

TRABAJO FIN DE MÁSTER



UNIVERSITAS
Miguel Hernández



c e n t r o d e
i n v e s t i g a c i ó n d e l
d e p o r t e

Universidad Miguel Hernández de Elche

Máster Universitario en Rendimiento Deportivo y Salud

**RESPUESTAS MECÁNICAS, FISIOLÓGICAS Y
PERCEPTIVAS EN SESIONES PURAS Y MIXTAS DE
ENTRENAMIENTO DE FUERZA**

Autor:

Fernando Guerrero Cayuela

Director:

Rafael Sabido Solana

Elche, 01 de Septiembre de 2021

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	¡Error! Marcador no definido.
1. INTRODUCCIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
2. MÉTODO.....	6
3. RESULTADOS.....	10
4. BIBLIOGRAFÍA.....	¡Error! Marcador no definido.



RESUMEN

Introducción: El objetivo del presente estudio es determinar si existe una pérdida de rendimiento sobre la producción de velocidad y/o potencia, la concentración de lactato y la calificación de las respuestas de esfuerzo percibido en sesiones puras y mixtas de entrenamiento de fuerza ante cargas de máxima potencia con un número determinado de repeticiones. Además, se completaron estas variables con otras fisiológicas y perceptivas para estudiar así su relación. **Método:** Quince sujetos varones físicamente activos asistieron a tres sesiones de familiarización. En todas las sesiones se realizaron cuatro series y diez repeticiones de los ejercicios correspondientes. Las primeras dos sesiones fueron de familiarización y se realizaron los tres ejercicios: Sentadilla (SQ), Press Banca Lanzado (PBL) y Remo Tumbado (RT). En la tercera sesión se determinó la carga de máxima potencia a través de un test progresivo 1RM en los tres ejercicios además de una última sesión de familiarización. En la cuarta y quinta sesión se realizaron las sesiones puras de SQ y PBL respectivamente. Por último, la sexta y séptima sesión consistió en combinar los ejercicios SQ y PBL y el PBL y RT respectivamente.

Palabras clave:



1. Introducción

El concepto de variabilidad ha sido ampliamente estudiado y utilizado en el rendimiento deportivo, especialmente en el entrenamiento de fuerza. Actualmente el entrenamiento de fuerza es aceptado como un componente esencial de cualquier programa de entrenamiento independientemente de los objetivos del deportista (Willardson, 2006).

Así, muchos entrenadores organizan el entrenamiento de fuerza en fases secuenciales y períodos de tiempo definidos con el fin de aumentar el potencial de lograr objetivos de rendimiento mientras se minimiza el sobreentrenamiento. A este método lógico de organizar el entrenamiento se le conoce como Periodización. Además, como parece obvio, los programas periodizados han demostrado tener mejores resultados que programas no periodizados (Williams et al., 2017).

Las adaptaciones que se generan con un programa de entrenamiento de fuerza están claramente condicionadas por la intensidad. Actualmente se conocen muchas posibilidades de cómo controlar la intensidad, todas ellas con unas determinadas ventajas e inconvenientes, algunas de ellas son: la resistencia a vencer en valor absoluto en cada repetición (Kg), la resistencia relativa a una carga máxima (%1RM), cuantificar el número de repeticiones por serie, el carácter del esfuerzo (CE) y, por último, la velocidad a la que se desplaza una determinada resistencia (m/s).

La velocidad de ejecución es, de todos ellos, el elemento más determinante de la intensidad, debido a que, tanto las exigencias neuromusculares, como los efectos del entrenamiento dependen en gran medida de la velocidad conseguida ante una misma resistencia (González-Badillo y Ribas-Serna, 2002). Además, el control de la velocidad nos va a facilitar el conocimiento y registro de las variables más determinantes para el entrenamiento de la fuerza: la potencia pico (PP), la potencia media (PM) y la velocidad media propulsiva (VMP).

