).

Son muchos los autores que han hablado de este efecto de potenciación a corto plazo en ejercicios de empuje tanto de tren superior como de inferior. Por ejemplo, el empleo de sobrecargas del 100% 1-RM durante la fase excéntrica pudo producir efectos de potenciación en la fase concéntrica del ejercicio de press de banca (Taber et al., 2021). Del mismo modo, sobrecargas del 60%, 70% y 80% 1-RM en la fase excéntrica del ejercicio de lanzamiento de press de banca han podido generar también efectos de potenciación en la fase concéntrica del movimiento (Sheppard & Young, 2010). Este mismo efecto ha sido estudiado en ejercicios de empuje de tren inferior en los que se pudo apreciar una vez más que una sobrecarga excéntrica podría mejorar tanto la potencia como la velocidad de la fase concéntrica del ejercicio de sentadilla (Merrigan, Tufano, Falzone & Jones, 2021).

No obstante, la generación de efectos agudos referidos a la potenciación de la fase concéntrica no siempre ha quedado demostrada. Algunas investigaciones no han diferenciado un efecto de potenciación a través de la metodología AEL en comparación con modelos de entrenamiento más tradicionales. Por ejemplo, sobrecargas excéntricas del 20, 50 y 80% 1-RM en el ejercicio de sentadilla con salto no pudieron generar efectos de potenciación en la fase concéntrica (Moore et al., 2007). En relación a esto, la velocidad durante la fase concéntrica tampoco pudo verse mejorada al emplear sobrecargas del 110% 1-RM en la fase excéntrica del ejercicio de press de banca en comparación con metodologías más tradicionales (Kristiansen et al., 2021). Estos resultados ponen de manifiesto la falta de claridad en cuanto a las intensidades óptimas para producir efectos de potenciación a corto plazo, haciéndose necesaria la elaboración de mayor literatura científica al respecto (Handford et al., 2022; Wagle et al., 2017).

Otra variable que puede afectar a la potenciación a corto plazo es el tiempo bajo tensión (TUT) empleado para la ejecución de la fase excéntrica del ejercicio (Handford et al., 2022). Se ha podido apreciar cómo cadencias excesivamente lentas durante la fase excéntrica pueden generar efectos adversos sobre la potencia y la velocidad producidas durante la fase concéntrica en el ejercicio de press de banca (Wilk et al., 2019). Por ello, algunos autores sugieren que las cadencias por debajo de los dos segundos durante la fase excéntrica son las óptimas para ver efectos de potenciación durante la fase concéntrica de un ejercicio (Handford et al., 2022).

Como se ha podido apreciar hasta el momento, se hace necesaria una síntesis de la literatura que determine qué condiciones son las más adecuadas para producir un efecto de potenciación en la fase concéntrica mediante el empleo de sobrecargas excéntricas. La falta de claridad sobre las estrategias óptimas para la mejora de los efectos agudos de la fase concéntrica en ejercicios de fuerza mediante la aplicación de la metodología de entrenamiento con AEL hace esta revisión necesaria. Por ello, el objetivo de esta revisión sistemática fue examinar la literatura existente sobre el efecto a corto plazo del entrenamiento excéntrico acentuado sobre la fase concéntrica en ejercicios de fuerza tradicionales. Se hipotetiza que, con una adecuada manipulación de las variables del entrenamiento, la metodología del entrenamiento excéntrico acentuado podrá producir una optimización a corto plazo de la fase concéntrica en ejercicios de fuerza.



Método

El presente estudio fue diseñado para recopilar la evidencia científica que ha estudiado los efectos agudos del entrenamiento con AEL sobre el rendimiento de la fase concéntrica. Los pasos para la realización de la revisión y el posterior análisis de los datos extraído de los estudios fueron establecidos siguiendo la declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis*) (Page et al., 2021). Asimismo, se siguió la lista de verificación PICOS (*Population, Interventions, Comparisons, Outcomes, Study Design*) para la definición de los criterios de elegibilidad siguiendo el trabajo de Marquina et al. (2021).

Selección de estudios y criterios de elegibilidad

Fueron incluidos estudios originales que analizaron los efectos del entrenamiento con AEL sobre las variables de fuerza, velocidad o potencia durante la fase concéntrica en diferentes ejercicios de fuerza. Asimismo, se incluyeron estudios publicados en cualquier idioma en revistas con un factor de impacto recogido en el Journal Citation Reports de Web of Science (JCR de WoS) hasta marzo de 2024.

Según el modelo PICOS, los criterios de inclusión fueron: (1) “Población”: participantes sanos y físicamente activos (tanto hombres como mujeres) entre 18 y 65 años. Todos los participantes dentro de este rango de edad fueron considerados población adulta; (2) “Intervención”: uso de la metodología de entrenamiento con AEL para analizar los efectos agudos durante la fase concéntrica en ejercicios de fuerza; (3) “Comparación”: diferencias entre ejercicios de fuerza que emplearon cargas durante la fase excéntrica superiores a las de la fase concéntrica con ejercicios en los que se emplearon cargas similares durante las fases excéntrica y concéntrica; (4) “Resultados”: el estudio cuantificó al menos una variable referida a la fuerza, velocidad o potencia de la fase concéntrica; (5) “Diseño del estudio”: estudios cuasi-experimentales, observacionales y de cohorte que compararon metodologías que empleaban un entrenamiento con AEL con metodologías tradicionales.

Los criterios de exclusión fueron: (1) estudios de carácter longitudinal que comparasen los efectos de una intervención en una determinada población; (2) estudios que incluyeron pacientes o personas con alguna enfermedad o lesión; (3) estudios que incluyeron personas que no se encontraban dentro del rango de la edad adulta (menores de 18 años, es decir, niños y adolescentes, o mayores de 65 años); (4) estudios que emplearon máquinas isoinerciales, bandas elásticas u otras metodologías diferentes al entrenamiento de fuerza con peso libre; (5) cualquier estudio que empleara ejercicios unilaterales o fueran ejecutados en posición monopodal; (6) estudios que emplearan ejercicios pliométricos para medir los efectos del entrenamiento con AEL.

Búsqueda de literatura

Se llevó a cabo una búsqueda de literatura sistemática en las bases de datos Web of Science, PubMed y EBSCOhost con texto completo hasta marzo de 2024 con el fin de concentrar todos los artículos relevantes que investigaron los efectos agudos del entrenamiento con AEL en el rendimiento de la fase concéntrica de diferentes ejercicios de fuerza. La siguiente estrategia de búsqueda fue aplicada utilizando los operadores “AND” y “OR”: (“accentuated eccentric loading” OR “additional eccentric loading” OR “augmented eccentric loading”) AND (“power” OR “concentric performance”). La búsqueda sin restricciones de idiomas fue limitada a los artículos encontrados en las bases de datos revisadas. Además, se comprobaron las listas de referencias de cada uno de los artículos revisados con el fin de identificar estudios adicionales para incluirlos en la revisión.

