

**EFFECTOS DE LA VELOCIDAD DE LA FASE  
EXCÉNTRICA Y DE LA CARGA EN EL  
TRABAJO MECÁNICO EN EL EJERCICIO DE  
SENTADILLA CON SALTO**



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

**Máster en Rendimiento y Salud**  
**CURSO ACADÉMICO: 2021 – 2022**

**Alumno: Manuel Omar García Hekimi.**

**Tutores académicos: David Barbado Murillo y Rafael Sabido Solana.**

# ÍNDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....              | <b>3</b>  |
| <b>MÉTODO DE REVISIÓN</b> .....        | <b>5</b>  |
| Procedimiento .....                    | 5         |
| Resultados de la revisión.....         | 6         |
| <b>INTERVENCIÓN</b> .....              | <b>7</b>  |
| Método.....                            | 7         |
| Enfoque experimental del estudio ..... | 7         |
| Diseño.....                            | 7         |
| Participantes.....                     | 8         |
| Instrumentos de medida .....           | 8         |
| Procedimiento .....                    | 8         |
| Análisis estadístico .....             | 9         |
| <b>REFERENCIAS</b> .....               | <b>10</b> |
| <b>ANEXO</b> .....                     | <b>14</b> |



## **INTRODUCCIÓN**

La fuerza ocupa un lugar esencial para cualquier ser humano, ya sea como capacidad física fundamental, limitante del rendimiento, o bien para garantizar la realización de cualquier acción motora (Siff y Verkhoshansky, 2000). El entrenamiento de fuerza está recomendado por organizaciones nacionales de salud como la American College of Sports Medicine (ACSM) para la mayoría de las poblaciones, incluidos adolescentes, adultos sanos, ancianos y poblaciones clínicas (Garber et al., 2011). Presentar unos niveles adecuados de masa muscular es un aspecto importante desde el punto de vista de la salud, ya que tener un bajo porcentaje de masa muscular está asociado con un mayor riesgo de patologías, como las enfermedades cardiovasculares (Srikanthan et al., 2016), el riesgo cardiometabólico en adolescentes (Burrowset al., 2017), así como diabetes tipo II en adultos de mediana edad y mayores (Son et al., 2017). El entrenamiento de la fuerza es una modalidad de ejercicio que ha crecido en popularidad durante las últimas dos décadas, no solo por su papel en la salud, sino también particularmente por su rol en la mejora del rendimiento atlético al aumentar la fuerza muscular, la potencia y la velocidad, la hipertrofia, la resistencia muscular local, el rendimiento motor, el equilibrio y la coordinación (Kraemer y Ratamess, 2004) Todos estos potenciales beneficios hacen que los programas de fuerza representen una modalidad de entrenamiento importante para los atletas.

La efectividad de los programas de entrenamiento de la fuerza vendrá determinada por el estímulo que suponen las cargas de entrenamiento. Dichas cargas estarán influenciadas en gran parte por numerosas variables manipulables que modulan las adaptaciones al entrenamiento de fuerza, tales como: tipo de ejercicio, carga relativa levantada, períodos de descanso entre series, velocidad de repetición y volumen de entrenamiento (Bird et al., 2005). El hecho de que la carga del entrenamiento de fuerza dependa de tal número de variables provoca que exista cierta controversia en la literatura sobre la mejor manera de calcularla.

Para conseguir que un deportista reciba el estímulo de entrenamiento adecuado que produzca las adaptaciones deseadas es imprescindible estimar bien la carga que supone el entrenamiento. La capacidad de cuantificar el estrés impuesto por el entrenamiento físico le permite a un entrenador determinar si el estímulo de entrenamiento experimentado por un atleta está de acuerdo con su plan de entrenamiento y modularlo en consecuencia según sea necesario. El seguimiento de las cargas de entrenamiento asociadas con el ejercicio es un paso vital para garantizar que el estímulo de entrenamiento real experimentado por un atleta esté de acuerdo con los objetivos de su fase de entrenamiento actual (Scott et al., 2016). En este sentido es fundamental modular de forma adecuada la carga de entrenamiento pues se sabe que los aumentos repentinos de la misma por encima de los límites normales de entrenamiento pueden causar una disminución en el rendimiento y provocar lesiones o enfermedades (Foster, 1998), mientras que bajos estímulos pueden no producir las adaptaciones deseadas (Lasevicius et al., 2018; MacKinnon, 2000). Por lo tanto, es importante monitorizar el proceso de entrenamiento para identificar los períodos en los que un atleta puede ser más susceptible a tales efectos nocivos o ineficaces.

Si bien la mayoría de los atletas de alto nivel realizan entrenamiento de fuerza en varias etapas de su plan de entrenamiento anual, actualmente no hay consenso sobre la mejor manera de cuantificar el entrenamiento de fuerza y esto se debe a las variables anteriormente nombradas. El volumen de entrenamiento de fuerza se define como la medida de la cantidad total de trabajo realizado en una sola sesión de entrenamiento o sumado durante semanas o meses de entrenamiento (Fleck y Kraemer, 2014). Las variables que pueden afectar el volumen de entrenamiento y que componen los programas de entrenamiento son: frecuencia de entrenamiento, número de series, repeticiones por serie, intensidad de carga, intervalos de descanso, velocidad/tempo de ejecución, tipo de acción muscular, selección de ejercicios, orden de ejercicios, rango de movimiento, y la presencia o no de fallo concéntrico (Nunes et al., 2021).

Alguno de los métodos más utilizados para cuantificar el volumen de la carga fueron descritos por McBride et al. (2009):

1) Volumen de carga [ $n^{\circ}$  de repeticiones \* carga externa (kg)] este método es fácil de utilizar, pero no es adecuado cuando se realizan ejercicios sin una carga a mover (peso corporal). 2) Volumen de carga de fuerza dinámica máxima [ $n^{\circ}$  de repeticiones \* (masa corporal – masa de las piernas (kg) + carga externa (kg))] permite cuantificar el volumen durante el ejercicio de fuerza cuando no hay carga externa presente; este método se ha utilizado para calcular el volumen durante el ejercicio de fuerza potencia, como las sentadillas con salto con peso corporal (Cormie et al., 2007). Sin embargo, ni el volumen de carga ni el volumen de carga de fuerza dinámica máxima tienen en cuenta variables como la fuerza real ejercida y el desplazamiento de la barra, que pueden reflejar con mayor precisión el estímulo del ejercicio. 3) El tiempo bajo tensión [tiempo excéntrico (milisegundos) + tiempo concéntrico (milisegundos)] el inconveniente de este método es que no tiene en cuenta la masa corporal, la carga externa, la fuerza real producida ni el desplazamiento de la barra. Por último, 4) el trabajo mecánico (TM) [fuerza (N) \* desplazamiento (m)]. Este método tiene en cuenta la fuerza real ejercida y el desplazamiento del centro de masa o barra durante el ejercicio (McBride et al., 2002; Cormie et al., 2007; McCaulley et al., 2007). A pesar de presentar un cálculo del trabajo real, puede ser poco práctico calcularlo directamente, sobre todo cuando se trabaja con grandes grupos de atletas (Haff, 2010). Además, este método no es práctico para el entrenador de fuerza en un entorno real, ya que es difícil medir las variables de fuerza y desplazamiento sin equipo especializado (plataformas de fuerza y/o un encoder lineal) y analizar cada repetición realizada para todos los ejercicios (Haff, 2010; Scott et al., 2016).