Una de las estrategias más utilizadas en la periodización de programas de entrenamiento de fuerza es basado en el principio de variabilidad. Éste hace referencia a la necesidad de aplicar constantemente estímulos diferentes y variados durante el entrenamiento para evitar el estancamiento y conseguir el máximo rendimiento.

A raíz de este conocimiento nacen algunas variantes del entrenamiento, una de las opciones más conocidas y estudiadas es el diseño de sesiones de entrenamiento de fuerza en circuito. Definida por la ejecución continua de una serie de ejercicios, lo que más interés genera en los entrenadores es la posibilidad de reducir el tiempo de sesión en comparación con los entrenamientos de series individuales. Este método de entrenamiento ha demostrado ser muy eficaz para aumentar algunas variables relacionadas con el rendimiento y la salud, como el consumo máximo de oxígeno, ventilación pulmonar, capacidad funcional y fuerza mientras se reduce grasa corporal y se mejora la composición corporal (Camargo et al., 2008; Harber et al., 2004). La mayoría de los estudios hasta esa fecha eran en sujetos sedentarios o poco entrenados y medían variables más relacionados con el ámbito de la salud. Por ello, posterior a estos hallazgos, Alcaraz y colaboradores (2011) estudiaron los efectos de un programa de ocho semanas de entrenamiento de fuerza tradicional, considerado como series puras (SP), y un entrenamiento en circuito (GC). El grupo SP ejecutaba de manera individual de tres a seis

series de seis ejercicios con tres minutos de recuperación intra e interserie, y el GC hacía los mismos ejercicios y series, pero de manera continua con 35 segundos de recuperación interserie. Sus resultados no mostraron diferencias significativas en las adaptaciones generadas en las ganancias de fuerza y de masa muscular. Así, los autores concluyeron que ambos métodos son igualmente válidos y eficaces para sujetos entrenados con la ventaja de que el GC es más eficiente.

Así pues, una vez demostrado la eficacia de este tipo de programas, nacen otras formas de estructurar el entrenamiento con el objetivo de seguir reduciendo el tiempo de sesión procurando mantener las adaptaciones que se generan en el deportista.

En base a esta idea, nacen las superseries y las series pares o mixtas. Las superseries son definidas como la ejecución continua, con o sin descanso, de dos ejercicios del mismo grupo muscular, mientras que las series pares o mixtas lo hacen en dos grupos musculares diferentes (Robbins, Young, Behm, y Payne, 2010).

Tradicionalmente las superseries se han utilizado más en el contexto estético que de rendimiento ya que estas inducen el aumento de la fatiga muscular y respuestas metabólicas, y en consecuencia proporcionar un aumento de la hipertrofia muscular (Robbins, Young, Behm, Payne, et al., 2010). Además, estudios como el de Weakley y colaboradores (2017) han demostrado que parecen generar una excesiva concentración de lactato en sangre, aumentan significativamente la percepción de esfuerzo mayor, reducen del rendimiento en el salto CMJ y aumentan significativamente la liberación de hormonas como la testosterona o la creatina quinasa (CK) por lo que limitan o condicionan el rendimiento, como mínimo, las posteriores 24 horas.

Estas conclusiones hacen que para muchos entrenadores estas metodologías no puedan ser incluidas en los programas de entrenamiento de muchos deportistas. No obstante, Baker y Newton (2005) demostraron que la ejecución de un ejercicio de musculatura antagonista al posterior agonista parece aumentar la producción de la potencia de este debido a una inhibición recíproca de la musculatura antagonista en ese ejercicio. Su estudio comparó el efecto que generaba la realización o no realización previa de un Remo Tumbado (RT) a un posterior Press Banca Lanzado (PBL) y los resultados mostraron una producción mayor de potencia cuando este PBL estaba precedido por el RT. Además, Burke y colaboradores (1999) ya obtuvieron resultados similares en el torque de la musculatura agonista en el ejercicio Press Banca tras la realización de un RT medido con un dinamómetro. De nuevo, estos investigadores comprobaron la hipótesis de que el reflejo de estiramiento/acortamiento o índice elástico puede haber sido el responsable de la fuerza adicional observada. No obstante, Maynard y Ebben (2003) no encontraron estos beneficios en el torque ni en la actividad electromiográfica en una combinación de ejercicios isocinéticos de flexión de rodilla en máquina y posteriormente extensión de rodilla en máquina. Más tarde Robbins y colaboradores (2010) analizaron por primera vez si este efecto de inhibición antagonista podía mantenerse durante un entrenamiento con un total de tres series, un esfuerzo de 4RM y dos minutos de descanso entre ejercicios (cuatro entre series) en la ejecución de series mixtas de PB y RT en sujetos entrenados. Lo compararon con otro grupo que sólo hizo las tres series del ejercicio PB y observaron que no se encontraron diferencias significativas entre grupos en el número de repeticiones conseguidas en ninguna de las tres series ni en la actividad electromiográfica.