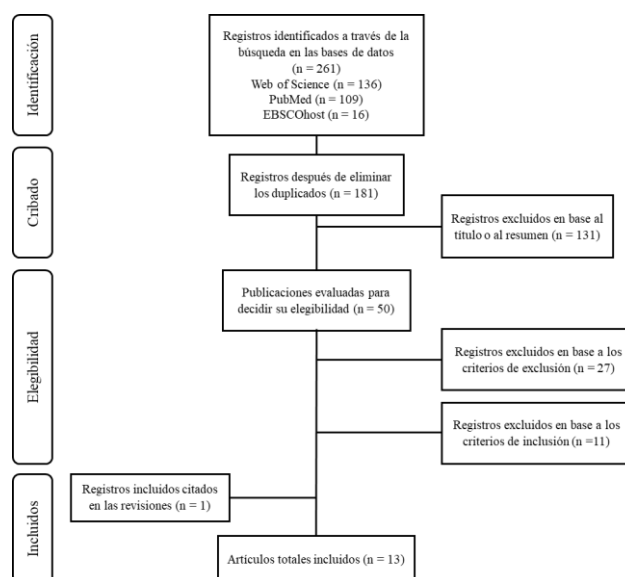
Protocolo de revisión sistemática

Identificación: el primer autor (I.B.) identificó un total de 261 estudios en las tres bases de datos previamente mencionadas; (2) Cribado: el primer autor (I.B.) eliminó los archivos duplicados ($n = 80$) y excluyó todos aquellos considerados no relevantes tras una previa lectura del título, resumen y palabras clave ($n = 131$). Posteriormente, el primer autor (I.B.) junto con el segundo (M.M.) eliminaron todos aquellos artículos relacionados con el entrenamiento con AEL siguiendo los criterios de exclusión a través de una lectura del texto completo del artículo ($n = 27$); (3) Elegibilidad: el primer (I.B.) y segundo autor (M.M.) eliminaron todos aquellos artículos que no siguieron los criterios de inclusión establecidos a través de una lectura del texto completo del artículo ($n = 11$); (4) Inclusión: el resto de artículos ($n = 12$) fueron finalmente considerados para el posterior análisis. Un artículo adicional fue identificado a



partir de las listas de referencias de los artículos que fueron incluidos en el presente estudio (Merrigan, Tufano, Falzone & Jones, 2021; Wagle et al., 2018).

Figura 1. Diagrama de flujo sobre las diferentes fases de la selección de estudios



Extracción de datos

Se utilizó una metodología estandarizada para la extracción de datos de los estudios incluidos en la revisión. De esta manera, toda la información sobre (A) “autores y año de publicación”, (B) “sexo y tamaño de la muestra de cada estudio”, (C) “características de la muestra” (edad, peso y altura), (D) “experiencia de la muestra”, (E) “indicadores de fuerza de la muestra” (1RM y ratio de fuerza relativo en press de banca o sentadilla), (F) “ejercicio analizado”, (G) “variables medidas”, (H) “volumen de entrenamiento”, (I) “intensidad de entrenamiento”, (J) “resultados sobre la fuerza”, (K) “resultados sobre la potencia” y (L) “resultados sobre la velocidad” fue categorizada.

Evaluación del riesgo de sesgo

La calidad de los estudios seleccionados fue evaluada siguiendo los criterios de calidad de la declaración STROBE (Vandenbroucke et al., 2014). Para ello, a cada estudio se le otorgó una puntuación obtenida a través de una lista con 22 puntos propuestos. La calidad de cada estudio fue sintetizada de acuerdo a las siguientes pautas: (a) calidad buena (>14 puntos, bajo riesgo de sesgo); (b) calidad aceptable (14 – 7 puntos, riesgo moderado de sesgo); y (c) calidad baja (<7 puntos, mayor riesgo de sesgo). Los dos autores (I.B. y M.M.) realizaron el protocolo para la evaluación del riesgo de sesgo de manera independiente. Aquellos puntos en los que no existía acuerdo eran valorados de manera conjunta por ambos autores (I.B. y M.M.) para decidir su calificación.

Resultados

Síntesis de los resultados

En base a la literatura científica revisada, las características de la muestra (B, C, D, E), el tipo de ejercicio realizado (F), las variables estudiadas (G), el volumen y la intensidad de entrenamiento (H, I), y los resultados de fuerza, potencia y velocidad (J, K, L) son mostrados en las Tablas 1-3. El autor y el año de publicación, las características de la muestra (tamaño muestral, distribución por sexo, edad, masa corporal, altura, experiencia de entrenamiento e indicadores relativos al rendimiento de la fuerza (ratio de fuerza relativo y/o repetición máxima)), el tipo de ejercicio realizado (press de banca, sentadilla trasera, sentadilla frontal), las variables medidas (fuerza, potencia y/o velocidad), volumen de entrenamiento

(sesiones/series/repeticiones/recuperaciones), intensidad de entrenamiento (porcentaje de la repetición máxima concéntrica (1RM) en la fase excéntrica y en la concéntrica), resultados de fuerza (fuerza media y fuerza pico), resultados de potencia (potencia media y potencia pico) y resultados de velocidad (velocidad media y velocidad pico) fueron incluidos en las Tablas 1-3.

Características de la muestra

La Tabla 1 muestra una síntesis de la literatura científica respecto a las características de la muestra estudiada. El autor y el año de publicación, y las características de la muestra (tamaño muestral, distribución por sexo, edad, masa corporal, altura, experiencia de entrenamiento e indicadores relativos al rendimiento de la fuerza [ratio de fuerza relativo y/o repetición máxima concéntrica]) fueron incluidos.

Tabla 1. Variables descriptivas de la muestra de los estudios incluidos

Referencia (A)	Muestra			
	Tamaño y sexo (B)	Características (C)	Experiencia (D)	Indicadores (E)
Balshaw (2013)	10 (H)	e: 28.5 ± 6.2 años m: 83.7 ± 10.1 kg a: 175 ± 8 cm	Experiencia en entrenamiento en sentadilla	1RM: 141.5 ± 18.3 (3RM) RFR: 1.7 ± 0.2 (3RM)
Castro et al. (2020)	12 (H)	e: 25.8 ± 6.1 años m: 86.0 ± 12.5 kg a: 174 ± 9 cm	Un año realizando tres sesiones de fuerza por semana	1RM: 134 ± 33 RFR: > 1.2
Chae et al. (2023)	12 (H)	e: 25.6 ± 4.4 años m: 81.7 ± 11.4 kg a: 177 ± 6 cm	Un año de experiencia en entrenamiento en sentadilla	1RM: 152.4 ± 27.8 RFR: 1.9 ± 0.4
Kristiansen et al. (2022)	10 (H)	e: 24 ± 6.4 años m: 87.2 ± 16.9 kg a: 180 ± 7 cm	Seis meses de experiencia en entrenamiento en press de banca	
Lates et al. (2022)	13 (H)	e: 23.7 ± 4.0 años m: 93.6 ± 7.0 kg a: 176.4 ± 2.8 cm	Un año realizando press de banca una vez por semana	1RM: 125.0 ± 14.8 RFR: 1.3 ± 0.1
Merrigan, Tufano & Jones (2021)	8 (H)	e: 26 ± 4 años m: 87.9 ± 11.1 kg a: 175.0 ± 7.1 cm	Un año realizando press de banca una vez por semana	1RM: 131.0 ± 27.0 1.5 ± 0.2
	2 (M)	e: 23 ± 2 años m: 59.1 ± 2.5 kg a: 157.5 ± 2.8 cm		1RM: 61.4 ± 9.6 RFR: 1.0 ± 0.1
Merrigan, Tufano, Falzone & Jones (2021)	21 (H)	e: 24.0 ± 4.2 años m: 85.5 ± 11.1 kg a: 175 ± 7 cm	Dos años entrenando sentadilla una vez por semana	1RM: 169.8 ± 29 RFR: > 1.5
Munger et al. (2017)	20 (H)	e: 23.8 ± 1.82 años m: 83.49 ± 10.43 kg a: 176.95 ± 5.21 cm	Un año en entrenamiento de fuerza y seis meses en sentadilla frontal	1RM: 131.02 ± 21.32
Ojasto y Häkkinen (2009)	11 (H)	e: 32.4 ± 4.3 años m: 86.3 ± 8.8 kg a: 177.8 ± 6.2 cm	Experiencia previa en entrenamiento de fuerza	RFR: > 1.2
Taber et al. (2021)	10 (H)	e: 23 ± 3 años m: 82.3 ± 9.2 kg a: 175.5 ± 6.4 cm	Un año en entrenamiento en press de banca	1RM: 124.3 ± 19.4 RFR: 1.5 ± 0.2
van den Tillaar y Kwan (2020)	16 (H)	e: 28.5 ± 7.7 años m: 80.7 ± 14.3 kg a: 178 ± 8 cm	Un año de experiencia en entrenamiento de fuerza	
Wagle et al. (2018)	11 (H)	e: 26.1 ± 4.1 años m: 92.5 ± 10.5 kg a: 183.5 ± 4.3 cm	Un año entrenando sentadilla una vez por semana	RFR: 1.8 ± 0.3
Wagle et al. (2021)	11 (H)	e: 26.1 ± 4.1 años m: 92.5 ± 10.5 kg a: 183.5 ± 4.3 cm	Un año entrenando sentadilla una vez por semana	RFR: 1.8 ± 0.3

H = hombres; M = mujeres; e = edad; m = masa corporal; a = altura; kg = kilogramos; cm = centímetros; 1RM = repetición máxima; RFR = ratio de fuerza relativo; 3RM = intensidad medida en 3 repeticiones máximas.