Es importante tener en cuenta que cuando se compara la carga de volumen de un ejercicio con un cálculo directo del trabajo realizado, la distancia que recorre la barra tendrá un impacto significativo en la cantidad de trabajo realizado. Como resultado, la estimación de la carga de volumen puede resultar en una subestimación o sobreestimación de la carga de trabajo realizada según el ejercicio realizado. El hecho de que la distancia que recorre la barra no se considere en ninguno de los cálculos de carga volumétrica puede crear un error potencial en la estimación de las cargas de trabajo completadas durante una sesión de entrenamiento de fuerza. A pesar de las limitaciones anteriormente mencionadas, hasta la fecha el cálculo del TM realizado durante una sesión de entrenamiento de fuerza es considerado el método más válido para cuantificar el volumen de entrenamiento de fuerza externo, en especial en ejercicios como la sentadilla o sentadilla con salto (McBride et al., 2009).

Además de un método de cuantificación de la carga de entrenamiento, el TM podría ser una variable importante a la hora de explicar el rendimiento en acciones deportivas como los saltos. Diversos autores han sugerido que diversas variables cinéticas/cinemáticas de la fase excéntrica como la velocidad, la ratio de desarrollo de la fuerza (RFD) o el impulso determinan el rendimiento de la fase concéntrica y, por tanto, de la altura de salto. En concreto, el hecho de mostrar mayores valores de RFD e impulso en los instantes previos (100 ms) a la transición excéntrico-concéntrica es clave para mejorar el rendimiento en la posterior fase concéntrica (Cormie et al., 2010; Hernández-Davó et al., 2018; McCarthy et al., 2012). Sin embargo, hasta la fecha muy pocos estudios han considerado evaluar la influencia del TM realizado durante los instantes finales de la fase excéntrica en el rendimiento del salto.

Entre los entrenamientos de fuerza existentes para mejorar el rendimiento atlético, se encuentra el entrenamiento excéntrico, el cual persigue optimizar el TM en acciones excéntricas para mejorar el rendimiento mecánico en la fase concéntrica. Su utilidad es un tema que se revisa constantemente, ya que los investigadores intentan comprender en qué medida mejoran las capacidades físicas a través del entrenamiento específico de estas acciones musculares (Handford et al., 2022). Está ampliamente aceptado que, durante acciones multiarticulares y de una sola articulación, las fuerzas excéntricas de alargamiento muscular pueden alcanzar el 100-150% de

una repetición máxima concéntrica (1RM) o 20-60% más que las acciones concéntricas (Douglas et al., 2017; McNeill et al., 2021), para una menor demanda metabólica (Dufour et al., 2004) y fatiga menos aguda (Baroni et al., 2011). Algunos estudios van un paso más allá e indican que la velocidad de la contracción excéntrica puede tener una influencia predominante sobre aumentos significativos en la fuerza máxima, el salto vertical, la potencia máxima y promedio y la velocidad máxima (Mike et al., 2017). La producción de fuerza muscular no está restringida por la velocidad de alargamiento (Amiridis et al., 1996) y, por lo tanto, se pueden lograr fuerzas muy altas con velocidades de alargamiento muscular rápidas (Douglas et al., 2017). Desde el punto de vista biomecánico, la utilización de mayores velocidades excéntricas puede proporcionar mejoras en el rendimiento del entrenamiento (Handford et al., 2022). En conjunto, toda la evidencia sugiere que aumentar la incorporación de esfuerzos excéntricos en los programas de entrenamiento de fuerza para poblaciones clínicas, atléticas y de acondicionamiento físico puede mejorar los resultados del entrenamiento (Mike et al., 2017).

Teniendo en cuenta que el TM durante la fase excéntrica es un parámetro esencial para el rendimiento mecánico en la fase concéntrica, parece necesario entender como diferentes cargas excéntricas modulan este parámetro. Es por ello, que el objetivo del presente trabajo fue conocer la influencia de la carga y velocidad de ejecución en el TM realizado en la fase excéntrica durante el entrenamiento de fuerza. Para alcanzar dicho objetivo el presente trabajo fin de máster constó primeramente de una revisión bibliográfica de la temática que nos permitiera conocer con mayor certeza el estado actual del arte en este tópico. Posteriormente en base a los hallazgos encontrados y las limitaciones observadas durante la revisión se realizó una propuesta de intervención experimental acotada a un objetivo específico de investigación.

## **MÉTODO DE REVISIÓN**

### **Procedimiento**

El proceso de revisión se realizó siguiendo las directrices PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic review and Meta-Analyses) (Urrútia y Bonfill, 2010) hasta mayo de 2022.

La búsqueda de los artículos se realizó en las siguientes bases de datos informatizadas online: PubMed (MedLine), Scopus (Web of Science) y Google Académico. También se examinaron las listas de referencias de los estudios identificados a través de las búsquedas en las bases de datos para descubrir cualquier investigación adicional que pudiera usarse en la revisión actual. Se incluyeron los siguientes términos de búsqueda:

“resistance training”, “strength training”, “force production”, “force training”, “athletes”, “youth”, “young”, “adolescents”, “young adults”, “volume load”, “mechanical work”, “quantifying load” y “external load”. Los términos de búsqueda se utilizaron de forma conjunta con el término AND combinado con el término OR y los bloques de la temática utilizando la estrategia de búsqueda PIO (participants, interventions y outcomes). Dichos descriptores se introdujeron por título y resumen en el buscador o combinando título/resumen y título.

Los criterios de selección fueron: los artículos debían ser en inglés y a texto completo. Los participantes debían estar familiarizados con el entrenamiento de fuerza, estar sanos y sin lesiones actuales, discapacidades o enfermedades. La edad debía estar entre los 18 y 50 años. Se requería que los parámetros de medida fueran objetivos y medibles. El estudio analizó los efectos agudos y/o crónicos del TM.

A partir de la búsqueda realizada a través de las bases de datos online se encontraron inicialmente 226 artículos. De los cuales 15 artículos fueron seleccionados para su análisis (Figura 1).