Además, recientemente se ha demostrado que tras comparar dos protocolos, uno de superseries y otro de series pares se produce un descenso significativo del rendimiento en el número de repeticiones completadas y un mayor lactato acumulado en el grupo de las superseries (De Souza et al., 2017).

Todos estos resultados muestran la eficacia y eficiencia que los diseños de sesiones de series pares o mixtas pueden tener, no obstante, existe muy poca literatura que confirme a largo plazo sus adaptaciones y corroboren estos beneficios sobre un programa tradicional. Uno de los estudios que asegura esta eficiencia longeva es el de Robbins y colaboradores (2009), el cual no encontró diferencias significativas en el rendimiento de fuerza máxima (1RM) al comparar dos protocolos, uno tradicional con series individuales y otro de series mixtas (registrando hasta la mitad de tiempo promedio por sesión) durante ocho semanas de entrenamiento en sujetos entrenados.

Todas estas conclusiones parecen confirmar que las series pares o mixtas pueden ser una estrategia efectiva y eficiente para programas de acondicionamiento en sujetos entrenados (Robbins, Young, Behm, y Payne, 2010). Lo que no parece estar claro es en el diseño y en las variables que compondrían la sesión.

En esta línea, la variable que primeramente hay que definir para diseñar sesiones con esta metodología es el volumen o número de series óptimo, el porcentaje de esfuerzo o intensidad y los tiempos de descanso entre series para un sujeto entrenado.

En primer lugar, la variable que mayor consenso parece haber en la literatura es en el volumen o número de series. La mayoría de ensayos han sido realizados con tres series y entre musculatura agonista y antagonista en el miembro superior mostrando un consenso unánime de que un sujeto entrenado es capaz de beneficiarse y no perder rendimiento (Robbins, Young, Behm, y Payne, 2010). Además, el trabajo de Hernández-Davó (2016) demostró que, con la recuperación mínima de dos minutos, hombres entrenados podrían mantener sus valores de potencia pico hasta cinco series.

En cuanto a la intensidad, el trabajo de Robbins y colaboradores (2010) no mostró ninguna caída del rendimiento en el número de repeticiones registradas en el 4RM con tres series de series mixtas de RT y PB.

Por último, donde parece haber más disparidad de opiniones es en el tiempo de descanso entre series y ejercicios. Esta última variable es una de las más estudiadas y teóricamente, parece lógico pensar que son necesarios intervalos de descanso lo suficientemente largos para permitir que los músculos ejercitados resinteticen la fosfocreatina y la adenosina intramusculares trifosfato y para eliminar metabolitos perjudiciales para el trabajo producción (Green, 1997). En un principio, parecía que la recomendación general era que, como mínimo, de 3 a 5 minutos entre series o ejercicios (Kramer et al., 1997; Pearson et al., 2000). Pero por otro lado, descansos tan largos parecen limitar el efecto de potenciación que ofrece la realización de la musculatura agonista (Maia et al., 2014). Así mismo, Robbins y colaboradores (2010) demostraron que cuatro minutos son tiempo suficiente para no reducir el rendimiento durante tres series de PB y RT ante cargas del 4RM en sujetos entrenados. Poco después, los mismos autores realizaron el mismo protocolo pero reduciendo los tiempos de descanso a dos minutos y concluyendo que era tiempo insuficiente y que el rendimiento se veía significativamente mermado desde la