Evaluación de las características de la muestra: (B) Distribución por sexo. La distribución por sexo de la muestra estudiada estuvo bastante descompensada con una inmensa mayoría de participación masculina (n = 165; 98.8%) frente a la femenina (n = 2; 1.2%); (C) Características de la muestra. La edad media de la muestra masculina fue de 25.96 años, mientras que en la población femenina fue de 23 años. La masa corporal media fue de 86.4 kg para los hombres mientras que para la muestra femenina fue de 59.1 kg. Por último, la altura media de la muestra masculina fue 177.5 cm mientras que para la femenina fue de 157.5 cm; (D) Experiencia. todos los estudios (n = 13) consideraron una muestra experimentada, encontrando estudios que incluyeron una muestra de seis meses de experiencia (n = 1; 7.7%), un año de experiencia (n = 9, 69.2%), dos años de experiencia (n = 1; 7.7%), o estudios que exigieron experiencia sin especificar el tiempo (n = 2; 15.4%). Asimismo, algunas investigaciones exigieron a los participantes una mínima experiencia en el ejercicio sobre el que se iba a realizar el análisis experimental (n = 10; 76.9%); (E) Indicadores. Algunos estudios incluyeron el valor medio de la carga concéntrica de la



repetición máxima (1-RM) ($n = 8$; 61.5%) o la carga media referente al ratio de fuerza relativo del ejercicio analizado (RFR) ($n = 10$; 76.9%) de la muestra estudiada.

Características de los protocolos de entrenamiento

La Tabla 2 muestra una síntesis de la literatura científica respecto a las características de los protocolos de entrenamiento realizados en cada una de las investigaciones. El ejercicio realizado en cada estudio, las variables analizadas durante la fase concéntrica (fuerza, velocidad y/o potencia), el volumen del entrenamiento (sesiones/condición, series, repeticiones y/o descanso) y la intensidad del entrenamiento (porcentaje de la repetición máxima en las dos fases del ejercicio [fase excéntrica y concéntrica]) fueron incluidos.

Tabla 2. Características de los protocolos de entrenamiento realizados en las intervenciones experimentales

Referencia (A)	Ejercicio (F)	Variables (G)	Volumen entrenamiento (H)	Intensidad (I)
Balshaw (2013)	Sentadilla trasera	Fuerza Potencia	TL: 1 set x 1 rep (cada peso) AEL: 1 set x 1 rep (cada peso)	AEL: (ecc105/con65-75-85-95%RM) TL: (ecc=con65-75-85-95%RM)
Castro et al. (2020)	Press de banca	Fuerza Potencia Velocidad	2 set x 1 rep (cada sesión)	Sesión 1: (ecc100/con30%RM) Sesión 2: (100/80%RM) Sesión 3: (30/30%RM) Sesión 4: (80/80%RM)
Chae et al. (2023)	Sentadilla trasera	Fuerza Potencia Velocidad	TL: 3 set x 10 rep AELC 5: 3 set x 5x2 rep (Rec Intra 15") AELC 2: 3 set x 2x5 rep (Rec Intra 15")	TL: (ecc60/con60%RM) AELC 5: (110/60%RM) AEL1 AELC 2: (110/60%RM) AEL1
Kristiansen et al. (2022)	Press de banca	Velocidad	TL: 1 set x 2 rep AEL: 1 set x 2 rep	AEL: (ecc110/con85%RM) AEL1 TL: (85/85%RM)
Lates et al. (2022)	Press de banca	Fuerza Potencia Velocidad	TL: 4 set x 5 rep TLC: 4 set x 5 rep (Rec Intra 30") AELC: 4 set x 5 rep (Rec Intra 30") AEL: 4 set x 5 rep	TL: (ecc80/con80%1RM) TLC: (80/80%1RM) AELC: (105/80%1RM) AEL: (105/80%1RM) – AEL1
Merrigan, Tufano & Jones (2021)	Press de banca	Velocidad	4 set x 5 rep (cada sesión)	Sesión 1: (ecc50/con50%RM) Sesión 2: (65/65%RM) Sesión 3: (120/50%RM) AEL1 Sesión 4: (120/65%RM) AEL1
Merrigan, Tufano, Falzone & Jones (2021)	Sentadilla trasera	Fuerza Potencia Velocidad	Sesión 1: 3 set x 3 rep Sesión 2: 3 set x 5 rep Sesión 3: 3 set x 3 rep Sesión 4: 3 set x 5 rep	Sesión 1: (ecc120/con65%RM) AEL1 Sesión 2: (120/80%RM) AEL1 Sesión 3: (65/65%RM) Sesión 4: (80/80%RM)
Munger et al. (2017)	Sentadilla frontal	Fuerza Potencia Velocidad	TL: 1 set x 1 rep AEL: 1 set x 2 rep	TL: (ecc90/con90%RM) AEL105: (105/90%RM) AEL110: (110/90%RM) AEL120: (120/90%RM)
Ojasto y Häkkinen (2009)	Press de banca	Fuerza Potencia Velocidad	Sesión 1: 2 set x 1 rep (cada peso) Sesión 2: 2 set x 1 rep (cada peso) Sesión 3: 2 set x 1 rep (cada peso) Sesión 4: 2 set x 2 rep (cada peso)	Sesión 1: (ecc100/con100%RM) + (105/100%RM) Sesión 2: (100/100%RM) + (110/100%RM) Sesión 3: (100/100%RM) + (120/100%RM) Sesión 4: (50/50%RM) + (60-70-80-90/50%RM)
Taber et al. (2021)	Press de banca	Velocidad	TL: 1 set x 1 rep (cada peso) AEL: 1 set x 1 rep (cada peso)	TL: (ecc=con30-80%RM) AEL100: (ecc100/con30-80%RM) AEL110: (110/30-80%RM)
van den Tillaar y Kwan (2020)	Press de banca	Velocidad	AEL: 1 set x 3 rep TL: 1 set x 3 rep	AEL (ecc95/con85%RM) TL (85/85%RM)
Wagle et al. (2018)	Sentadilla trasera	Potencia Velocidad	TL: 3 set x 5 rep TLC: 3 set x 5 rep (Rec Intra 30") AEL: 3 set x 5 rep AELC: 3 set x 5 rep (Rec Intra 30")	TL: (ecc80/con80%RM) TLC: (80/80%1RM) AEL: (105/80%RM) AEL1 AELC: (105/80%RM)
Wagle et al. (2021)	Sentadilla trasera	Potencia Velocidad	TL: 3 set x 5 rep TLC 3 set x 5 rep (Rec Intra 30") AEL1: 3 set x 5 rep AELC: 3 set x 5 rep (Rec Intra 30")	TL: (ecc80/con80%RM) TLC: (80/80%1RM) AEL1: (105/80%RM) AEL1 AELC: (105/80%RM)

AEL = entrenamiento con sobrecarga excéntrica; AELC = entrenamiento con sobrecarga excéntrica en cluster; TL: entrenamiento tradicional; TLC = entrenamiento tradicional en cluster; set = serie; rep = repeticiones; ecc = carga empleada en la fase excéntrica; con = carga empleada en la fase concéntrica; %RM = porcentaje de la repetición máxima; Rec Intra = recuperación entre repeticiones en series cluster.