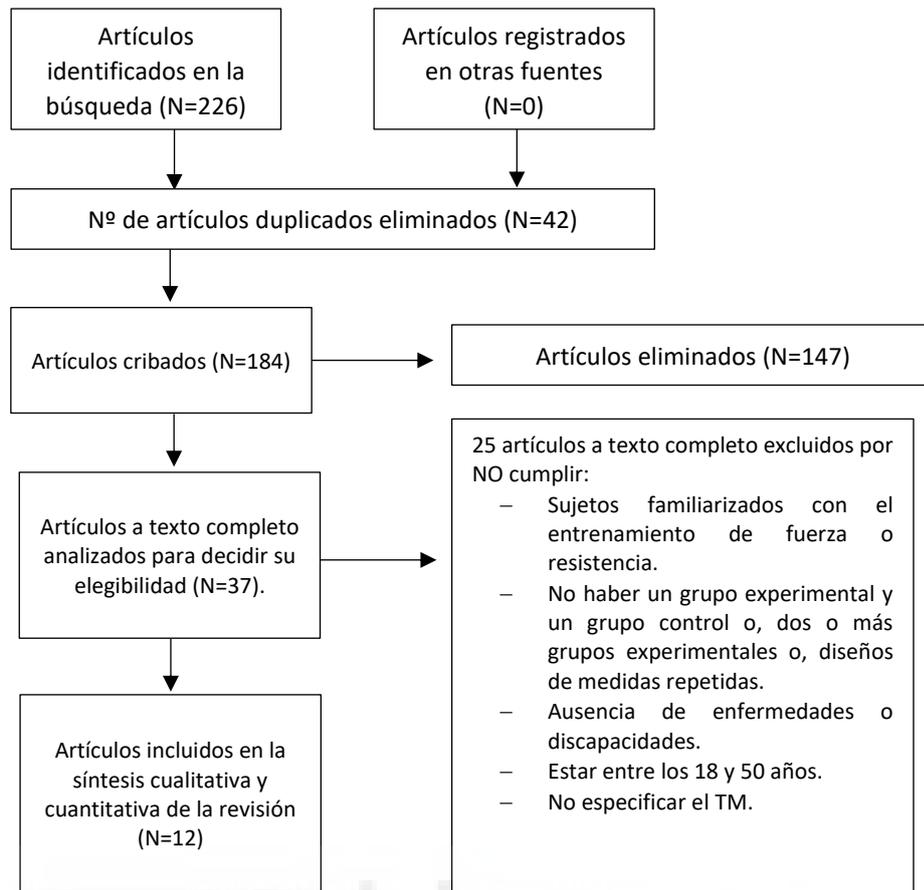


Figura 1: Diagrama de flujo.

## Resultados de la revisión

El principal hallazgo encontrado en esta recopilación ha sido: observar que el TM total desarrollado durante una única repetición es mayor en las cargas de entrenamiento con un porcentaje de 1RM mayor (Craig y Kang, 1994; Crewther et al., 2008;). No obstante, en aquellas metodologías de entrenamiento en las que se requiere menos carga a movilizar (fuerza explosiva o potencia) se pueden realizar más series y/o repeticiones en comparación a las altas cargas, obteniéndose mayor TM total final (Brown et al., 1990; Cormie et al., 2007; Craig y Kang, 1994; Crewther et al., 2008; McBride et al., 2002; Riemann et al., 2012). Esto difirió en algunos estudios como el de McBride et al. (2009) y Marston et al. (2017), debido a que, en estas investigaciones, aquellas metodologías más pesadas realizaban más series que en las metodologías más livianas, por lo que podían acumular el mismo TM. El inconveniente de esto es el tiempo de la sesión, siendo de mayor duración en el caso de las series con cargas más elevadas.

Otro aspecto importante a tener en cuenta fue que en las fases excéntricas se obtuvo mayor TM en comparación a las acciones concéntricas (Baroni et al., 2011; Riemann et al., 2012) y con menos índice de fatiga (Baroni et al., 2011). Por otro lado, se consigue mayor TM en aquellas acciones de mayor velocidad en la fase excéntrica en comparación a acciones más lentas (Headley et al., 2011; McBride et al., 2002), o por ejemplo desde una altura mayor de caída en un salto (Crewther et al., 2008). En esta dinámica, se consigue también mayor TM en acciones balísticas respecto a acciones no balísticas (Moir et al., 2018) (Tabla I).

Tras haber analizado la literatura y sacar las conclusiones pertinentes, podemos afirmar que, se obtiene mayor TM en acciones excéntricas respecto a concéntricas y en acciones de mayor velocidad en la fase excéntrica en comparación a velocidades más lentas. Con cargas más livianas se puede acumular mayor número de repeticiones en comparación a las cargas pesadas, lo cual conlleva un mayor TM total.

A partir de aquí, se observa una escasez de evidencia científica sobre la cuantificación del entrenamiento de fuerza a partir del TM y, cómo el aumento de éste en la fase excéntrica puede repercutir en la fase concéntrica.

Es por ello que el objetivo principal de este estudio es conocer la influencia de tres porcentajes de 1RM diferentes (30%, 50% y 70% 1RM) y la velocidad de ejecución en el TM realizado en la fase excéntrica durante el ejercicio de media sentadilla con salto en la máquina Smith y, cómo dichas variables influyen al rendimiento de la fase concéntrica.

Se plantea la hipótesis de que a medida que aumente la velocidad de desplazamiento en la fase excéntrica, se observarán aumentos en el TM beneficiando de este modo el rendimiento en la fase concéntrica.

## INTERVENCIÓN

### Método

#### Enfoque experimental del estudio

El estudio consistió en un día de medición con una duración total de aproximadamente una hora y media. Se les informó a los participantes que se mediría el volumen de TM de la fase excéntrica con tres cargas diferentes y cuatro tempos. En esta única sesión, con una duración de 90 minutos, se llevó a cabo la medición de 1RM en sentadilla a 90° de flexión de rodilla en la máquina Smith. Se aprovechó el calentamiento para familiarizar a los participantes con el protocolo principal. Dicho calentamiento consistió en una parte general, un calentamiento específico y finalmente se llevó a cabo la parte principal de la sesión.

En los diferentes estudios objeto de análisis para llevar a cabo la propuesta de intervención (Tabla I) podemos observar diferentes tipos de ejercicios en los cuales se midió el TM, en nuestro caso se realizó sentadilla con salto a 90° de flexión de rodilla en máquina Smith.

En la parte principal de la sesión se llevaron a cabo 12 series de cuatro repeticiones al 30%, 50% y 70% 1RM, con cuatro tempos distintos de la fase excéntrica (5s, 2s, máxima velocidad con parada y máxima velocidad con saltos continuos) con un descanso de tres minutos entre serie (Figura 2).