segunda serie (Robbins, Young, y Behm, 2010). Más tarde, en el estudio ya comentado de Hernández-Davó y colaboradores (2016) determinaron que existiría una caída del rendimiento en la potencia pico en hombres entrenados cuando el descanso programado es menor de dos minutos en el ejercicio PBL. Los mismos autores, recientemente han publicado los datos de un estudio similar en sujetos entrenados en el ejercicio Remo Pendlay en máquina Smith en el que parece que un minuto es suficiente para no observar una caída significativa en el rendimiento (Sabido y Hernández-Davó, 2021). Y por último, los datos de Maia y colaboradores (2014) han mostrado mejores resultados con intervalos de descanso más cortos (30 segundos y un minuto), en comparación a intervalos más largos (tres y cinco minutos) en series mixtas en ejercicios de flexión y extensión de rodilla en sujetos no entrenados.

Parece estar claro que un sujeto entrenado podría beneficiarse de la eficiencia de la metodología de las series mixtas en programas que estén diseñados con un mínimo de dos minutos de recuperación entre series, que podría no reducir su rendimiento ante un mínimo de tres series y hasta frente a un porcentaje de esfuerzo máximo, combinando ejercicios agonista y antagonista en el miembro superior. No obstante, no está claro si generaría interferencia o no, la combinación de ejercicios del miembro inferior con otro del miembro superior en sujetos entrenados, o incluso, si durante la combinación de ejercicios agonistas y antagonistas del miembro superior en valores de fuerza, potencia y velocidad ante un menor tiempo de descanso.

2. Método

2.1. Objetivo

Determinar si existe una pérdida de velocidad y/o potencia significativa en sesiones puras y mixtas de entrenamiento de fuerza ante cargas de máxima potencia con un número determinado de repeticiones.

2.2 Hipótesis

- No encontraremos diferencias significativas en la pérdida de velocidad cuando combinamos ejercicios de diferentes grupos musculares y diferentes miembros (SQ y PBL).
- Si existirá interferencia cuando se realicen ejercicios del mismo miembro, aunque sea musculatura agonista-antagonista (PBL y RT).
- Además, la percepción de esfuerzo y las resultantes de lactato [La₂] serán significativamente mayores en las sesiones mixtas, y especialmente mayores en la mixta de miembro superior agonista-antagonista (PBL y RT).

2.3. Muestra

Quince sujetos varones físicamente activos (edad = $26 \pm 10,36$ años; Peso = $77 \pm 9,11$ kg; 1RM SQ = $94 \pm 20,30$; 1RM PB = $82 \pm 15,56$) aceptaron voluntariamente a participar en este estudio. Todos ellos tenían, al menos, dos años de experiencia en el entrenamiento de fuerza, con un mínimo de dos sesiones semanales. Los criterios de inclusión fueron: hombres, con un rango de edad de 18 a 53 años y que respondan negativamente al

Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). Participantes que sufran algún tipo de patología o cualquier tipo de limitación funcional fueron excluidos.

Los participantes recibieron instrucciones de abstenerse de cualquier entrenamiento adicional relacionado con la fuerza muscular, tanto de miembro superior, como de miembro inferior durante el periodo de la recolección de datos. No hubo control sobre la ingesta nutricional y las indicaciones fueron que todos los sujetos mantuvieran sus pautas habituales. La ingesta de cafeína se evitó 3 horas antes de las pruebas para evitar su efecto en los valores. Todos recibieron una explicación detallada del propósito y los métodos del estudio antes de firmar el consentimiento aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Miguel Hernández de Elche de acuerdo con la declaración de Helsinki. Todos los sujetos tenían más de 18 años.