Características de los protocolos de entrenamiento de los estudios analizados: (F) Ejercicio realizado. Los ejercicios incluidos en los estudios fueron la sentadilla trasera ($n = 5$; 38.5%), la sentadilla frontal ($n = 1$; 7.7%) y el press de banca ($n = 7$; 53.9%); (G) Variables analizadas. Durante la fase concéntrica del ejercicio se midieron las variables de fuerza, expresada en Newtons ($n = 7$; 53.9%), de potencia, expresada en Watios ($n = 9$; 69.2%), y de velocidad, expresada en metros recorridos por segundo ($n = 12$; 92.3%); (H) Volumen de entrenamiento. El volumen del entrenamiento varió bastante en función de cada investigación. Todos los estudios presentaron mínimo dos condiciones en el protocolo experimental, encontrando siempre una metodología tradicional y una metodología en la que se empleaba una sobrecarga excéntrica. Asimismo, hubo estudios que emplearon metodologías cluster ($n = 5$; 38.5%), mediante las cuales se plantearon descansos entre un determinado número de repeticiones dentro de



una misma serie. En cuanto a las series realizadas, encontramos también variabilidad. No obstante, esta cifra se encontró siempre en rangos de entre una y cuatro series por protocolo. El número de repeticiones también fue bastante heterogéneo, pero siempre se situaron en valores inferiores a cinco repeticiones por serie, a excepción de una investigación que planteó series de 10 repeticiones (7.7%). Por último, de las cuatro intervenciones que plantearon metodologías cluster, tres de ellas propusieron descansos intra-serie de 30 segundos y la restante de 15 segundos; (I) Intensidad de entrenamiento. En cuanto a la intensidad de las cargas, varió en función del estudio. Por un lado, para la carga concéntrica, todas las investigaciones incluyeron en el análisis cargas superiores al 60% 1RM ($n = 13$). Sin embargo, algunos protocolos también analizaron el efecto de utilizar cargas inferiores al 50% durante la fase concéntrica ($n = 4$; 30,8%). Respecto a la fase excéntrica, la gran mayoría de los estudios emplearon sobrecargas excéntricas superiores al 100% 1RM ($n = 12$; 92,3%). No obstante, algunos estudios ($n = 2$; 15,4%) analizaron el efecto del entrenamiento excéntrico acentuado con sobrecargas excéntricas inferiores al 100% 1RM.

Resultados de los protocolos de entrenamiento

La Tabla 3 muestra una síntesis de los resultados de la evidencia científica sobre las diferentes variables analizadas. Los efectos sobre la fuerza (fuerza media y fuerza pico), la potencia (potencia media y potencia pico) y la velocidad (velocidad media y velocidad pico) en la fase concéntrica fueron incluidos.

Resultados sobre la fuerza

En cuanto a la variable de fuerza (J), una sobrecarga excéntrica del 120% 1-RM produjo mejoras en el ejercicio de sentadilla trasera tanto en la fuerza media como en la fuerza pico, siendo los resultados más abultados con cargas concéntricas del 65% 1-RM en comparación con cargas concéntricas del 80% 1-RM (Merrigan, Tufano, Falzone & Jones, 2021). Resultados similares han podido apreciarse en el ejercicio de sentadilla frontal mediante el uso de entrenamiento con AEL en donde se han alcanzado mejoras de hasta el 5,4% de la fuerza pico (Munger et al., 2017). Por el contrario, otros estudios no han visto potenciación de la fase concéntrica en el ejercicio de sentadilla trasera (Balshaw, 2013), o incluso se ha podido apreciar una reducción de entre el 0,6% y el 1,4% de la fuerza pico con la metodología cluster (Chae et al., 2024). En lo que respecta a ejercicios de tren superior, el entrenamiento con AEL no produjo mejoras de la fuerza media en press de banca. De hecho, el entrenamiento tradicional presentó mejores resultados (Ojasto & Häkkinen, 2009). Por el contrario, Lates et al. (2022) mostraron mejoras de un 2,6% de la fuerza media en el ejercicio de press de banca mediante el entrenamiento con AEL. No obstante, el uso de la metodología cluster para el entrenamiento con AEL mostró una reducción del 0,1% de la fuerza media. Del mismo modo, el entrenamiento con AEL también mostró ligeras mejoras de entre el 0,1% y el 0,7% de la fuerza media en el ejercicio de press de banca (Castro et al., 2020).

Resultados sobre la potencia

Para la variable de potencia (K), el entrenamiento con AEL mostró mejoras de la potencia media y la potencia pico en un 2,4% y un 10,8% respectivamente mediante el entrenamiento con AEL con metodología cluster en el ejercicio de sentadilla trasera (Chae et al., 2024). Por el contrario, el uso de la metodología cluster para el entrenamiento con AEL produjo una disminución de la potencia pico del 6,2% con una sobrecarga excéntrica del 105% 1-RM en el ejercicio de sentadilla trasera (Wagle et al., 2021). Merrigan, Tufano, Falzone & Jones (2021) no apreciaron incrementos de la potencia media a través del entrenamiento con sobrecargas excéntricas, a pesar de que las últimas repeticiones de las series que emplearon cargas concéntricas del 65% 1-RM mostraron ligeras mejoras de la potencia en el ejercicio de sentadilla trasera. Asimismo, Balshaw (2013) no encontró un efecto de potenciación mediante el entrenamiento con AEL en el ejercicio de sentadilla trasera con una sobrecarga excéntrica del 105% 1-RM. No obstante, para el ejercicio de sentadilla frontal, el uso de sobrecargas excéntricas del 120% 1-RM pudo producir un incremento del 10,2% de la potencia pico (Munger et al., 2017).

Para ejercicios de tren superior, sobrecargas excéntricas submáximas del 90% 1-RM produjeron mejoras significativas de la potencia media y potencia pico en el ejercicio de press de banca (Ojasto & Häkkinen, 2009). Del mismo modo, sobrecargas excéntricas del 105% 1-RM generaron aumentos del 1,9% de la potencia media en comparación con metodologías tradicionales. Por el contrario, estas mis-

mas intensidades redujeron un 4.7% los efectos de potenciación mediante el uso de metodologías cluster (Lates et al., 2022). Asimismo, sobrecargas excéntricas del 100% 1-RM también disminuyeron hasta un 2.2% la potencia media de la fase concéntrica en el ejercicio de press de banca (Castro et al., 2020).

Resultados sobre la velocidad

Para la variable velocidad (L), sobrecargas excéntricas del 110% 1-RM produjo mejoras de la velocidad media y velocidad pico en un 1.5% y un 7.3% respectivamente en el ejercicio de sentadilla trasera (Chae et al., 2024). Asimismo, el entrenamiento con AEL pudo mejorar la potencia pico hasta en un 7.3% en el ejercicio de sentadilla frontal en comparación con metodologías tradicionales (Munger et al., 2017). No obstante, en su estudio, Merrigan, Tufano, Falzone & Jones (2021), emplearon sobrecargas excéntricas del 120% 1-RM pero no encontraron diferencias respecto a las metodologías tradicionales en el ejercicio de sentadilla trasera. Sin embargo, apreciaron ligeras mejoras de la velocidad media en las últimas repeticiones en aquellas series que emplearon cargas concéntricas del 65% 1-RM. Para sobrecargas excéntricas del 105% 1-RM, la velocidad media no mostró diferencias en comparación con métodos tradicionales, de hecho, se redujo hasta en un 7.3% en las series que emplearon una metodología cluster (Wagle et al., 2021).