Figura 2: características de las series de la parte principal.

### Diseño

Se trata de un diseño de medidas repetidas aleatorizado donde las variables dependientes del estudio fueron obtenidas durante la fase excéntrica: Duración - Desplazamiento – Velocidad Media Propulsiva – Energía Cinética – Trabajo Total. Durante la fase concéntrica se obtuvieron las siguientes variables: Velocidad media Propulsiva – Trabajo total – Pico potencia. En cuanto a la variable independiente en este caso fueron el tiempo utilizado en la fase excéntrica y las tres cargas utilizadas. En lo que respecta a las variables contaminantes como pudo ser la colocación del participante, la ejecución del movimiento, el agarre de la barra, el desplazamiento, ruidos externos, fueron controladas de la siguiente manera: i) el participante debía adoptar los mismos

apoyos en todas las series y repeticiones (descritos más adelante); ii) el movimiento fue observado por el investigador para evitar movimientos inadecuados como pudiera ser el rebote de la barra en la zona cervical o una técnica inadecuada; iii) el agarre de la barra debía ser el más cómodo para el participante, siempre y cuando lo mantuviera en todas las series; iv) el desplazamiento se controló colocando una banda elástica a 90° de flexión de rodilla, la cual quedaba a altura del glúteo y tenía la mínima tensión para no interferir en la ejecución; v) en cuanto a los ruidos externos, ni el investigador ni los ayudantes conversaron durante la ejecución de las series y no había ruidos contaminantes.

## Participantes

Se obtuvo una muestra de 14 hombres universitarios (edad  $24.6 \pm 3.7$  años, estatura  $177.4 \pm 4.3$  cm, peso corporal  $75.6 \pm 6.6$  kg, experiencia en el entrenamiento de fuerza  $5.2 \pm 3.9$  años y 1RM en media sentadilla de  $135.7 \pm 21.8$ kg). Ninguno de ellos sufría lesiones ni molestias durante el periodo de intervención y todos ellos firmaron un consentimiento informado previo estudio.

## Instrumentos de medida

Los instrumentos utilizados fueron Máquina Smith (Multipower M953; Technogym, Italy) tanto para la medición de 1RM como para la parte principal del estudio. Se utilizó un encoder lineal (T-Force System, Ergotech, España, Murcia) tanto para medir la estimación de 1RM, la velocidad media propulsiva (MVP), el desplazamiento (cm) como el tiempo (ms). Los valores se registraban a partir de la aplicación (T-Force Dynamic Measurement System, T-Force system, Ergotech, España) que calculaba automáticamente los parámetros cinéticos y cinemáticos. Para el peso de los participantes se utilizó una Tanita BC-545N (Tanita Corp., Tokyo, Japan). A parte, se utilizó un reloj digital para contar los segundos de la fase excéntrica de 5s y 2s.

## Procedimiento

El estudio experimental consistió en una sesión de entrenamiento con una duración de 90 minutos cuyo propósito era estimar el 1RM de los participantes y llevar a cabo las 12 series principales para la medición del TM. Antes de nada, los participantes firmaron un consentimiento informado y se les tomó las medidas pertinentes (estatura, peso, edad, experiencia con el entrenamiento de pesas y ángulo de rodilla a 90° de flexión respecto a la pierna). Se indicó a los participantes que se abstuvieran de participar en actividades extenuantes durante las 24 horas antes de la sesión y que evitaran el alcohol, la cafeína, el tabaquismo y el consumo de comidas abundantes durante al menos tres horas antes de la prueba (Dohoney et al., 2002).

La sesión tenía un calentamiento general, un calentamiento específico en máquina Smith y finalmente el objetivo principal.

El calentamiento tenía una duración de seis minutos que constaba de: tres minutos sobre una bicicleta estática a baja intensidad y tres minutos de movilidad articular (rotación de hombros / tracción-empuje vertical de brazos / rotación interna-externa de hombro / flexo-extensión de cadera / patada de cadera / abducción de cadera / plancha frontal-lateral-puente de glúteo) donde se realizó 10 repeticiones en los ejercicios de movilidad articular y 30s en los ejercicios de core.

Previamente a la realización de las series de aproximación y estimación de 1RM, a los participantes se les explicó que debían estar con los pies separados a la anchura de los hombros o de las caderas y mantener dicha separación en todas las repeticiones. Tenían que sacar la barra y dejarla fija sobre la parte alta de los trapecios. Después de la instrucción, los participantes iniciaron la sentadilla con salto a través de un contramovimiento hacia abajo hasta un ángulo de rodilla controlado mediante una goma elástica aproximadamente a 90° de flexión de rodilla y una vez en dicho punto (sin buscar un contramovimiento intencionado) realizar una fase concéntrica

a máxima velocidad. Se instruyó a los participantes para que mantuvieran una presión constante hacia abajo sobre la barra durante todo el salto y se les animó a mover la resistencia de la manera más explosiva posible para lograr la máxima producción de fuerza en cada intento (Behm y Sale, 1993).

Las series de aproximación y predicción de 1RM se llevaron a cabo utilizando la metodología de McBride et al. (2002) ligeramente modificada, donde se hicieron cuatro series al 30, 50, 70 y 90% 1RM según el criterio del participante o 1.4 su peso relativo (si no estaba muy familiarizado con el ejercicio de sentadilla) y 1.6 (si estaba familiarizado con él). A parte, se aprovechó para familiarizar a los participantes con diferentes tempos de la fase excéntrica en las diferentes repeticiones:

- 1\*8 repeticiones al 30% (cada 2 repeticiones un tipo de tempo). 2min de descanso.
- 1\*6 repeticiones al 50% (cada 1 repetición un tipo de tempo, realizando al final 2 saltos continuos). 2min de descanso.
- 1\*4 repeticiones al 70% (cada repetición un tipo de tempo, realizando al final 1 salto continuo). 2min de descanso.
- 1\*1 repetición al 90% (fase excéntrica controlada y concéntrica a máxima); de aquí utilizaremos el 1RM estimado para la medición principal. 5min de descanso.

A continuación, se procedió a llevar a cabo la parte principal de la sesión consistente en 12 series de cuatro repeticiones a diferentes cargas y tempos con un descanso de tres minutos entre serie. A la señal del investigador y confirmación del ejecutante, se empezaba la fase excéntrica (en 5s, 2s o a máxima velocidad) hasta aproximadamente la altura de la goma (colocada previamente a la altura del glúteo cuando su rodilla se encontraba a 90º de flexión respecto a la tibia). Una vez realizada la fase excéntrica (dependiendo del tempo y en el caso de los 5s y 2s cantada por el investigador), se realizaba una fase concéntrica a máxima intensidad (evitando contramovimiento una vez en los 90º de rodilla) con la intencionalidad de buscar el salto. Una vez que se volvía a tener contacto con el suelo, el participante amortiguaba la caída y volvía a colocarse en la posición inicial, para realizar otra repetición hasta un total de cuatro repeticiones por cada serie (en la serie con saltos continuos no había pausa entre repeticiones). En las cargas del 70% el investigador se colocaba detrás del participante para mayor seguridad. Cabe destacar que en cada repetición se debía revisar los valores obtenidos en desplazamiento (cm) y tiempo (ms) para corroborar que el ejercicio se realizaba correctamente y el programa no daba valores equivocados por error de la aplicación.