2.4. Variables y material

Todas las sesiones se realizaron en una máquina Smith (Multipower Fitness, Peroga, Murcia, España). Esta máquina permite solo el desplazamiento vertical de la barra a lo largo de un carril fijo, sus barras de guía y cojinetes están especialmente diseñados para una fuerza de fricción muy baja entre la barra y los rieles de soporte. La máquina Smith no tenía ningún tipo de mecanismo de contrapeso. El peso de la barra, incluido el sistema de guía, totalizó 20 kg. La carga se agregó introduciendo discos de igual peso en ambos extremos de la barra.

Para el control de la velocidad y para la realización de los test se utilizó el transductor de velocidad Velowin (Velowin v.1.8.321, Deportec, Murcia, España). Velowin es un sistema optoelectrónico formado por una cámara infrarroja y un marcador reflectante con una frecuencia de muestreo de 500hz. La calibración fue acorde a las instrucciones el fabricante y los cálculos de las variables analizadas se realizaron automáticamente con los algoritmos del software (Velowin v.1.8.321). Dos estudios han examinado su validez y fiabilidad para medir la velocidad de ejecución en el entrenamiento de fuerza. García-Ramos y colaboradores (2018) encontraron una alta validez ($r=0.97-0.98$) y fiabilidad ($CV=4.29-4.60\%$) entre los sistemas Velowin y T-Force. Además, Laza-cagigas y colaboradores (2018) también observó una alta validez ($r=0.96$) y fiabilidad ($CV=7.3\%$ e $ICC=0.97$) del sistema Velowin con respecto a un sistema 3D en el ejercicio sentadilla trasera.

Se analizó también, el lactato en sangre [La₂], mediante el analizador Lactate Scout (Lactate Scout; Senselab, Leipzig, Alemania), cuya precisión es de $0,1 \text{ mmol L}^{-1}$ (Tanner et al., 2010). Todas las muestras fueron tomadas en el lóbulo de la oreja derecha. La muestra Pre-sesión se tomó un minuto tras la finalización del calentamiento y la muestra Post-sesión se tomó un minuto después del final de la última serie correspondiente a la sesión de la intervención. Para el análisis estadístico se utilizó la diferencia Pre y Post-sesión.

Por último, con objetivo de conocer la percepción subjetiva del esfuerzo de los participantes se utilizó la escala OMNI-RES (Robertson et al., 2003). Así, se preguntó a todos los sujetos cómo de dura le había resultado la sesión 30 minutos tras su finalización, considerando “Descanso” (0) y “Máximo Esfuerzo” (10).

2.5. Diseño y procedimiento

Para cada sujeto, todas las sesiones estaban separadas por 48 horas. Todas las sesiones se llevaron a cabo a la misma hora del día para controlar los ritmos circadianos y su efecto sobre el rendimiento neuromuscular (Mora-Rodríguez, Pallarés, López-Samanes, Ortega, y Fernández-Elías, 2012). A su vez, el calentamiento, descrito en la intervención, fue común en todas las sesiones. Durante todas las repeticiones los sujetos fueron instruidos para realizar la fase concéntrica a la máxima velocidad posible, siendo esta la única fase analizada en el presente estudio. Además, se brindó un constante ánimo por parte del examinador para motivar a los participantes con el objetivo de conseguir el máximo rendimiento por parte de los participantes durante todo el estudio.

La primera sesión fue utilizada para determinar algunas de las variables relacionadas con la composición corporal (talla, peso, e IMC), cuestionario de evaluación, datos personales e historial de salud. Durante la misma y la posterior, se realizaron dos sesiones de familiarización que consistieron en realizar cuatro series de diez repeticiones de los tres ejercicios que realizarían durante la intervención, SQ, PBL y RT con una carga de máxima potencia aproximada a través de la velocidad.

