

Análisis del efecto agudo del entrenamiento de sentadilla y su incidencia en el salto vertical

Analysis of the acute effect of squat training and its incidence on vertical jump

Carlos Castilla-Osuna

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Escuela Universitaria de Osuna.
Universidad de Sevilla

Juan Antonio Vázquez-Diz

Profesor titular de la Escuela Universitaria de Osuna. Universidad de Sevilla.
ORCID: 0000-0001-9927-8472

Resumen:

Objetivo: El estudio analizó los efectos del entrenamiento de sentadillas en la altura del CMJ con distintas cargas y un VL estándar. Además, se evaluó qué grupo mostró mayores mejoras según a la hora de realizar las series con diferentes % de RM y la duración del efecto de los diferentes entrenamientos en el salto vertical.

Metodología: Se evaluó el RM en sentadillas antes del programa y se formaron tres grupos con cargas del 40%, 60% y 80% RM, manteniendo un 10% de pérdida de velocidad (VL). Cada grupo realizó 3 saltos CMJ antes del entrenamiento, seguido de 3 series de sentadilla con un ENCODER lineal (T-Force) y descansos de 2 minutos. Posteriormente, se midieron nuevamente 3 saltos CMJ inmediatamente después, a los 3 y 6 minutos, utilizando un OPTOJUMP.

Resultados: Tras el entrenamiento, la altura del salto CMJ disminuyó en todos los protocolos. La mayor caída ocurrió inmediatamente después del ejercicio, con descensos de 4,49 cm (40% RM), 4,59 cm (60% RM) y 3,82 cm (80% RM) respecto al CMJ previo. A los 6 minutos, la reducción fue menor, pero ningún grupo recuperó su nivel inicial.

Conclusión: El entrenamiento con un 10% de pérdida de velocidad genera fatiga en los sujetos, aunque esta es menor con cargas del 80% RM. Ningún grupo logró mejorar su salto inicial, pero contractándolo con otros estudios la metodología puede favorecer el rendimiento en fuerza máxima (1RM), sprint y salto CMJ. Además, el uso de cargas bajas con volumen bajo aumentó la fatiga afectando el salto vertical y la recuperación. En cambio, las cargas altas con bajo volumen fueron más beneficiosas, ya que redujeron la fatiga y mejoraron los resultados. Sin embargo, se recomienda continuar investigando esta metodología

para comprender mejor sus efectos y optimizar su aplicación en el entrenamiento deportivo.

Palabras clave: Salto con contramovimiento; Sentadilla; Carga; Volumen; Pérdida de velocidad.

Abstract:

Objective: The study analyzed the effects of squat training on CMJ height using different loads and a standard velocity loss (VL). Additionally, it evaluated which group showed the greatest improvements when performing sets with different % of RM and the duration of the training effects on vertical jump performance.

Methodology: The subjects' RM in squats was assessed before the program, and three groups were formed with loads of 40%, 60%, and 80% RM, maintaining a 10% velocity loss (VL). Each group performed three CMJ jumps before training, followed by three squat sets measured with a linear ENCODER (T-Force) and 2-minute rest intervals. Afterward, three CMJ jumps were reassessed immediately after training, at 3 minutes, and at 6 minutes, using an OPTOJUMP.

Results: CMJ height decreased in all protocols after training. The greatest drop occurred immediately after exercise, with reductions of 4.49 cm (40% RM), 4.59 cm (60% RM), and 3.82 cm (80% RM) compared to the initial CMJ. At 6 minutes, the reduction was smaller, but no group regained their baseline performance.

Conclusion: Training with a 10% velocity loss induces fatigue in subjects, though it is lower with 80% RM loads. No group improved their initial jump, but compared to other studies, this methodology may enhance performance in maximal strength (1RM), sprint, and CMJ. Additionally, using low loads with low volume increased fatigue, negatively impacting vertical jump and recovery. In contrast, high loads with low volume were more beneficial, as they reduced fatigue and improved results. However, further research is recommended to better understand the effects of this methodology and optimize its application in sports training.

Keywords: Countermovement Jump; Squat; Load; Volume; Velocity Loss.

1. INTRODUCCIÓN.

Antes de comenzar con la investigación, es importante explorar la fisiología del reclutamiento de las fibras musculares. Según Henneman (1965), las unidades motoras se organizan de manera ordenada es decir que se activan en función de la magnitud de fuerza requerida. En otras palabras, las unidades motoras se reclutan de menor a mayor según el umbral de fuerza, dependiendo del esfuerzo que el individuo aplique, comenzando con las unidades motoras de umbral inferior o pequeñas y progresando hacia las de umbral superior o más grandes (Sale, 1987). A medida que las unidades motoras inferiores se fatigan debido