Por otra parte, no se permitía motivar al participante ni hablar con él durante las repeticiones. Las series, cargas y tempos fueron aleatorizados y contrabalanceadas en todos los participantes (Figura 2).

## Análisis estadístico

En el análisis de datos del presente trabajo se llevó a cabo un análisis de la normalidad de los datos mediante el test de Kolmogorov-Smirnov y Levene. Tras comprobar la normalidad de estos se realizó un ANOVA de dos factores, el factor carga (tres niveles) y el factor velocidad (cuatro niveles) que nos permitió comparar entre ellos. En caso de encontrarse alguna interacción se utilizó un post-hoc de Bonferroni para las comparaciones por pares. Para complementar los resultados del ANOVA, el tamaño del efecto se calculó a través de la *d* de Cohen e interpretado en función de los valores sugeridos por Rhea (2004). Se realizó un análisis correlacional para la posible relación entre las variables excéntricas sobre las variables concéntricas.

Los estadísticos descriptivos se presentaron como media  $\pm$  desviación típica (Media  $\pm$  SD). Se utilizó un nivel de significación estadística del  $p < 0,05$ . Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete de software SPSS (IBM SPSS versión 22.0, Chicago, IL, USA).

## **REFERENCIAS**

- Amiridis, I. G., Martin, A., Morlon, B., Martin, L., Cometti, G., Pousson, M., & Van Hoecke, J. (1996). Co-activation and tension-regulating phenomena during isokinetic knee extension in sedentary and highly skilled humans. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 73(1), 149-156.
- Badillo, J. J. G., & Serna, J. R. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza* (Vol. 308). Inde.
- Baroni, B. M., Stocchero, C. M. A., do Espirito Santo, R. C., Ritzel, C. H., & Vaz, M. A. (2011). The effect of contraction type on muscle strength, work and fatigue in maximal isokinetic exercise. *Isokinetics and Exercise Science*, 19(3), 215-220.
- Behm, D. G., & Sale, D. G. (1993). Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 74(1), 359–368. <https://doi.org/10.1152/jappl.1993.74.1.359>
- Bird, S. P., Tarpinning, K. M., & Marino, F. E. (2005). Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 35(10), 841–851. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535100-00002>.
- Brown, S., Thompson, W., Bailey, J., Johnson, K., Wood, L., Bean, M., & Thompson, D. (1990). Blood lactate response to weightlifting in endurance and weight trained men. *J Appl Sport Sci Res*, 4(4), 122-130.
- Burrows, R., Correa-Burrows, P., Reyes, M., Blanco, E., Albala, C., & Gahagan, S. (2017). Low muscle mass is associated with cardiometabolic risk regardless of nutritional status in adolescents: A cross-sectional study in a Chilean birth cohort. *Pediatric diabetes*, 18(8), 895–902. <https://doi.org/10.1111/pedi.12505>.
- Cormie, P., McCaulley, G. O., & McBride, J. M. (2007). Power versus strength-power jump squat training: influence on the load-power relationship. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(6), 996–1003. <https://doi.org/10.1097/mss.0b013e3180408e0c>.
- Cormie, P., McCaulley, G. O., Triplett, N. T., & McBride, J. M. (2007). Optimal loading for maximal power output during lower-body resistance exercises. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(2), 340–349. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000246993.71599.bf>
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2010). Changes in the eccentric phase contribute to improved stretch-shorten cycle performance after training. *Medicine and science in sports and exercise*, 42(9), 1731–1744. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181d392e8>
- Craig, B. W., & Kang, H. Y. (1994). Growth hormone release following single versus multiple sets of back squats: total work versus power. *The Journal of strength & conditioning research*, 8(4), 270-275.
- Crewther, B. T., Cronin, J., & Keogh, J. W. (2008). The contribution of volume, technique, and load to single-repetition and total-repetition kinematics and kinetics in response to three loading schemes. *Journal of strength and conditioning research*, 22(6), 1908–1915. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181839f61>
- Dohoney, P. A. U. L. A., Chromiak, J. A., Lemire, D. E. R. E. K., Abadie, B. R., & Kovacs, C. H. R. I. S. T. O. P. H. E. R. (2002). Prediction of one repetition maximum (1-RM) strength from a 4-6 RM and a 7-10 RM submaximal strength test in healthy young adult males. *J Exerc Physiol*, 5(3), 54-9.
- Douglas, J., Pearson, S., Ross, A., & McGuigan, M. (2017). Eccentric Exercise: Physiological Characteristics and Acute Responses. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 47(4), 663–675. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0624-8>

- Dufour, S. P., Lampert, E., Doutreleau, S., Lonsdorfer-Wolf, E., Billat, V. L., Piquard, F., & Richard, R. (2004). Eccentric cycle exercise: training application of specific circulatory adjustments. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(11), 1900–1906. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000145441.80209.66>
- Farthing, J. P., & Chilibeck, P. D. (2003). The effect of eccentric training at different velocities on cross-education. *European journal of applied physiology*, 89(6), 570–577. <https://doi.org/10.1007/s00421-003-0841-3>
- Fleck SJ, Kraemer WJ. Diseño de programas de entrenamiento de fuerza. 4ª ed. Champaign: cinética humana; 2014.
- Foster C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine and science in sports and exercise*, 30(7), 1164–1168. <https://doi.org/10.1097/00005768-199807000-00023>.
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., Nieman, D. C., Swain, D. P., & American College of Sports Medicine (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(7), 1334–1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213febf>
- Haff, G. G. (2010). Quantifying workloads in resistance training: a brief review. *Strength Cond J*, 10, 31-40.
- 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 (Auckland, N.Z.)*, 10.1007/s40279-022-01686-z. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01686-z>
- Headley, S. A., Henry, K., Nindl, B. C., Thompson, B. A., Kraemer, W. J., & Jones, M. T. (2011). Effects of lifting tempo on one repetition maximum and hormonal responses to a bench press protocol. *Journal of strength and conditioning research*, 25(2), 406–413. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181bf053b>
- Hernández-Davó, J. L., Sabido, R., Behm, D. G., & Blazevich, A. J. (2018). Effects of resistance training using known vs unknown loads on eccentric-phase adaptations and concentric velocity. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 28(2), 407–417. <https://doi.org/10.1111/sms.12933>
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(4), 674–688. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000121945.36635.61>
- Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., & French, D. N. (2002). Resistance training for health and performance. *Current sports medicine reports*, 1(3), 165–171. <https://doi.org/10.1249/00149619-200206000-00007>
- Lasevicius, T., Ugrinowitsch, C., Schoenfeld, B. J., Roschel, H., Tavares, L. D., De Souza, E. O., Laurentino, G., & Tricoli, V. (2018). Effects of different intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy. *European journal of sport science*, 18(6), 772–780. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1450898>
- MacKinnon L. T. (2000). Special feature for the Olympics: effects of exercise on the immune system: overtraining effects on immunity and performance in athletes. *Immunology and cell biology*, 78(5), 502–509. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1711.2000.t01-7-x>
- Marston, K. J., Peiffer, J. J., Newton, M. J., & Scott, B. R. (2017). A comparison of traditional and novel metrics to quantify resistance training. *Scientific reports*, 7(1), 5606. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-05953-2>