2.5.1. Determinación de la carga de máxima potencia a través de la estimación del 1RM

Tras las dos sesiones de familiarización, se procedió a determinar la carga de máxima potencia en función del porcentaje submáximo correspondiente de la 1RM para los ejercicios SQ, PBL y RT. Su determinación se realizó a través de un test progresivo de cargas mediante la medición de la velocidad de la fase concéntrica con una pausa entre las fases de aproximadamente 1,5 segundos para minimizar el efecto rebote del ciclo estiramiento-acortamiento y conseguir mediciones más reproducibles y consistentes (Sánchez-Medina et al, 2013). Se realizaron con cada carga tres repeticiones separadas a su vez con tres minutos de recuperación entre series, donde únicamente fue registrada la mejor repetición. Para ambos ejercicios la carga inicial fue de 20kg y se incrementó 10kg hasta la alcanzar una Velocidad Media Propulsiva (VMP) correspondiente al 80% con el objetivo de que toda la fase concéntrica sea propulsiva y hacer por tanto, una estimación del 1RM con un error inferior al 2% (Sánchez-Medina et al., 2014; Sánchez-Medina, Pérez, y González-Badillo, 2010).

A continuación, siguiendo con los trabajos Sánchez-Medina et al (2013), aplicamos el porcentaje submáximo concreto para cada uno de los ejercicios para determinar así la carga de máxima potencia. De manera que para el ejercicio SQ, la carga de máxima potencia fue del 60% del 1RM, en el ejercicio PBL el 37% y en el RT el 46%.

2.5.2. Intervención

Todas las sesiones estuvieron compuestas por un calentamiento común, que se dividió en dos partes. La primera, el calentamiento general, que consistió en la realización de cinco minutos de estiramientos y movilidad articular tanto del miembro inferior como del miembro superior. Concretamente se realizó el siguiente protocolo: 1x10 flexo-extensión de cuello; 1x5 inclinación lateral del cuello; 1x5 rotación del cuello; 1x10 circunducción de brazos (simultáneo); 1x10 circunducción de la cadera; 1x10 flexo-extensión de rodilla (simultáneo); 1x10 circunducción de tobillo. La segunda parte del calentamiento, correspondiente a la parte específica, estuvo formada por dos series de diez repeticiones

para cada ejercicio con unas cargas relativas del 25 y 50% y con el 15 y 30% en los ejercicios de SQ y PBL respectivamente.

El protocolo estuvo compuesto por un total de siete sesiones, separadas 72 horas para asegurar una recuperación completa, incluyendo la parte de *familiarización* y *Test* (Figura 1). Más concretamente este fue el desarrollo del estudio:

- Sesión 1: Familiarización (cuatro series de 10 repeticiones de los ejercicios SQ, PBL y RT con 1 minuto de descanso).
- Sesión 2: Familiarización (cuatro series de 10 repeticiones de los ejercicios SQ, PBL y RT con 1 minuto de descanso).
- Sesión 3: Test progresivo 1RM en SQ, PB y RT.
- Sesión 4: Series puras de SQ (cuatro series de 10 repeticiones con 1 minuto de descanso).
- Sesión 5: Series puras de PB (cuatro series de 10 repeticiones con 1 minuto de descanso).
- Sesión 6: Series mixtas miembro inferior-miembro superior (SQ y PBL) (cuatro series de 10 repeticiones combinando ambos ejercicios con 1 minuto de descanso).
- Sesión 7: Series mixtas de miembro superior agonista-antagonista (PBL y RT) (cuatro series de 10 repeticiones combinando ambos ejercicios con 1 minuto de descanso).