al ejercicio, se reclutan más unidades motoras para mantener la producción de fuerza (Fischer, Steele y Smith 2013). Además, según Sale 1987, comenta que el orden de reclutamiento de las unidades motoras está relacionado con la susceptibilidad a la activación y el tamaño de las motoneuronas (Fischer, Steele y Smith, 2013). Las unidades motoras resistentes a la fatiga se activan con ejercicios de baja intensidad y prolongados, mientras que las unidades motoras más grandes se reclutan con ejercicios cortos e intensos (Fischer, Steele y Smith, 2013). Por lo tanto, esto hace entender que realizar series de ejercicios de resistencia cercanas al fallo muscular puede aumentar el reclutamiento de unidades motoras y mejorar la producción de fuerza (Fischer, Steele y Smith, 2013). Sin embargo, la investigación muestra resultados contradictorios, algunos indican que entrenar cerca del fallo muscular aumenta la fuerza, mientras que otros sugieren que ambos enfoques de entrenamiento (cerca del fallo o no) generan mejoras similares (Grgic J et al (2021).

Además, según American College of Sports Medicine indica que la progresión y el reclutamiento de las fibras musculares o Unidades Motoras (UM) va a ir en relación con el programa de entrenamiento. El programa debe ser un proceso individualizado donde se debe utilizar un equipo apropiado, con un diseño adaptado al rendimiento del sujeto, con un programa óptimo y utilizando técnicas de ejercicios necesarias para la ejecución de la actividad segura y efectiva, así un buen desarrollo y progreso de nuestro proyecto puede causar diferentes beneficios y mejoras.

Por consiguiente, en la última década se ha producido un notable incremento en la implantación de programas de entrenamiento de fuerza en el deporte para niños y adolescentes. Esta revisión del entrenamiento de fuerza y resistencia incluye beneficios potenciales para la salud, estado físico y además evitar lesiones. Así mismo la fuerza influye directamente en el estado de salud y en la capacidad de fitness, así la práctica de la hipertrofia o la potencia muscular pueden llevar a mejoras fisiológicas, para que adolescentes y jugadores estén en estados óptimos para su rendimiento (Comité Nacional de Medicina del Deporte Infantojuvenil 2018).

Para la mejora óptima del entrenamiento y generar beneficios potenciales debemos tener en cuenta la configuración del estímulo, es decir para producir adaptación en las unidades motoras, los ejercicios de los programas de entrenamiento tienen que estar asociados habitualmente a la combinación de las diferentes variables del ejercicio de resistencia aguda (tipo y orden del ejercicio, carga, número de repeticiones y series, duración del descanso y velocidad del

movimiento) (Sánchez-Medina, L., González-Badillo et al 2011). La mayoría de estas variables han sido investigadas y han recibido una considerable atención, pero una cuestión que sigue siendo desatendida y que tiene un gran abanico de mejora es la posibilidad de manipular el número de repeticiones realizadas correctamente en cada serie respecto al número máximo que se puede completar (Sánchez-Medina, L., González-Badillo et al 2011).

El impacto de ajustar la cantidad de repeticiones efectuadas en cada serie en relación con el máximo posible con una carga específica es conocido como "nivel de esfuerzo", el cual, según un número creciente de estudios, ha emergido como un factor crucial en la influencia de las respuestas inmediatas y las adaptaciones posteriores al entrenamiento de resistencia (RT) (Rodríguez-Rosell, Yáñez-García et al 2021). Para ello y como hemos comentado anteriormente un buen programa de entrenamiento con dispositivos electromagnéticos y nuevas tendencias del ejercicio físico nos pueden dar óptimos resultados y mayores beneficios.

Por eso una de las últimas actualizaciones sobre tendencias en ejercicio físico es el VBT ("Velocity Based Training"). Esta tendencia nos da la información y tiene el control de la carga y la intensidad de nuestros deportistas a través de la velocidad de ejecución. Observar la disminución en la velocidad de repetición lograda en cada serie constituye un enfoque altamente preciso y conveniente para medir el nivel de esfuerzo durante el RT. Gracias a los avances tecnológicos recientes, este seguimiento de la velocidad puede ofrecer a los atletas información en tiempo real durante su entrenamiento (Rodríguez-Rosell, Yáñez-García et al 2020). En consecuencia, investigaciones recientes que emplean métodos de RT centrados en la velocidad han evaluado los impactos del entrenamiento con diversas magnitudes de pérdida de velocidad (VL) en cada serie de ejercicios (Rodríguez-Rosell, Yáñez-García et al 2020) y otras investigaciones donde se centra en el rango de carga relativa a la hora de crear respuestas neuromusculares teniendo en cuenta la pérdida de velocidad (Rodríguez-Rosell, Yáñez-García et al 2020).