- McBride, J. M., McCaulley, G. O., Cormie, P., Nuzzo, J. L., Cavill, M. J., & Triplett, N. T. (2009). Comparison of methods to quantify volume during resistance exercise. *Journal of strength and conditioning research*, 23(1), 106–110. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31818efdfc>.
- McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R. U. (2002). The effect of heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *Journal of strength and conditioning research*, 16(1), 75–82.
- McCarthy, J. P., Wood, D. S., Bolding, M. S., Roy, J. L., & Hunter, G. R. (2012). Potentiation of concentric force and acceleration only occurs early during the stretch-shortening cycle. *Journal of strength and conditioning research*, 26(9), 2345–2355. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182606cc5>
- McCaulley, G. O., Cormie, P., Cavill, M. J., Nuzzo, J. L., Urbiztondo, Z. G., & McBride, J. M. (2007). Mechanical efficiency during repetitive vertical jumping. *European journal of applied physiology*, 101(1), 115–123. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0480-1>
- McNeill, C., Beaven, C. M., McMaster, D. T., & Gill, N. (2021). Eccentric Force-Velocity Characteristics during a Novel Squat Protocol in Trained Rugby Union Athletes-Pilot Study. *Journal of functional morphology and kinesiology*, 6(2), 32. <https://doi.org/10.3390/jfmk6020032>
- Mike, J. N., Cole, N., Herrera, C., VanDusseldorp, T., Kravitz, L., & Kerksick, C. M. (2017). The Effects of Eccentric Contraction Duration on Muscle Strength, Power Production, Vertical Jump, and Soreness. *Journal of strength and conditioning research*, 31(3), 773–786. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001675>
- Moir, G. (2015). *Strength and conditioning: a biomechanical approach*.
- Moir, G. L., Munford, S. N., Moroski, L. L., & Davis, S. E. (2018). The Effects of Ballistic and Nonballistic Bench Press on Mechanical Variables. *Journal of strength and conditioning research*, 32(12), 3333–3339. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001835>
- Nickols-Richardson, S. M., Miller, L. E., Wootten, D. F., Ramp, W. K., & Herbert, W. G. (2007). Concentric and eccentric isokinetic resistance training similarly increases muscular strength, fat-free soft tissue mass, and specific bone mineral measurements in young women. *Osteoporosis international: a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*, 18(6), 789–796. <https://doi.org/10.1007/s00198-006-0305-9>
- Nunes, J. P., Kassiano, W., Costa, B., Mayhew, J. L., Ribeiro, A. S., & Cyrino, E. S. (2021). Equating Resistance-Training Volume Between Programs Focused on Muscle Hypertrophy. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 51(6), 1171–1178. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01449-2>
- Pearson, J., Wadhi, T., Barakat, C., Aube, D., Schoenfeld, B. J., Andersen, J. C., Barroso, R., Ugrinowitsch, C., & De Souza, E. O. (2021). Does Varying Repetition Tempo in a Single-Joint Lower Body Exercise Augment Muscle Size and Strength in Resistance-Trained Men? *Journal of strength and conditioning research*, 10.1519/JSC.0000000000003953. Advance online publication. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003953>
- Riemann, B. L., Lapinski, S., Smith, L., & Davies, G. (2012). Biomechanical analysis of the anterior lunge during 4 external-load conditions. *Journal of athletic training*, 47(4), 372–378. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.4.16>
- Roig, M., O'Brien, K., Kirk, G., Murray, R., McKinnon, P., Shadgan, B., & Reid, W. D. (2009). The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 43(8), 556–568. <https://doi.org/10.1136/bjism.2008.051417>

- Scott, B. R., Duthie, G. M., Thornton, H. R., & Dascombe, B. J. (2016). Training Monitoring for Resistance Exercise: Theory and Applications. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, *46*(5), 687–698. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0454-0>
- Siff, M. C., & Verkhoshansky, Y. (2000). Superentrenamiento. Barcelona: Paidotribo. Verkhoshansky, Y. (1999). *Todo sobre el método pliométrico. Capítulos, 1*.
- Son, J. W., Lee, S. S., Kim, S. R., Yoo, S. J., Cha, B. Y., Son, H. Y., & Cho, N. H. (2017). Low muscle mass and risk of type 2 diabetes in middle-aged and older adults: findings from the KoGES. *Diabetologia*, *60*(5), 865-872.
- Srikanthan, P., Horwich, T. B., & Tseng, C. H. (2016). Relation of Muscle Mass and Fat Mass to Cardiovascular Disease Mortality. *The American journal of cardiology*, *117*(8), 1355–1360. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2016.01.033>