En el ejercicio de press de banca, sobrecargas excéntricas del 100% 1-RM produjeron mejoras de la velocidad media con cargas concéntricas situadas entre el 30% y el 80% 1-RM. Sin embargo, sobrecargas excéntricas del 110% 1-RM no mostraron efectos de potenciación (Taber et al., 2021). Por el contrario, con sobrecargas excéntricas del 100% 1-RM se redujo la velocidad media en un 4.3% y un 2.6% para cargas concéntricas del 30% y el 80% 1-RM respectivamente (Castro et al., 2020). Sobrecargas excéntricas del 110% 1-RM tampoco mostraron diferencias en comparación con metodologías tradicionales para cargas concéntricas del 85% 1-RM (Kristiansen et al., 2021). Asimismo, en su estudio, Merrigan, Tufano & Jones (2021) no apreciaron diferencias en el entrenamiento con sobrecargas excéntricas del 120% 1-RM en el ejercicio de press de banca. De hecho, los resultados tendieron a ser mejores en los protocolos que utilizaron metodologías tradicionales. La velocidad media tampoco se vio incrementada para cargas excéntricas supramáximas de entre el 105% y el 120% 1-RM en el ejercicio de press de banca (Ojasto & Häkkinen, 2009). Asimismo, cargas excéntricas submáximas del 95% 1-RM tampoco mostraron un efecto de la mejora de la velocidad en la fase concéntrica con cargas del 85% 1-RM (van den Tillaar & Kwan, 2020).

Tabla 3. Resultados del entrenamiento excéntrico acentuado sobre las variables de fuerza, potencia y velocidad

Referencia (A)	Resultados		
	Resultados de fuerza en Newtons (J)	Resultados de potencia en Watios (K)	Resultados de velocidad en m/s (L)
Balshaw (2013)	AEL = no dif FM	AEL = no dif PM	
Castro et al. (2020)	AEL = \uparrow 0.7% FM (con30%)	AEL = \downarrow 2% PM (con30%)	AEL = \downarrow 4.3% VM (con30%)
	AEL = \uparrow 0.1% FM (con80%)	AEL = \downarrow 2.2% PM (con80%)	AEL = \downarrow 2.6% VM (con80%)
Chae et al. (2023)	AEL = \uparrow 1.2% FM (AELC 5)	AEL = \uparrow 2.4% PM (AELC 5)	AEL = \uparrow 1.5% VM (AELC 5)
	AEL = \uparrow 0.7% FM (AELC 2)	AEL = \downarrow 1.1% PM (AELC 2)	AEL = \downarrow 1.5% VM (AELC 2)
	AEL = \downarrow 0.6% FP (AELC 5)	AEL = \uparrow 10.8% PP (AELC 5)	AEL = \uparrow 7.3% VP (AELC 5)
	AEL = \downarrow 1.4% FP (AELC 2)	AEL = \uparrow 3.3% PP (AELC 2)	AEL = \uparrow 0.9% VP (AELC 2)
Kristiansen et al. (2022)			AEL = no dif
Lates et al. (2022)	AEL = \uparrow 2.6% FM	AEL = \uparrow 1.9% PM	AEL = No dif VM
	AELC-TLC = \downarrow 0.1% FM	AELC-TLC = \downarrow 4.7% PM	AELC-TLC = \downarrow 7.7% VM
	AELC-AEL = \downarrow 3.1% FM	AELC-AEL = \uparrow 2.5% PM	AELC-AEL = \uparrow 2.9% VM
Merrigan, Tufano & Jones (2021)			AEL = \downarrow VM (rep1) (con50%)
			AEL = \downarrow VP (rep1) (con50%)
			AEL = no dif VM (rep2-5) (con50%)
			AEL = \downarrow VM (con65%)
Merrigan, Tufano, Falzone & Jones (2021)	AEL = \uparrow 6% FM (con65%)	AEL = no dif PM (rep1-2) (con65%)	AEL = no dif VM (rep1-2) (con65%)
	AEL = \uparrow 7.2% FP (con65%)	AEL = \uparrow PM (rep3-5) (con65%)	AEL = \uparrow VM (rep3-5) (con65%)
	AEL = \uparrow 4.9% FM (con80%)	AEL = no dif PP (con65%)	AEL = no dif VP (con65%)
	AEL = \uparrow 4.7% FP (con80%)	AEL = no dif PM (rep2-3) (con80%)	AEL = \downarrow VM (rep1) (con80%)
		AEL = no dif PP (con80%)	AEL = no dif VM (rep2-3) (con80%)
Munger et al. (2017)	AEL = \uparrow 2.4% FP (ecc105%)	AEL = \uparrow 0.2% PP (ecc105%)	AEL = \uparrow 3.1% VP (ecc105%)
	AEL = \uparrow 4.3% FP (ecc110%)	AEL = \uparrow 9.3% PP (ecc110%)	AEL = \uparrow 5.2% VP (ecc110%)
	AEL = \uparrow 5.4% FP (ecc120%)	AEL = \uparrow 10.2% PP (ecc120%)	AEL = \uparrow 7.3% VP (ecc120%)
	AEL = no dif FM (ecc105%)		
Ojasto y Häkkinen (2009)	AEL = \downarrow FM (ecc110%)	AEL = \uparrow PM (con77.3 \pm 3.2%)	AEL = no dif VM (ecc105-120%)
	AEL = \downarrow FM (ecc120%)	AEL = \uparrow PP (con77.3 \pm 3.2%)	
	AEL = no dif FM (ecc60-90%)		
Taber et al. (2021)			AEL = \uparrow VM (ecc100%)
van den Tillaar y Kwan (2020)			AEL = no dif VM (ecc110%)
Wagle et al. (2018)			AEL = no dif
		AEL = \uparrow 2.5% PP (rep1)	AEL = no dif VM (rep1)
		AEL = \uparrow 1.2% PP (rep3)	AEL = \downarrow 2% VM (rep3)



	AEL = 12.1% PP (rep ₅) AELC-TLC = 12.5% PP (rep ₁) AELC-TLC = 17.6% PP (rep ₃) AELC-TLC = 15% PP (rep ₅) AELC-AEL = 13.4% PP (rep ₁) AELC-AEL = 14% PP (rep ₃) AELC-AEL = 19.8% PP (rep ₅)	AEL = 12.3% VM (rep ₅) AELC-TLC = 13.6% VM (rep ₁) AELC-TLC = 15.6% VM (rep ₃) AELC-TLC = 15.8% VM (rep ₅) AELC-AEL = no dif VM (rep ₁) AELC-AEL = 16.3% VM (rep ₃) AELC-AEL = 16.7% VM (rep ₅)
Wagle et al. (2021)	AEL = no dif PP AELC-TLC = 16.2% PP AELC-AEL = 14.5% PP	AEL = no dif VM AELC-TLC = 17.3% VM AELC-AEL = 14.1% VM

AEL = entrenamiento con sobrecarga excéntrica; AELC = entrenamiento con sobrecarga excéntrica en cluster; TLC = entrenamiento tradicional en cluster; FM = fuerza media; FP = fuerza pico; PM = potencia media; PP = potencia pico; VM = velocidad media; VP = velocidad pico; no dif = no diferencias entre protocolos; ecc = carga empleada en la fase excéntrica; con = carga empleada en la fase concéntrica; rep = repetición.

Calidad de los estudios

En la Tabla 4 se muestra los resultados del análisis de la calidad de los estudios incluidos en la revisión. Los valores de calidad de los estudios se mantuvieron entre 13 y 20 puntos, obteniendo una media de 15.8 puntos. De los 13 estudios incluidos, nueve (69.2%) fueron categorizados como estudios de ‘calidad buena’ (entre 15 y 20 puntos), y los cuatro restantes (30.8%) fueron categorizados como estudios de una ‘calidad aceptable’ (entre 13 y 14 puntos). De manera concreta, las puntuaciones más elevadas las consiguieron las secciones de “título y resumen” e “introducción” (100%), seguidas del apartado de “discusión” (79%). Por el contrario, la sección que obtuvo menor puntuación fue la de “otros análisis” (15%).