Algunas investigaciones han presentado análisis realizados con sentadillas completas o profundas en estudios que han contrastado los efectos mecánicos y fisiológicos del entrenamiento de resistencia (RT) con diferentes niveles de pérdida de velocidad (VL) en comparación con un rango de cargas relativas (70–85% 1RM). Los hallazgos concluyen que una VL más elevada ($>20\%$) promueve adaptaciones hipertróficas, mientras que una VL más baja ($\leq 20\%$) resulta en mejoras similares o incluso superiores en la fuerza muscular, la resistencia

muscular y actividades de corta duración y alta velocidad, como el salto vertical y la carrera de velocidad (Rodríguez, Yáñez et al 2020).

Además, Según Rodríguez-Rosell y ayudantes, identificaron una relación curvilínea entre la pérdida de velocidad (VL) en las series y los cambios de porcentaje entre antes y después del entrenamiento en varias variables de fuerza, en este estudio tomaron el salto con contramovimiento (CMJ), y se mostró que los grupos con >20% de VL mostraron las mayores mejoras porcentuales. Sin embargo, una vez superado el umbral del 20% de VL, se observaron cambios considerablemente menores (Rodríguez, Yáñez et al 2020). Por lo tanto, estos estudios proporcionan información sobre la cantidad necesaria de entrenamiento de fuerza para mejorar el rendimiento físico y así proporcionar ideas a la hora de diseñar programas de ejercicio más eficaces (Rodríguez-Rosell, Yáñez-García et al 2020).

No obstante, es importante tener en cuenta una limitación, el alcance relativamente estrecho de las cargas utilizadas. Dado que el entrenamiento de resistencia con diversas cargas relativas puede causar adaptaciones neuromusculares diferentes, se requiere más investigación para comprender las adaptaciones causadas por programas de entrenamiento que establecen mismos umbrales de pérdida de velocidad en comparación con otros rangos de carga comúnmente empleados. Aunque estudios previos, (Wison, Greg et al 1993) no han mostrado diferencias en las mejoras de fuerza con distintas cargas relativas, parece que las cargas moderadas (50-70% de la repetición máxima - 1RM) podrían ser un estímulo más efectivo que las cargas pesadas (>80% 1RM) para aumentar el rendimiento en saltos y carreras de velocidad, lo que merece una investigación más detallada (Campos, Luecke et al 2002).

Por lo tanto, el objetivo de la investigación fue comparar los efectos de 1 programas de entrenamientos donde se utilizará diferentes cargas relativas en función del RM con el mismo límite de pérdida de velocidad para así observar cómo afectan estas cargas en el rendimiento físico y por consiguiente en la fuerza, además de ello en la capacidad de salto vertical de nuestros individuos.

2. MARCO TEÓRICO.

Dentro de este plan de entrenamiento, se centra principalmente en mejorar la capacidad de generar fuerza rápidamente frente a diferentes niveles de resistencia. También se enfocará en la capacidad de medir y monitorear de manera objetiva la carga de entrenamiento, ya que esto es fundamental para diseñar programas que sean efectivos y eficientes (Cormie, P., McGuigan et al 2011).

El entrenamiento basado en (VBT) es una opción práctica que utiliza tecnología para registrar la velocidad del levantamiento de la carga en tiempo real y ajustar las cargas de entrenamiento en función de estos datos de velocidad, así poder controlar y observar de manera cuantitativa los datos obtenidos y evitar errores (González-Badillo y Sánchez-Medina 2010). Para observar cómo influye el programa de entrenamiento, el protocolo se centrará sobre todo en los saltos verticales que ha sido una técnica habitual empleada por los entrenadores para evaluar la fuerza muscular relacionada con la capacidad de impulsarse verticalmente. Como resultado, la ejecución en el salto ha adquirido una relevancia significativa en las pruebas de aptitudes físicas tanto en el ámbito deportivo como en ciertos campos médicos. Específicamente, el test "Salto con Contramovimiento" (CMJ), se ha empleado para estimar la producción de fuerza en la unidad de tiempo (conocida como RFD), la habilidad para reclutar unidades motoras, y para evaluar la fuerza y potencia muscular (Jiménez Reyes, P., y González Badillo, 2011). Además, se pueden observar factores de desempeño específicos que influyen en el informe de una serie de variables cinemáticas y cinéticas diferentes, como la altura del salto, potencia máxima, potencia máxima relativa, velocidad de propulsión, fuerza máxima, tiempo excéntrico, tiempo concéntrico... (Claudino, Cronin et al 2017). En particular, la acción propulsora del tren inferior durante el salto vertical es utilizada regularmente como un método de evaluación de las características explosivas no solo en sujetos sedentarios sino también en atletas de élite (Jiménez Reyes, P., y González Badillo, 2011). Además, otro de los métodos como el ejercicio back squat o sentadilla trasera (SQ) es una de las técnicas más utilizadas a la hora de mejorar el rendimiento deportivo asimismo como fortalecer la extremidad inferior y proteger contra lesiones (Rodríguez-Rosell, Yáñez-García et al 2020). Así en este estudio y según Pallarés 2020 dentro de los distintos tipos de sentadillas según su grado de descenso, recomienda utilizar ejercicios F-SQ o P-SQ para mejorar la fuerza y el rendimiento funcional en deportistas entrenados (Rodríguez-Rosell, Yáñez-García et al 2020). Así mismo con una monitorización con ENCODER y un protocolo de sentadillas se puede medir la cinemática de la barra y conseguir valores importantes para los entrenamientos (Squadrone, R. et al, 2012), así como fundamentos relacionados con la potencia máxima, la fuerza máxima de reacción al suelo, la velocidad ejercida en el momento, la velocidad máxima con la barra entre ellos, por consiguiente estos resultados pueden ser útiles para determinar protocolos de entrenamientos específicos destinadas a diferentes áreas del trabajo carga-velocidad en sentadillas (Zink, A. J., Perry et al, 2006).