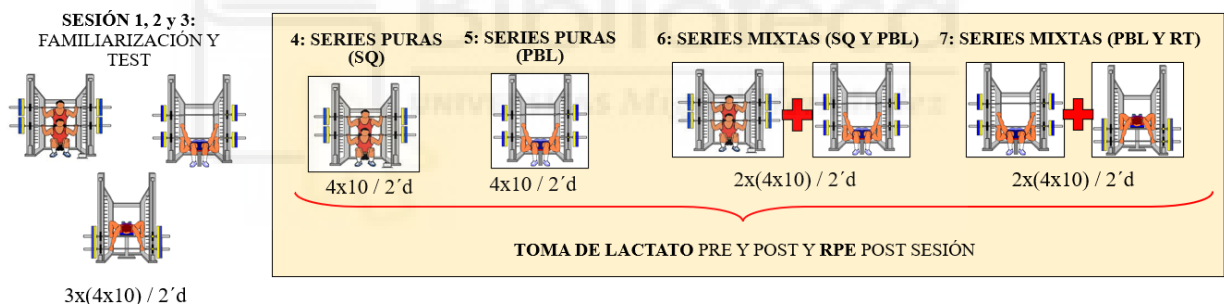


Figura 1: Protocolo de intervención con las siete sesiones descritas gráficamente.

3. Bibliografía

- Alcaraz, P., Pérez-Gomez, J., Chavarrias, M., & Blazevich, A. (2011). Similarity in adaptations to high-resistance circuit vs traditional strength training in resistance-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2519-2527.
- Baker, D., & Newton, R. U. (2005). Acute Effect on Power Output of Alternating an Agonist and Antagonist Muscle Exercise During Complex Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 202-205.
- Brady, F. (1998). A Theoretical and Empirical Review of the Contextual Interference Effect and the Learning of Motor Skills. *Quest*, 50(3), 266-293.
- Brady, F. (2004). Contextual interference: a meta-analytic study. *Perceptual and Motor Skills*, 99, 116-126.
- Burke, D. G., Pelham, T. W., & Holt, L. E. (1999). The Influence of Varied Resistance and Speed of Concentric Antagonistic Contractions on Subsequent Concentric Agonistic Efforts. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(3), 193-197.
- Camargo, M. D., Stein, R., Ribeiro, J. P., Schwartzman, P. R., Rizzatti, M. O., & Schaan, B. D. (2008). Circuit weight training and cardiac morphology: A trial with magnetic resonance imaging. *British Journal of Sports Medicine*, 42(2), 141-145.
- De Souza, J. A. A. A., Paz, G. A., & Miranda, H. (2017). Blood lactate concentration and strength performance between agonist-antagonist paired set superset and traditional set training. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 34(3), 145-150.
- García-Ramos, A., Pérez-Castilla, A., & Martín, F. (2018). Reliability and concurrent validity of the Velwin optoelectronic system to measure movement velocity during the free-weight back squat. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 13(5), 737-742.
- Gentile, A. M. (1972). A Working Model of Skill Acquisition with Application to Teaching. *Quest*, 17(1), 3-23.
- González Badillo, Juan Jose, & Ribas Serna, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza libro*.
- González Badillo, Juan José, Sánchez Medina, L., Pareja Blanco, F., & Rodríguez Rosell, D. (2017). *La velocidad de ejecución como referencia para la programación, control y evaluación del entrenamiento de fuerza*.
- Green, H. J. (1997). Mechanisms of muscle fatigue in intense exercise. *Journal of Sports Sciences*, 15(November 2011), 37-41.
- Harber, M. P., Fry, A. C., Rubin, M. R., Smith, J. C., & Weiss, L. W. (2004). Skeletal muscle and hormonal adaptations to circuit weight training in untrained men. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 14(3), 176-185.
- Herández-Davó, J. L., Botella-Ruiz, J., & Sabido, R. (2016). Influence of strength level on the rest interval required during an upper-body power training season. *Journal Of Strength and Conditioning Research*, 31(2), 339-347.
- Kramer, J. B., Stone, M. H., O'Bryant, H. S., Conley, M. S., Johnson, R. L., Nieman, D. C., Honeycutt, D. R., & Hoke, T. P. (1997). Effects of Single vs. Multiple Sets of