## ANEXO

Tabla I. Características de los estudios

| ESTUDIO                        | PARTICIPANTES  | GRUPO EXPERIMENTAL  | EJERCICIOS / TAREA   | INTENSIDAD  | DURACIÓN / FRECUENCIA  | VARIABLES DE MEDIDA   | RESULTADOS   |
|--------------------------------|--|---|--|---|--|---|--|
| <b>Brown et al. (1990)</b>     | 15 hombres (5 no entrenados, 5 de resistencia con 5 años de experiencia en competición, 5 entrenados con pesas con 3 años de experiencia).   | <ul style="list-style-type: none"> <li>5 participantes no entrenados (UT).</li> <li>5 entrenados en resistencia (ET).</li> <li>5 entrenados en fuerza (WT).</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Prensa de piernas hasta el fallo.</li> </ul>  | 60,70 y 80% de 1RM.   | 1 sesión.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>[La]<sup>1</sup>.</li> <li>Trabajo mecánico (TM).</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; TW en 60% respecto a 70% y 80%, debido al &gt; N° de reps.</li> </ul>  |
| <b>Craig y Kang (1994)</b>     | 4 hombres experimentados en el entrenamiento de fuerza: 24.3 ± 0.4 años. 172.5 ± 2.3 cm. 77.2 ± 3.2 kg.  | <p><u>Medidas repetidas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Serie única al 75%: (n=4)</li> <li>Serie única al 90%: (n=4)</li> <li>Series progresivas al 75%: (n=4)</li> <li>Series progresivas al 90%: (n=4)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Serie única: total de repeticiones en 15s en media sentadilla.</li> <li>Serie progresiva: 2 series al fallo en media sentadilla.</li> </ul>                 | 75 y 90% 1RM <sup>2</sup>   | 2 semanas; 4 sesiones; 48h entre sesiones.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>[La].</li> <li>GH<sup>3</sup>.</li> <li>Potencia (W).</li> <li>Trabajo mecánico (TM).</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; TM en las repeticiones al 90% respecto 75%.</li> <li>&gt; TM total en las series al 75% debido a &gt; N° total de reps.</li> <li>A &gt; TM &gt; niveles de GH.</li> </ul>  |
| <b>McBride et al. (2002)</b>   | 26 hombres deportistas con 2-4 años de experiencia en entrenamiento de fuerza: 24.2 ± 1.8 años. 181.7 ± 3.5 cm. 84.4 ± 4.6 kg.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sentadilla con salto al 30% 1RM (JS30): (n=9).</li> <li>Sentadilla con salto al 80% 1RM (JS80): (n=10).</li> <li>Grupo control: (n=7).</li> </ul>  | <p><u>Sentadilla con salto:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>JS30: 5 series de sentadilla con salto al 30%1RM.</li> <li>JS80: 4 series de sentadilla con salto al 80%1RM.</li> </ul> | 30% y 80% 1RM   | 8 semanas.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Altura de salto.</li> <li>Pico de potencia</li> <li>TM.</li> <li>EMG<sup>4</sup>.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; TM en JS30 respecto a JS80.</li> <li>No hay correlaciones significativas entre el TM y las otras variables de medida.</li> </ul>   |
| <b>Cormie et al. (2007)</b>    | <p><u>26 hombres activos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grupo potencia (P): 22.1 ± 3.2 años. 176.7 ± 8.4cm. 81.6 ± 18.8 kg.</li> <li>Grupo Fuerza-Potencia (SP): 20.5 ± 1.1 años. 174.8 ± 8.7 cm. 79.8 ± 15.2 kg.</li> <li>Grupo control (C): 20.0 ± 2.9 años. 175.7 ± 4.5 cm. 85.5 ± 24.0 kg.</li> </ul> | <p><u>3 grupos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>P: (n=10)</li> <li>SP: (n=8)</li> <li>C: (n=8)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Salto CMJ con peso corporal y barra.</li> </ul>   | <p><u>Cinco intensidades diferentes:</u></p> <p>Masa corporal (es decir, sin carga externa) y 20, 40, 60 y 80 kg.</p>   | <p><u>12 semanas:</u></p> <p>Las semanas 1 a 6 = 3 días de entrenamiento cada 14 días. Las semanas 7 a 12 = 2 días a la semana de entrenamiento.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Potencia máxima relativa a la masa corporal (PP).</li> <li>Altura del salto (JH).</li> <li>La fuerza máxima relativa a la masa corporal (PF).</li> <li>Velocidad máxima (PV).</li> <li>TM</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; TM total en el entrenamiento de potencia respecto al de fuerza máxima combinado con potencia.</li> <li>&gt; TM excéntrico en el entrenamiento de potencia respecto al de fuerza máxima combinado con potencia.</li> <li>&gt; TM concéntrico en el entrenamiento de potencia respecto al de fuerza máxima combinado con potencia.</li> </ul>  |
| <b>McCaulley et al. (2007)</b> | 8 participantes entrenados en salto: 21.7 ± 2.2 años. 177.2 ± 6.6 cm. 73.7 ± 8.6 kg.   | <p><u>Medidas repetidas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grupo SJ<sup>5</sup>: (n=8)</li> <li>Grupo CMJ<sup>6</sup>: (n=8)</li> <li>Grupo 75DJ<sup>7</sup>: (n=8)</li> <li>Grupo 125DJ<sup>8</sup>: (n=8)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>30 saltos repetitivos con 4 condiciones: SJ, CMJ, 75DJ y 125DJ.</li> </ul>  | Peso corporal y al 75% y 125% del CMJ.  | 1 sesión de 90.0 ± 7.0 min   | <ul style="list-style-type: none"> <li>[La].</li> <li>Consumo de O<sup>2</sup>.</li> <li>Eficiencia mecánica</li> <li>Trabajo mecánico.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; TM con 125DJ en comparación con todas las demás condiciones de salto.</li> <li>TM negativo 125DJ &gt; 75DJ &gt; CMJ.</li> <li>Correlación significativa positiva (r = 0,68) entre ME y el trabajo negativo realizado en 125DJ, 75DJ y CMJ.</li> </ul>  |
| <b>Crewther et al. (2008)</b>  | 11 hombres experimentados en el entrenamiento de fuerza: 26.6 ± 6.7 años. 179.6 ± 6.2 cm. 79.0 ± 8.1 kg.   | <p><u>Medidas repetidas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sentadilla supina (potencia, hipertrofia y fuerza máxima): (n=11).</li> <li>Máquina Smith (potencia, hipertrofia y fuerza máxima): (n=11).</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sentadilla supina y sentadilla en máquina Smith.</li> </ul>   | <p><u>Potencia:</u> 8 series de 6 reps al 45% 1RM.</p> <p><u>Hipertrofia:</u> 10 series de 10 reps al 75% 1RM.</p> <p><u>Fuerza máxima:</u> 6 series por 4 reps al 88% 1RM.</p> | 4 sesiones   | Fuerza de contracción<br>Velocidad  | <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; carga = &gt; TM en sentadilla supina (fase excéntrica) y sentadilla en Smith (concéntrica).</li> <li>Para la fase concéntrica de la sentadilla supina, la carga de 1RM al 88% produjo &gt; TM que las cargas de 1RM al 45% o al 75%, pero no se encontraron diferencias entre las dos intensidades más ligeras. El TM por repeticiones fue superior en el esquema de hipertrofia, y el esquema de potencia también produjo mayor TM total que el esquema de fuerza máxima, excepto por la fase excéntrica de la sentadilla Smith.</li> </ul> |