3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Una vez concluida esta revisión previa sobre los temas de la investigación, he podido observar datos sobre cómo afecta las diferentes cargas mediante la pérdida de velocidad en las adaptaciones del entrenamiento tanto sobre la hipertrofia y la fuerza en adultos sanos. Esto ha permitido realizar la formulación del problema que intenta solventar la realización de esta investigación:

- Es fundamental aumentar el número de investigaciones que examinen las conexiones relevantes entre las diferentes cargas de entrenamiento respecto a su RM con la mejoría en las adaptaciones musculares, si tiene más beneficios llegar al fallo muscular o no.
- Además de ellos, estos estudios deberían relacionar esta temática y comparar los estudios entre ellos para sacar una información relevante y sin holguras.

En base a estas pautas se intentará dar respuesta a las preguntas que surgen tras la formulación de estos problemas de investigación:

- ¿Cómo afecta la carga utilizada sobre la altura en el salto CMJ?
- ¿Cuántas repeticiones realizan cada grupo con el %VL indicado?
- ¿Cuánto dura el efecto del entrenamiento de fuerza sobre el CMJ?

4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

En base a la revisión sobre esta temática y los problemas de investigación planteados, los objetivos a completar este estudio son:

Objetivos Generales.

- Analizar los efectos del entrenamiento de la sentadilla en la altura del CMJ

Objetivos Específicos.

- Analizar qué grupos tienen mayores mejoras a la hora de realizar las series con diferentes % de RM.
- Estudiar cuánto dura el efecto de los diferentes entrenamientos en el salto vertical.
- Observar cuantas repeticiones realiza cada individuo respecto al entrenamiento propuesto y como mejora en las adaptaciones musculares.

5. HIPÓTESIS.

A continuación, se presentan las hipótesis derivadas de los problemas de investigación y los objetivos establecidos en el estudio:

- Hipótesis 1:

Existen relaciones significativas entre mayores %RM y misma VL de pérdida de velocidad con la mejora en las adaptaciones hipertróficas y la fuerza muscular.

- Hipótesis 2:

Existen relaciones significativas entre el % de carga y las repeticiones de ejecución, mientras mayor % RM, menor ejecución de repeticiones.

- Hipótesis 3:

Existen mayores beneficios y estímulos en el salto vertical con cargas moderadas antes que con cargas pesadas.

- Hipótesis 4:

Existen relaciones entre mayor esfuerzo realizado con mayor porcentaje de tiempo en producción de fuerza.

6. METODOLOGÍA

A continuación, se mostrarán las pautas y elementos que se han utilizado para la realización de esta investigación y por consiguiente del programa de entrenamiento, en este apartado podremos observar de manera ordenada: muestra, diseño, material y método y análisis estadístico.

6.1. MUESTRA.

En esta investigación la muestra la han compuesto un total de 44 alumnos, 38 hombres y 6 mujeres del grado de Ciencias de la actividad física y del deporte, de entre 21-24 años de edad, los cuáles practican deporte y están entrenados. Todos los participantes realizaron la investigación de manera voluntaria y a su vez aprendiendo la utilización en la misma universidad de las tecnologías utilizadas y los procedimientos llevados a cabo.

En la tabla 1 que se muestra a continuación, se expresa la media (m) y desviación típica (SD) de las características de los alumnos que participaron en este estudio.

Tabla 1: Muestra descriptiva de los sujetos de la investigación. (Fuente: Elaboración propia)

DESCRIPTIVOS	SEXO	MEDIA	±DESV.TÍPICA
EDAD	Todos	23,11	± 4,21
	Masculino	23,25	± 4,43
	Femenino	22	± 1,41
ALTURA	Todos	172,44 cm	± 28,01 cm
	Masculino	173,66 cm	± 29 cm
	Femenino	161,75 cm	± 3,77 cm
PESO	Todos	75,66 kg	± 13,14 kg
	Masculino	78,09 kg	± 11,72 kg
	Femenino	56,25 kg	± 5,37 kg

Los criterios de inclusión para formar parte de la muestra han sido:

- Estar presente en el momento de la recogida de datos.
- Confirmar su aceptación para participar en la recogida de datos.
- No haber sufrido una lesión en los dos últimos meses previos a la realización de la recogida de datos.