Tabla 4. Análisis de la calidad de los estudios (declaración STROBE)

Referencia	Título y resumen	Introducción	Método	Resultados	Otros análisis	Discusión	Otra información	Puntuación 'STROBE'	Calidad del estudio
	1	2	3	4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	16	17 18 19 20	21 22		
Balshaw (2013)	+	+	+	- + - + - - + + - + +	+	- + - +	+	+	15 Buena
Castro et al. (2020)	+	+	+	+ + + + + + - + - + +	+	- + + +	-	+	18 Buena
Chae et al. (2023)	+	+	+	+ + + + + + + + - + +	+	- + + +	+	+	20 Buena
Kristiansen et al. (2022)	+	+	+	+ + - - + - - + - -	+	- + + +	-	+	14 Aceptable
Lates et al. (2022)	+	+	+	+ + + + + - - + - + +	+	- + + +	+	-	17 Buena
Merrigan, Tufano & Jones (2021)	+	+	+	+ + - - - - - + - + +	+	+ + + +	+	-	16 Buena
Merrigan, Tufano, Falzone & Jones (2021)	+	+	+	+ + - - + - - + - + +	+	- + - -	+	-	15 Buena
Munger et al. (2017)	+	+	+	+ + - - - - - + - + +	-	- + - +	+	-	13 Aceptable
Ojasto y Häkkinen (2009)	+	+	+	- + + + - + - + - + +	-	- - + +	+	-	14 Aceptable
Taber et al. (2021)	+	+	+	+ + + + + - + - - + +	-	- + + +	-	+	18 Buena
van de Tillar y Kwan (2020)	+	+	+	- + + - + - - + - + +	+	- + - +	-	+	14 Aceptable
Wagle et al. (2018)	+	+	+	- + + - - - - + - + +	+	- + + +	+	+	16 Buena
Wagle et al. (2021)	+	+	+	- + + - + - - + - + +	+	- + - +	+	-	15 Buena

Discusión

El objetivo de esta revisión sistemática fue examinar la literatura existente sobre el efecto a corto plazo en las variables de fuerza, potencia y velocidad del entrenamiento con AEL sobre la fase concéntrica en ejercicios de fuerza tradicionales. Hasta nuestro conocimiento, esta es la primera revisión que ha realizado un análisis de toda la literatura específica sobre los efectos de potenciación del entrenamiento con AEL en ejercicios de fuerza.

El entrenamiento con AEL ha mostrado mejoras del 0.7% (Castro et al., 2020) y del 2.6% (Lates et al., 2022) en la producción de fuerza media durante la fase concéntrica en el ejercicio de press de banca. Asimismo, ha producido incrementos del 6% en la fuerza media y del 7.2% en la fuerza pico en el ejercicio de sentadilla trasera (Merrigan, Tufano, Falzone & Jones 2021). Del mismo modo, Munger et al. (2017) apreciaron incrementos de hasta el 5.4% en la fuerza pico en el ejercicio de sentadilla frontal. Estos resultados podrían estar causados por una reducción del umbral de activación de la unidad motora como consecuencia de una activación previa (Gorassini et al., 2002). Es decir, durante la fase excéntrica del entrenamiento con AEL, la sobrecarga excéntrica podría causar la activación de un gran número de unidades motoras las cuales se mantendrían activas durante la fase concéntrica del ejercicio dado el corto periodo de tiempo que existe entre ambas fases (Munger et al., 2017). De hecho, en su estudio, Doan et al. (2002) apreciaron un incremento de la 1-RM a través de la metodología con AEL en el ejercicio de press de banca. Por el contrario, algunos estudios no han apreciado diferencias significativas respecto a metodologías tradicionales (Balshaw, 2013; Chae et al., 2024). Asimismo, Ojasto & Häkkinen



(2009), observaron que sobrecargas excéntricas de entre el 90% y el 120% 1-RM no solo no producirían mejoras, sino que, además, generarían peores resultados de fuerza media en comparación con las metodologías tradicionales. Según estos mismos autores, cargas excesivamente altas durante la fase excéntrica o una acumulación de fatiga debido al protocolo empleado podrían ser algunas de las razones que explicaran esta disminución de la fuerza.

En relación a la acumulación de fatiga, Lates et al. (2022), apreciaron como el protocolo en el que se empleaba una sobrecarga excéntrica en cada una de las repeticiones dejando descansos de 30 segundos entre repeticiones produciría mejoras del 2.5% y el 2.9% en la potencia media y en la velocidad media respectivamente en comparación con el protocolo en el que únicamente se empleaba una sobrecarga excéntrica en la primera repetición de la serie. Asimismo, Chae et al. (2024) concluyeron que, en series de 10 repeticiones, utilizar descansos de 15 segundos cada dos repeticiones podrían producir una optimización de la fase concéntrica a través del entrenamiento con AEL siguiendo una metodología cluster. Por su parte, Wagle et al. (2021) apreciaron mejoras de hasta el 9.8% en la potencia pico y del 16.7% en la velocidad media de la fase concéntrica a través del entrenamiento con AEL en las series que emplearon una metodología cluster en comparación con las series en las que solo se utilizaba una sobrecarga excéntrica en la primera repetición. Estos resultados apoyan los hallazgos previos que la literatura científica ha mostrado sobre los beneficios del entrenamiento con metodología cluster (Martínez-Guardado et al., 2021; Varela-Olalla et al., 2020).

En cuanto al efecto del entrenamiento con AEL sobre las variables de potencia y velocidad, hay estudios que han podido demostrar mejoras de hasta el 10.2% de la potencia pico y del 7.3% de la velocidad pico en el ejercicio de sentadilla (Munger et al., 2017). Asimismo, Chae et al. (2024) pudieron apreciar mejoras del 10.8% en la potencia pico y del 7.3% en la velocidad pico en metodologías cluster con sobrecarga excéntrica. Estos resultados contrastan con los publicados por Balshaw (2013), quien no encontró una mejora de la potencia media mediante la aplicación de sobrecargas excéntricas, aunque tampoco demostró un decrecimiento. Del mismo modo, Merrigan, Tufano, Falzone & Jones (2021), apreciaron ligeras mejoras en determinadas repeticiones de las series que entrenaron con una metodología con AEL tanto en la potencia como en la velocidad de la fase concéntrica, sin embargo, en líneas generales no hubo diferencias significativas en comparación con los protocolos tradicionales. Esta variabilidad de resultados puede explicarse mediante el ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA), y en concreto por la velocidad de la fase excéntrica del ejercicio (Merrigan, Tufano, Falzone & Jones 2021). Gracias al CEA se puede incrementar la energía mecánica muscular debido a un rápido estiramiento de la unidad motoneuronal (UMT). Como consecuencia de este fuerte estiramiento, los husos neuromusculares al ser deformados responden activando el mecanismo reflejo que produce la contracción concéntrica capaz de mejorar los niveles de potencia de un individuo en función de la energía mecánica que previamente haya sido almacenada por la UMT (Cormie et al., 2011). Por tanto, según Tobin (2014), este mecanismo podría ser una posible explicación a la mejora de la fase concéntrica mediante el entrenamiento con AEL. De hecho, Merrigan, Tufano, Falzone & Jones (2021), apreciaron que las repeticiones con AEL en las que la velocidad de la fase excéntrica fue mayor en comparación a la de los protocolos tradicionales, se produjo una mejora de la fuerza, la potencia y la velocidad de la fase concéntrica en el ejercicio de sentadilla, aunque este efecto solo se dio con cargas concéntricas del 65% 1-RM. Por un lado, esto podría demostrar la importancia que tiene una velocidad óptima durante la fase excéntrica por encima de la sobrecarga empleada (Munger et al., 2017). Por otro lado, también puede indicar que cargas concéntricas excesivamente altas podrían afectar de manera negativa a la producción de la velocidad y la potencia durante la fase concéntrica (Merrigan, Tufano, Falzone & Jones 2021). De hecho, en su revisión, Soriano et al. (2015), concluyeron que la producción de la potencia en el ejercicio de sentadilla se maximiza en rangos de entre el 30% y el 70% 1-RM, por lo que es otro factor que considerar a la hora de programar las cargas del entrenamiento.