- Weight Training. *Journal of Strength and Conditioning Research* (Vol. 11, Issue 3, pp. 143–147).
- Laza-cagigas, R., Goss-sampson, M., Larumbe-zabala, E., Naclerio, F., Goss-sampson, M., & Larumbe-zabala, E. (2018). Validity and reliability of a novel optoelectronic device to measure movement velocity, force and power during the back squat exercise. *Journal of Sports Sciences*, 00(00), 1–8.
- Magill, R. A., & Hall, K. G. (1990). A review of the contextual interference effect in motor skill acquisition. *Human Movement Science*, 9(3-5), 241–289.
- Maia, M. F., Willardson, J. M., Paz, G. A., & Miranda, H. (2014). Effects of different rest intervals between antagonist paired sets on repetition performance and muscle activation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2529–2535.
- Maynard, J., & Ebben, W. (2003). The Effects of Antagonist Prefatigue on Agonist Torque and Electromyography. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(3), 469–474.
- Mora-Rodríguez, R., Pallarés, J. G., López-Samanes, Á., Ortega, J. F., & Fernández-Eliás, V. E. (2012). Caffeine ingestion reverses the circadian rhythm effects on neuromuscular performance in highly resistance-trained men. *PLoS ONE*, 7(4).
- Pearson, D., Faigenbaum, A., Conley, M., & Kraemer, W. J. (2000). The National Strength and Conditioning Association's Basic Guidelines for the Resistance Training of Athletes. *Strength and Conditioning Journal*, 22(4), 14–27.
- Robbins, D., Young, W., & Behm, D. (2010). The effect of an upper-body agonist-antagonist resistance training protocol on volume load and efficiency. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2632–2640.
- Robbins, D., Young, W., Behm, D., & Payne, W. (2009). Effects of agonist-antagonist complex resistance training on upper body strength and power development. *Journal of Sports Sciences*, 27(14), 1617–1625.
- Robbins, D., Young, W., Behm, D., & Payne, W. (2010). Agonist–Antagonist Paired Set Resistance Training: A brief Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2873–2882.
- Robbins, D., Young, W., Behm, D., Payne, W., & Klimstra, M. (2010). Physical performance and electromyographic responses to an acute bout of paired set strength training versus traditional strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1237–1245.
- Robertson, R. J., Goss, F. L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., Frazee, K., Dube, J., & Andreacci, J. (2003). Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(2), 333–341.
- Sabido, R., & Hernández-Davó, J. L. (2021). Mechanical, physiological and perceptual responses to different rest interval conditions during consecutive sets of the high-pull exercise. *International Journal of Physical Education, Fitness and Sports*, 10(1), 1–9.
- Sánchez-medina, L., González-Badillo, J. J., Pérez, C. E., & García-Pallars, J. (2013). Velocity- and Power-Load Relationships of the Bench Pull vs . Bench Press

- Exercises. *International Journal of Sports Medicine*, 35(3), 209–216.
- Sánchez-Medina, L., Pérez, C. E., & González-Badillo, J. J. (2010). Importance of the propulsive phase in strength assessment. *International Journal of Sports Medicine*, 31(2), 123–129.
- Tanner, R. K., Fuller, K. L., & Ross, M. L. R. (2010). Evaluation of three portable blood lactate analysers: Lactate Pro , Lactate Scout and Lactate Plus. *European journal of applied physiology*, 109, 551–559.
- Weakley, J. J. S., Till, K., Read, D. B., Roe, G. A. B., Darrall-Jones, J., Phibbs, P. J., & Jones, B. (2017). The effects of traditional, superset, and tri-set resistance training structures on perceived intensity and physiological responses. *European Journal of Applied Physiology*, 117(9), 1877–1889.
- Willardson, J. M. (2006). A brief review: Factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 978–984.
- Williams, T. D., Tulusso, D. V, Fedewa, M. V, & Esco, M. R. (2017). Comparison of Periodized and Non-Periodized Resistance Training on Maximal Strength : A Meta-Analysis Data were extracted and independently coded by two. *Sports Medicine*, 47(10), 2083-2100
- Wulf, G., Schmidt, R. A., Wulf, G., & Schmidt, R. A. (1994). Feedback-Induced Variability and the Learning of Generalized Motor Programs. *Journal of Motor Behavior*, 26(4), 348–361.