6.2. DISEÑO.

Para la realización de esta investigación tuvieron lugar unos tipos de análisis o toma de datos bien diferenciados, La primera toma de datos se llevó a cabo fuera del estudio, en este análisis se midió la fuerza en el tren inferior de todos los sujetos, más detalladamente su RM, para poder ser más eficiente y eficaz a la hora de la recogida de datos. En la segunda parte se llevó a cabo el entrenamiento a seguir, el cual se divide a su vez en tres partes sencillas, por un lado, el estudio se diferencia en tres grupos donde se realizó el programa de entrenamiento, cada grupo trabajó con una carga determinada y diferente al resto, cada programa de entrenamiento y cada grupo realizó el mismo procedimiento que consta de 3 partes, una primera parte donde se efectuó 3 saltos verticales seguidos, en este caso el CMJ, seguido de esto se realizó unas series de media sentadilla con la carga determinada y como tercera parte se realizó de nuevo el CMJ, en este caso 3 saltos en diferentes rangos de tiempo y por último y para finalizar los análisis, se desarrolló un análisis descriptivo entre los resultados obtenidos en cada uno de los grupos:

- Grupo 1: 40% RM – 10% pérdida de velocidad.
- Grupo 2: 60% RM – 10% pérdida de velocidad.
- Grupo 3: 80% RM – 10% pérdida de velocidad.

Con el objetivo de comprobar el grado de influencia concomitante de determinadas variables sobre otras.

6.3. MATERIAL Y MÉTODO

En esta parte del trabajo se explican 2 partes importantes del proceso que han intervenido en la realización del estudio, primero de todo, el procedimiento que se han llevado a cabo para conseguir los resultados obtenidos, en segundo lugar, los materiales que se han utilizado para la recogida de datos.

6.3.1. Método

La recogida de datos se llevó a cabo la segunda semana de abril, una semana tras haber buscado la RM en sentadilla de los sujetos evaluados y coincidiendo con la programación de la universidad en la asignatura de rendimiento deportivo. Se realizó la medición en orden numérico de los grupos. El proceso de medición se llevó a cabo en diferentes días por la mañana, donde el grupo 1 realizó el procedimiento el lunes entre las 9 de la mañana y las 11, el segundo grupo y el tercer grupo el jueves entre la 11 y las 3 del mediodía. La organización de la sesión fue la misma para todos los grupos y se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Calentamiento general llevado a cabo siempre por el mismo investigador, estaba compuesto por una parte de movilidad estática, estiramientos balísticos y una parte de fuerza. Posteriormente se realizó una parte de calentamiento específico donde se llevaban a cabo unas series cortas de sentadillas con el peso corporal.
- -Una vez los individuos estaban preparados se realizaba el test CMJ, para evaluar su salto vertical y ver la altura la cual partían los deportistas inicialmente para después observar los cambios.
- Una vez realizados ese test, cada individuo lleva a cabo a continuación las series de sentadillas profundas, 2 minutos de descanso entre serie.
- Al finalizar las series, los individuos volverían a realizar el salto CMJ, para observar los datos.

6.3.2. Materiales.

Para la obtención de datos se ha utilizado el siguiente material:

1 ENCODER lineal. Marca: T-FORCE.

Figura 1. Fotografía del ENCODER lineal: T-FORCE. (Fuente: Elaboración propia)



Figura 2. Fotografía del ENCODER lineal: T-FORCE (Fuente: Elaboración propia)



OPTOJUMP. Marca: MICROGATE

Figura 3. Fotografía de la plataforma de salto OPTOJUMP. (Fuente: Elaboración propia)



Figura 4. Fotografía de la plataforma de salto OPTOJUMP. (Fuente: Elaboración propia)



Máquina Smith. (Sin figuras)

6.3.3. Procedimiento.

Este trabajo se trata de una investigación sobre el efecto agudo que provoca las diferentes cargas de entrenamiento, así sea un 80% RM, un 60 % RM y un 40 % RM de la persona en la transferencia de fuerza al cuerpo y salto vertical del individuo. En este caso tendremos 3 grupos diferentes con su respectiva carga. Para conseguir información y obtener resultados estos individuos realizan repeticiones de media sentadilla o sentadilla paralela hasta una pérdida de velocidad del 10%, en este caso utilizaremos un dispositivo electromagnético para asegurar un programa óptimo, es decir un ENCODER lineal (T-FORCE), el cual es la mejor opción preferible para evaluar la velocidad de la barra e identificar errores técnicos de medición para las tecnologías de monitoreo emergentes. (Martínez-Cava A et al 2020). Para medir la velocidad de ejecución del levantamiento de carga, seguido de las series de sentadilla el individuo debe de realizar 3 saltos CMJ, justamente al terminar la serie, a los 3 minutos tras la realización de la serie y tras los 6 minutos. Medida por un OPTOJUMP.