En cuanto a los efectos de optimización a través del entrenamiento con AEL en el ejercicio de press de banca, los resultados son bastante dispares. En su estudio, Taber et al. (2021) apreciaron una mejora de la velocidad de la fase concéntrica con sobrecargas excéntricas del 100% 1-RM. Sin embargo, no encontró diferencias significativas con el 110% de la 1-RM en comparación con los protocolos tradicionales. Por el contrario, estudios que han utilizado sobrecargas excéntricas relativamente similares no han obtenidos los mismos efectos (Castro et al., 2020; Kristiansen et al., 2021; Lates et al., 2022; van den Tillaar & Kwan, 2020). De manera concreta, Castro et al. (2020) apreciaron una reducción del 4.3% y del 2.6% en la velocidad media con cargas concéntricas del 30% y del 80% respectivamente, y una reducción del

2% y del 2.2% de la potencia media con cargas concéntricas del 30% y del 80% respectivamente. Del mismo modo, Lates et al. (2022) pudieron apreciar que en el protocolo de sobrecarga excéntrica con metodología cluster se producía una disminución del 4.7% en la potencia media y del 7.7% de la velocidad media en comparación con el protocolo tradicional en el que se empleaba una metodología cluster. Al igual que ocurría en el ejercicio de sentadilla, estos resultados podrían deberse a las excesivas cargas empleadas durante la fase concéntrica del ejercicio, lo que pudo generar una excesiva fatiga y, por tanto, una reducción de la velocidad. De hecho, parece ser que las intensidades que maximizan los niveles de potencia en el ejercicio de press de banca se sitúan entre el 30% y el 70% 1-RM (Soriano et al., 2016). Además, al igual que ocurre en los ejercicios de fuerza de tren inferior, tanto la velocidad como la carga empleada en la fase excéntrica podrían afectar a la eficacia del entrenamiento con AEL en el ejercicio de press de banca. Algunos autores concluyen que sobrecargas excéntricas por encima del 85% 1-RM no serían favorables para la optimización de la fase concéntrica (Kristiansen et al., 2021). Por su parte, Merrigan, Tufano, & Jones (2021) sitúan este límite por debajo del 100% 1-RM. Sin embargo, estos autores también hablaron de la importancia que tenía la duración de la fase excéntrica, ya que, tal y como se ha mencionado anteriormente, velocidades excesivamente lentas podrían limitar el efecto del CEA sobre la fase concéntrica.

También, Ojasto & Häkkinen (2009) concluyeron que sobrecargas excéntricas del $77.3 \pm 3.2\%$ 1-RM en el ejercicio de press de banca fueron capaces de generar diferencias individuales significativas en las variables de potencia pico y potencia media respecto al protocolo tradicional que empleó el 50% 1-RM en ambas fases. Estos resultados podrían sugerir que la variable carga puede ser determinante en el efecto de potenciación del entrenamiento con AEL, considerando que la misma debería ser adaptada a las individualidades de cada sujeto. En relación a esto, Merrigan, Tufano, & Jones (2021) apreciaron que los participantes con un RFR en press de banca mayor fueron capaces de producir mejores resultados en la velocidad de la fase concéntrica del ejercicio. Según estos autores, los participantes con mayor RFR podrían descender de manera más controlada la sobrecarga durante la fase excéntrica, lo que podría afectar de manera positiva al rendimiento de la fase concéntrica. De esta manera, las características individuales de fuerza de cada sujeto (cuantificado a través de la 1-RM o el RFR) también deberían ser consideradas a la hora de llevar a cabo protocolos de entrenamiento con AEL.

Conclusiones

El entrenamiento con AEL parece ser una opción válida para la optimización de la fase concéntrica en ejercicios de fuerza tradicionales como la sentadilla o el press de banca. Sus efectos de potenciación han sido demostrados en variables de fuerza, velocidad y potencia. Sin embargo, la explicación a su causalidad sigue siendo demasiado difusa y permanece sujeta a un gran número de factores entre los que encontramos la carga empleada en ambas fases del ejercicio, el TUT durante la fase excéntrica o las características individuales del sujeto.

Por tanto, se hace necesaria una producción científica que analice más variables relacionadas con los protocolos de entrenamiento que empleen sobrecargas excéntricas. Tal y como se ha mencionado anteriormente, sería interesante analizar la relación entre la velocidad durante la fase excéntrica y los efectos de potenciación con el fin de conocer la influencia del CEA en el entrenamiento con AEL. Asimismo, futuros protocolos deberían considerar umbrales de intensidad más bajos tanto en la fase excéntrica como en la concéntrica de los ejercicios realizados.

Referencias

- Baker, D., & Newton, R. U. (2005). Methods to Increase the Effectiveness of Maximal Power Training for the Upper Body. *Strength and Conditioning Journal*, 27(6), 24–32. <https://doi.org/10.1519/00126548-200512000-00004>
- Balshaw, T. G. (2013). Acute neuromuscular, kinetic, and kinematic responses to accentuated eccentric load resistance exercise. [Tesis de doctorado no publicada]. University of Stirling. [https://dspace.stir.ac.uk/bitstream/1893/17174/3/TG Balshaw PhD Thesis 2013 \(200 pages\).pdf](https://dspace.stir.ac.uk/bitstream/1893/17174/3/TG%20Balshaw%20PhD%20Thesis%202013%20(200%20pages).pdf)