|                              |  |   |   |   |   |   |  |
|------------------------------|--|---|---|---|---|---|--|
| <b>McBride et al. (2009)</b> | 10 estudiantes experimentados en el entrenamiento de fuerza: 21.8 ± 1.9 años. 176.3 ± 7.0 cm 92.4 ± 9.5 kg. 1RM en sentadilla (kg): 170.8 ± 24.9. Ratio 1RM: 1.9 ± 0.2.  | <u>Medidas repetidas:</u><br>• Hipertrofia (H): (n=10)<br>• Fuerza máxima (FM): (n=10)<br>• Potencia (P): (n=10)  | • Sentadilla trasera.<br>• Sentadilla con salto (peso corporal).  | <u>3 protocolos:</u><br>1) H: 4 series de 10 reps en sentadilla al 75% 1RM.<br>2) FM: 11 series de 3 reps al 90% 1RM.<br>3) P: 8 series de 6 reps de sentadilla con salto al 0% 1RM.  | 3 semanas de duración (1 semana de descanso entre sesiones).                                  | • Volumen de la carga (VL).<br>• Volumen de carga de la fuerza máxima dinámica (MDSVL).<br>• Tiempo bajo tensión (TUT).<br>• Trabajo total/Trabajo mecánico (TW). | No hubo diferencias significativas entre los 3 protocolos respecto al TM.  |
| <b>Baroni et al. (2011)</b>  | 17 atletas jugadores de fútbol: 17.5 ± 1.41 años. 177.0 ± 0.0 cm. 733.5 ± 5.0 kg.  | <u>2 protocolos:</u><br>• Concéntrico (CON): (n=8).<br>• Excéntrico (EXT): (n=9).   | • Extensión de rodilla en máquina isocinética.  | <u>3 protocolos:</u><br>1) Isométrico: 3 reps de 5s a 60° de flexión.<br>2) CON: 100 reps a máxima intensidad a 90°/s divididas en 10 series de 10 reps.<br>3) EXT: 100 reps a máxima intensidad a 90°/s divididas en 10 series de 10 reps. | 1 día.  | • Máximo isométrico de extensión de rodilla en concéntrico y excéntrico.<br>• Pico de fuerza y fuerza media de los extensores de rodilla.<br>• TM                 | • TM extensor de rodilla: excéntrico > concéntrico.<br>• Índice de fatiga extensora de rodilla: excéntrico < concéntrico.  |
| <b>Headley et al. (2011)</b> | <u>1ª PARTE (P1):</u> 17 participantes sanos con al menos 2 años de entrenamiento con pesas: 24.9 ± 0.9 años. 178.2 ± 1.5 cm. 88.4 ± 4.1 kg.<br><u>2ª PARTE (P2):</u> 12 participantes con al menos 2 años de entrenamiento con pesas: 27.3 ± 1.7 años. 175.6 ± 2.1 cm. 87.6 ± 4.2 kg. | • Grupo P1: (n=17).<br>• Grupo P2: (n=12).  | • Press banca.  | <u>P1:</u> 5 series de 6, 4, 2, 1 y 1 repeticiones al 50, 75, 85, 90 y > 90% 1RM respectivamente.<br><u>P2:</u> 4 series de: (4reps al 55%; 5 reps al 60%; 6 reps al 65%; reps al fallo al 75% 1RM respectivamente).                        | <u>P1:</u> 2 sesiones con 5 días de diferencia.<br><u>P2:</u> 4 sesiones separadas en 5 días. | • TM<br>• Lactato<br>• Testosterona<br>• GH<br>• Cortisol<br>• CK   | • > Cargas a movilizar utilizando un tempo (2/0/2) en comparación con un tempo más lento (2/0/4).<br>• > TM en cada serie y total utilizando un tempo (2/0/2) en comparación con un tempo más lento (2/0/4). |
| <b>Riemann et al. (2012)</b> | 16 participantes universitarios activos (8 hombres y 8 mujeres): 20.4 ± 1.2 años. 170 ± 0,8 cm. 70.6 ± 11.2 kg   | <u>Medidas repetidas:</u><br>0% / 12.5% / 25% y 50% del peso corporal: (n=16).  | • Zancada frontal.  | 0% / 12.5% / 25% y 50% del peso corporal: (n=16).   | 1 sesión / 45min  | • Ángulo de flexión del tobillo, rodilla y cadera.<br>• Impulso (Nm*s/kg)<br>• TM concéntrico y excéntrico.   | > TM en las fases excéntricas que concéntrica.<br>> TM cuando > carga: Cadera > Rodilla > tobillo.   |
| <b>Marston et al. (2017)</b> | 13 hombres: 25.0 ± 1.4 años. 7 mujeres: 23.4 ± 1.4 años. Con experiencia en el entrenamiento de fuerza.  | <u>Medidas repetidas:</u><br>• Grupo hipertrofia (H): (n=20)<br>• Grupo Fuerza máxima (FMAX): (n=20)  | • Press banca.<br>• Remo sentado.<br>• Prensa.<br>• Jalón al pecho.<br>• Press militar<br>• Extensión de rodilla<br>• Curl de bíceps. | • 3 series de 10 reps al 70 % 1RM para 10 RM.<br>• 5 series x 5 reps al 85 % 1RM para 5 RM.   | 5 sesiones  | • TM<br>• VL<br>• Intensidad  | No hubo diferencias en el TM entre la metodología de hipertrofia y fuerza máxima.  |
| <b>Moir et al. (2018).</b>   | 11 hombres entrenados en fuerza: 23.0 ± 1.4 años. 21–26 años; 185.0 ± 0.9 cm; 98.4 ± 14.4 kg; experiencia en entrenamiento de fuerza: 5.9 ± 1.2 años.  | <u>Medidas repetidas:</u><br>• Reps no balísticos al 30% 1RM (30N-B):<br>• Reps balísticos al 30% 1RM (30B):<br>• Reps no balísticos al 90% 1RM (90N-B):<br>• Reps balísticos al 90% 1RM (90B): | • Press banca.  | 3 series de 5 reps al 30% (30N-B).<br>3 series de 5 reps al 30% (30B).<br>3 series de 4 reps al 90% (90N-B).<br>3 series de 4 reps al 90% (90B)   | 3 semanas / 4 sesiones  | • Fuerza de reacción vertical media del suelo.<br>• Potencia de salida promedio.<br>• TM.   | • TM total 30B > 30N-B.<br>• TM total 90N-B > 30N-B.<br>• TM total 90B > 30N-B.<br>• TM total 90B > 30N-B; 30B y 90N-B   |

[La]<sup>1</sup>: Lactato. 1RM<sup>2</sup>: Repetición máxima. GH<sup>3</sup>: Hormono de crecimiento. EMG<sup>4</sup>: Electromiografía. SJ<sup>5</sup>: Salto estático. CMJ<sup>6</sup>: Salto con contramovimiento. 75DJ<sup>7</sup>: saltos con caída desde el 75 % de la altura máxima de salto del CMJ. 125DJ<sup>8</sup>: saltos con caída desde el 125 % de altura máxima del CMJ.