Para ello en esta investigación los individuos se dividen en 3 grupos:

1º Parte: Medición del salto vertical a individuos de cada grupo para tener una información pre-entrenamiento y observar si hay mejora. Salto CMJ, 3 saltos previos.

2º Parte: Entrenamiento de fuerza.

- Grupo (1): 3 series de sentadilla profunda con un 80 %, 10% pérdida de velocidad, con un tiempo de descanso de 2' entre serie y justamente al terminar la 3º serie, salto CMJ, tras 3' y tras 6'.

- Grupo (2): 3 series de sentadilla profunda con un 60%, 10% pérdida de velocidad, con un tiempo de descanso de 2' entre serie y justamente al terminar la 3º serie, salto CMJ, tras 3'y tras 6'.
- Grupo (3): 3 series de sentadilla profunda con un 40 %, 10% pérdida de velocidad, con un tiempo de descanso de 2' entre serie y justamente al terminar la 3º serie, salto CMJ, tras 3'y tras 6'.

3ª Parte: Medición del salto vertical a individuos de cada grupo para tener una información post-entrenamiento, observar la mejora y obtener resultados.

7. RESULTADO.

En este apartado se muestran los resultados que se han obtenido en la realización de esta investigación. Además de la media aritmética de cada mejor repetición y salto de cada sujeto.

Tabla 2: Datos obtenidos de los sujetos a la hora de realizar el protocolo de la investigación con un VL del 10% y una carga del 40% del RM. (Fuente: Elaboración propia)

	PRE - CMJ			SERIES			POST - CMJ			POST - CMJ 3'			POST CMJ 6'		
	CMJ1	CMJ2	CMJ3	S1	S2	S3	CMJ1	CMJ2	CMJ3	CMJ1	CMJ2	CMJ3	CMJ1	CMJ2	CMJ3
N24	35,9	34	37,7	16	18	15	25,7	29,8	27,9	33,4	33,8	31	33,7	31,8	34,3
N25	22	26,4	26,5	16	9	12	20,9	21,7	22,7	22,9	23,4	24,6	22,7	23,4	25,5
N26	30,9	29,8	29,3	14	12	11	27,7	25,9	26,1	30	28,5	26,4	29,4	28,5	28,6
N27	34,8	33,7	34	17	15	18	25,3	25,8	25,7	30,5	29,2	29,1	32	31,5	30,5
N28	40,5	44,6	43,3	11	11	23	35,2	35,2	40,7	39,5	44	42	43,4	44,3	44,1
N29	31	31,4	0	7	14	8	25,3	29,6	30	32,6	32,6	35,9	33,1	34,8	36,1
N30	37,2	38,3	37,1	10	12	11	33,3	33,4	33,7	33,8	34,8	36,4	32,3	35,3	34,4
N31	32,1	33,1	31,6	13	9	8	28,8	27,8	27,5	32,4	31,8	27,7	29	29,3	26,8
N32	36,9	35,9	39	10	14	18	35,1	0	34,4	38,2	36,4	36,8	37,4	39,4	40,2
N33	32,6	33,5	35,7	15	8	10	28,5	29,1	27,1	31,6	33	33,1	31,1	32,1	30,8
N34	31,8	30,8	31,6	24	19	18	27	27,8	31	31,1	32,3	30	32	30,5	33

Tabla 3: Datos obtenidos de los sujetos a la hora de realizar el protocolo de la investigación con un VL del 10% y una carga del 60% del RM. (Fuente: Elaboración propia)

	PRE - CMJ			SERIES			POST - CMJ			POST - CMJ 3'			POST CMJ 6'		
	CMJ1	CMJ2	CMJ3	S1	S2	S3	CMJ1	CMJ2	CMJ3	CMJ1	CMJ2	CMJ3	CMJ1	CMJ2	CMJ3
N1	28,2	27,1	27,4	6	12	5	24,8	26,1	25,3	29,7	26,6	25,7	25,3	26,3	23,8
N2	19,8	21,8	20	5	4	6	18,4	18,4	17	16,4	18,9	18,6	20	18,5	18,2
N3	34	34,6	39,1	15	11	9	28,2	31,4	32,3	31,4	33,4	33,7	33,1	33,3	34,4
N4	35,3	36,1	34,6	12	12	14	31,8	33	32,8	/	35,3	38,2	35	35,5	34,3
N5	38,9	39,1	38,3	6	6	9	34,6	32,8	36,5	35	36,3	37,2	35,1	38,9	38,3
N6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N7	22,2	23	23,7	14	15	9	20,1	20,4	20,4	22	21,1	23,4	21,2	23,8	22,7
N8	44	45,3	45	7	3	5	35,7	37,5	36,5	38,7	36,5	41,4	39	41,2	38,9
N9	32,9	31,9	30,6	9	7	4	29,6	26,8	0	33,3	31,1	30	31	29,6	28,7
N10	33,7	32,4	35	9	9	5	28,4	28,7	0	32,8	31,6	0	33	32,3	31,3
N11	22,7	27,3	26,4	13	8	10	21,5	18,8	20,7	23,7	23,4	24,8	23,3	24,6	0
N12	45,5	42,1	41,7	6	5	5	34,2	34,7	35,2	37,6	36	36,6	35,3	37,2	36,7
N13	31,3	34,3	35	6	7	10	29,3	31,4	34	33,1	34,2	38,3	33	32,9	34,3