- Carlock, J. M., Smith, S. L., Hartman, M. J., Morris, R. T., Ciroslan, D. A., Pierce, K. C., Newton, R. U., Harman, E. A., Sands, W. A., & Stone, M. H. (2004). The relationship between vertical jump power estimates and weightlifting ability: a field-test approach. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 534–539. <https://doi.org/10.1519/R-13213.1>
- Castro, A. H., Zangakis, D., & Moir, G. L. (2020). The effects of accentuated eccentric loading on mechanical variables and agonist electromyography during the bench press. *Sports*, 8(6), 79. <https://doi.org/10.3390/sports8060079>
- Chae, S., Long, S. A., Lis, R. P., McDowell, K. W., Wagle, J. P., Carroll, K. M., Mizuguchi, S., & Stone, M. H. (2024). Combined Accentuated Eccentric Loading and Rest Redistribution in High-Volume Back Squat: Acute Kinetics and Kinematics. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 38(4), 640–647. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000004688>
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: Part 1 - biological basis of maximal power production. *Sports Medicine*, 41(1), 17–38. <https://doi.org/10.2165/11537690-000000000-00000>
- Doan, B. K., Newton, R. U., Marsit, J. L., Triplett-McBride, N. T., Koziris, L. P., Fry, A. C., & Kraemer, W. J. (2002). Effects of increased eccentric loading on bench press 1RM. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(1), 9–13. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2002\)016<0009:EOIELO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2002)016<0009:EOIELO>2.0.CO;2)
- Gorassini, M., Yang, J. F., Siu, M., & Bennett, D. J. (2002). Intrinsic activation of human motoneurons: Reduction of motor unit recruitment thresholds by repeated contractions. *Journal of Neurophysiology*, 87(4), 1859–1866. <https://doi.org/10.1152/jn.00025.2001>
- Gorostiaga, E. M., Grandos, C., Ibáñez, J., & Izquierdo, M. (2005). Differences in Physical Fitness and Throwing Velocity Among Elite and Amateur Male Handball Players. *International Journal of Sports Medicine*, 26(3), 225–232. <https://doi.org/10.1055/s-2004-820974>
- Haff, G. G., & Nimphius, S. (2012). Training Principles for Power. *Strength and Conditioning Journal*, 34(6), 2–12. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31826db467>
- Handford, M. J., Bright, T. E., Mundy, P., Lake, J., Theis, N., & Hughes, J. D. (2022). The need for eccentric speed : A narrative review of the effects of accelerated eccentric actions during resistance-based training. *Sports Medicine*, 52(9), 2061–2083. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01686-z>
- Hawley, J. A., Williams, M. M., Vickovic, M. M., & Handcock, P. J. (1992). Muscle power predicts freestyle swimming performance. *British Journal of Sports Medicine*, 26(3), 151–155. <https://doi.org/https://doi.org/10.1136/bjmsm.26.3.151>
- Kristiansen, E. L., Larsen, S., & van den Tillaar, R. (2021). The Acute Effect of Accentuated Eccentric Overloading upon the Kinematics and Myoelectric Activity in the Eccentric and Concentric Phase of a Traditional Bench Press. *Sports*, 10(1), 6. <https://doi.org/10.3390/sports10010006>
- Lates, A. D., Greer, B. K., Wagle, J. P., & Taber, C. B. (2022). Accentuated Eccentric Loading and Cluster Set Configurations in the Bench Press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(6), 1485–1489. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003664>
- Marquina, M., Lorenzo-Calvo, J., Rivilla-García, J., García-Aliaga, A., & Refoyo Román, I. (2021). Effects on strength, power and speed execution using exercise balls, semi-sphere balance balls and suspension training devices: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 1–18. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031026>
- Martínez-Guardado, I., Mostazo-Guerra, A., Sanabria-Pino, B., Olcina-Camacho, G., & Timón-Andrada, R. (2021). Acute responses of muscle oxygen saturation during different cluster training configurations in resistance-trained individuals. *Biology of Sport*, 38(3), 367–376. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2021.99701>
- Merrigan, J. J., Tufano, J. J., Falzone, M., & Jones, M. T. (2021). Effectiveness of Accentuated Eccentric Loading: Contingent on Concentric Load. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(1), 66–72. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2019-0769>
- Merrigan, J. J., Tufano, J. J., & Jones, M. T. (2021). Potentiating Effects of Accentuated Eccentric Loading Are Dependent upon Relative Strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(5), 1208–1216. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004010>
- Moore, C. A., Weiss, L. W., Schilling, B. K., Fry, A. C., & Li, Y. (2007). Acute effects of augmented eccentric loading on jump squat performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 372–377. <https://doi.org/10.1519/r-18605.1>



- Munger, C. N., Archer, D. C., Leyva, W. D., Wong, M. A., Coburn, J. W., Costa, P. B., & Brown, L. E. (2017). Acute Effects of Eccentric Overload on Concentric Front Squat Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(5), 1192–1197. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001825>
- Ojasto, T., & Häkkinen, K. (2009). Effects of different accentuated eccentric load levels in eccentric-concentric actions on acute neuromuscular, maximal force, and power responses. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(3), 996–1004. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a2b28e>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 372(n71). <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Romero, D., & Tous-Fajardo, J. (2010). Prevención de lesiones en el deporte. Claves para un rendimiento óptimo. *Médica Panamericana*.
- Sheppard, J. M., & Young, K. (2010). Using Additional Eccentric Loads to Increase Concentric Performance in the Bench Throw. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2853–2856. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181e2731b>
- Soriano, M. A., Jiménez-Reyes, P., Rhea, M. R., & Marín, P. J. (2015). The Optimal Load for Maximal Power Production During Lower-Body Resistance Exercises : A Meta-Analysis The Optimal Load for Maximal Power Production During Lower-Body Resistance Exercises : A Meta-Analysis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(8), 1191–1205. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0341-8>
- Soriano, M. A., Suchomel, T. J., & Marín, P. J. (2016). The Optimal Load for Maximal Power Production During Upper-Body Resistance Exercises : A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 47(4), 757–768. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0626-6>
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Medicine*, 48(4), 765–785. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z>
- Suchomel, T. J., Wagle, J. P., Douglas, J., Taber, C. B., Harden, M., Ha, G. G., & Stone, M. H. (2019). Implementing Eccentric Resistance Training — Part 1 : A Brief Review of Existing Methods. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 4(2), 38. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/jfmk4020038>
- Taber, C. B., Morris, J. R., Wagle, J. P., & Merrigan, J. J. (2021). Accentuated Eccentric Loading in the Bench Press: Considerations for Eccentric and Concentric Loading. *Sports*, 9(5), 54. <https://doi.org/10.3390/sports9050054>
- Tobin, D. P. (2014). Advanced strength and power training for the elite athlete. *Strength and Conditioning Journal*, 36(2), 59–65. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000044>
- van den Tillaar, R., & Kwan, K. (2020). The effects of augmented eccentric loading upon kinematics and muscle activation in bench press performance. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 5(1), 8. <https://doi.org/10.3390/jfmk5010008>
- Vandenbroucke, J. P., von Elm, E., Altman, D. G., Gøtzsche, P. C., Mulrow, C. D., Pocock, S. J., Poole, C., Schlesselman, J. J., & Egger, M. (2014). Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE): Explanation and elaboration. *International Journal of Surgery*, 12(12), 1500–1524. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2014.07.014>
- Varela-Olalla, D., Romero-Caballero, A., del Campo-Vecino, J., & Balsalobre-Fernández, C. (2020). A Cluster Set Protocol in the Half Squat Exercise Reduces Mechanical Fatigue and Lactate Concentrations in Comparison with A Traditional Set Configuration. *Sports*, 8(4), 45. <https://doi.org/10.3390/sports8040045>
- Vogt, M., & Hoppeler, H. H. (2014). Eccentric exercise: Mechanisms and effects when used as training regime or training adjunct. *Journal of Applied Physiology*, 116(11), 1446–1454. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00146.2013>
- Wagle, J. P., Cunanan, A. J., Carroll, K. M., Sams, M. L., Wetmore, A., Bingham, G. E., Taber, C. B., Deweese, B. H., Sato, K., Stuart, C. A., & Stone, M. H. (2021). Accentuated Eccentric Loading and Cluster Set Configurations in the Back Squat: A Kinetic and Kinematic Analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(2), 420–427. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000002677>



- Wagle, J. P., Taber, C. B., Carroll, K. M., Id, A. J. C., Sams, M. L., Wetmore, A., Bingham, G. E., Deweese, B. H., Sato, K., Stuart, C. A., & Stone, M. H. (2018). Repetition-to-Repetition Differences Using Cluster and Accentuated Eccentric Loading in the Back Squat. *Sports*, 6(3), 59. <https://doi.org/10.3390/sports6030059>
- Wagle, J. P., Taber, C. B., Cunanan, A. J., Carroll, K. M., Carroll, K. M., Deweese, B. H., Sato, K., & Stone, M. H. (2017). Accentuated Eccentric Loading for Training and Performance : A Review. *Sports Medicine*, 47(12), 2473–2495. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0755-6>
- Wilk, M., Golas, A., Krzysztofik, M., Nawrocka, M., & Zajac, A. (2019). The Effects of Eccentric Cadence on Power and Velocity of the Bar during the Concentric Phase of the Bench Press Movement. *Journal of Sports Science and Medicine*, 18(2), 191–197.

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Ignacio Bravo Paños
Moisés Marquina Nieto

bravoignaciop@gmail.com
moises.mnieto@upm.es

Autor y traductor
Autor