Tabla 4: Datos obtenidos de los sujetos a la hora de realizar el protocolo de la investigación con un VL del 10% y una carga del 80% del RM. (Fuente: Elaboración propia)

	PRE - CMJ			SERIES			POST - CMJ			POST - CMJ 3'			POST CMJ 6'		
	CMJ1	CMJ2	CMJ3	S1	S2	S3	CMJ1	CMJ2	CMJ3	CMJ1	CMJ2	CMJ3	CMJ1	CMJ2	CMJ3
N14	31,4	30,8	30,4	8	7	9	26,6	28,7	27,5	32	32,6	32,8	32,4	29,8	31
N15	30,6	30,5	30,8	5	20	16	29,1	28,6	29,7	31,6	32	31,9	30,3	30,6	30,4
N16	56,7	0	50,2	10	8	9	0	37,6	40,2	44,4	47,4	48,2	0	45,6	48,2
N17	41	39	37,9	7	12	8	33	31,1	31	37,4	33,9	33,4	34,8	33,7	32,5
N18	27,4	27,1	28,7	9	6	6	27,1	31,9	33,5	29,3	29	30,4	27,7	28,5	31,4
N19	34,6	32,1	0	6	9	6	29	29,3	32,1	32,8	32	33,3	32,3	35,1	32,4
N20	40,5	39,3	38,9	5	6	7	34,3	33,1	35,7	41,2	40,8	37,6	39,8	40,1	39,3
N21	20,8	19,9	21,7	8	8	11	21,6	21,5	19,8	20,2	20,2	20,1	19,5	20	20,9
N22	41,2	41,1	40,4	6	12	8	34,6	35,6	36,5	40	40,1	38,2	41,1	39,1	41,5
N23	34	35,2	33,4	4	5	8	31,9	30,3	32,6	37,4	35,7	35,1	34,6	33,3	35,9

Tabla 5: Datos obtenidos de los sujetos de la investigación, sacando la mejor marca y la media del VL del 10% y una carga del 40% del RM. (Fuente: Elaboración propia)

	PRE-CMJ	REPS	POST-CMJ	POST-CMJ 3'	POST-CMJ 6'
N24	37,7	18	29,8	33,8	34,3
N25	26,5	16	22,7	24,6	25,5
N26	30,9	14	27,7	30	29,4
N27	34,8	18	25,8	30,5	32
N28	44,6	23	40,7	44	44,3
N29	31,4	14	30	35,9	36,1
N30	38,3	12	33,7	36,4	35,3
N31	33,1	13	28,8	32,4	29,3
N32	39	18	35,1	38,2	40,2
N33	35,7	15	29,1	33,1	32,1
N34	31,8	24	31	32,3	33
MEDIA	34,89	16,82	30,40	33,75	33,77

Tabla 6: Datos obtenidos de los sujetos de la investigación, sacando la mejor marca y la media del VL del 10% y una carga del 60% del RM. (Fuente: Elaboración propia)

	PRE-CMJ	REPS	POST-CMJ	POST-CMJ 3'	POST-CMJ 6'
N1	28,2	12	26,1	29,7	26,3
N2	21,8	6	18,4	18,9	20
N3	39,1	15	32,3	33,7	34,4
N4	36,1	14	32,8	38,2	35,5
N5	39,1	9	36,5	37,2	38,9
N6					
N7	23,7	15	20,4	23,4	23,8
N8	45,3	7	37,5	41,4	41,2
N9	31,9	9	29,6	33,3	31
N10	35	9	28,7	32,8	33
N11	27,3	13	21,5	24,8	24,6
N12	45,5	6	35,2	37,6	37,2
N13	35	10	34	38,3	34,2
MEDIA	34,00	10,42	29,42	32,44	31,68

Tabla 7: Datos obtenidos de los sujetos de la investigación, sacando la mejor marca y la media del VL del 10% y una carga del 80% del RM. (Fuente: Elaboración propia)

	PRE-CMJ	REPS	POST-CMJ	POST-CMJ 3'	POST-CMJ 6'
N14	31,4	9	28,7	32,8	32,4
N15	30,8	20	29,7	31,9	30,6
N16	56,7	10	40,2	48,2	48,2
N17	41	12	33	37,2	34,8
N18	28,7	9	33,5	30,4	31,4
N19	34,6	9	32,1	33,3	35,1
N20	40,5	7	35,7	41,2	40,1
N21	21,7	11	21,6	20,2	20,9
N22	41,2	12	36,5	40,1	41,5
N23	35,2	8	32,6	37,4	35,9
MEDIA	36,18	10,7	32,36	35,27	35,09

Tabla 8: Datos obtenidos de las tablas anteriores, personas que han sido capaz de superar o aumentar el pre-CMJ. (Fuente: Elaboración propia)

	POST-CMJ	POST-CMJ 3'	POST-CMJ 6'	SUJETOS
40%	0	2	3	11
60%	0	4	1	13
80%	1	5	5	10
TOTAL	1	11	9	34

7.1.SENTADILLA 40 % RM - 10% VL.

En cuanto a los resultados de la tabla 2, podemos observar que el sujeto n:28 es el que ha conseguido más altura en el salto vertical y el sujeto n:34, es el que más repeticiones ha llegado a realizar.

Entrando en las medias y observando la tabla 5 se puede observar:

- Disminución de 4,49 cm en el salto vertical entre el pre-CMJ: 34,89 cm y el post-CMJ-instantáneo: 30,4 cm.
- Disminución de 1,15 cm en el salto vertical entre el pre-CMJ: 34,89 cm y el post-CMJ-3': 33,74 cm.
- Disminución de 1,12 cm en el salto vertical entre el pre-CMJ: 34,89 cm y el post-CMJ-6': 33,77 cm.
- En este caso fue el único grupo que obtuvo un aumento de 0,03 cm en el salto vertical entre post-CMJ-3': 33,74 cm y post-CMJ-6': 33,77 cm.
- Media de repeticiones de 16,81 repeticiones.

7.2. SENTADILLA 60 % RM - 10% VL.

En cuanto a los resultados de la tabla 3, podemos observar que el sujeto n:12 es el que ha conseguido más altura en el salto vertical y el sujeto n:7 y n:3 Son los que más repeticiones han llegado a realizar.

Entrando dentro de la media aritmética, en la tabla 6 se puede observar:

- Disminución entre el pre-CMJ: 34 cm y el post-CMJ-instantáneo: 29,41 con una pérdida de 4,59 cm.
- Disminución de 1,56 cm entre el pre-CMJ: 34 cm con el post-CMJ-3': 32,44 cm.
- Disminución de 2,33 cm entre el pre-CMJ: 34 cm y el post-CMJ-6': 31,67 cm.
- Además de ello disminución de 0,77 cm entre post-CMJ-3': 32,44 cm y post-CMJ-6': 31,67 cm.
- Media de repeticiones de 10,41.

7.3.SENTADILLA 80 % RM - 10% VL.

En cuanto a los resultados de la tabla 4, podemos observar que el sujeto n:16 es el que ha conseguido más altura en el salto vertical y el sujeto n:15, es el que más repeticiones ha llegado a realizar.

Entrando dentro de las medias y observando la tabla 7 se ha observado:

- Disminución de 3,82 cm del salto vertical respecto al pre-CMJ: 36,18 cm con el post-CMJ instantáneo: 32,36 cm.
- Disminución de 0,91 cm del salto vertical entre el pre-CMJ: 36,18 cm y el post-CMJ-3': 35,27 cm.
- Disminución de 1,09 cm del salto vertical entre el pre-CMJ: 36,18 cm y el post-CMJ 6': 35,09 cm.
- Además de ello disminución de 0,18 cm entre post-CMJ-3': 35,27 cm y post-CMJ 6': 35,09 cm.
- Media de repeticiones de 10,7 repeticiones.

7.4.RESULTADOS GENERALES.

En cuanto a los resultados de todas las tablas podemos observar que todos los sujetos han reducido su salto vertical después del protocolo llevado a cabo (post-CMJ-instantáneo). Solo el sujeto número 18, ha conseguido superar su pre-CMJ. Asimismo, la gran parte de los sujetos en el post-CMJ-3' han reducido su salto vertical respecto al pre-CMJ, pero con mucha menos diferencia que con

el post-CMJ-instantáneo, en este caso en la tabla 3-60%, 4/13 de los sujetos han podido superar o mantener su salto vertical, a diferencia de 9/13 que no han llegado a su pre-CMJ pero que se han quedado a 1 cm de ello. Así en la tabla 4-80%, 5/10 sujetos han superado o mantenido su salto vertical respecto al pre-CMJ y 5/10 han reducido su salto vertical, pero al igual que en la tabla 2, con poca diferencia. Por último, en la tabla 2-40%, 2/11 han conseguido aumentar o mantener su salto vertical y 9/11 han reducido su salto vertical. Como podemos observar en los datos, mientras se ha ido reduciendo el porcentaje de RM, menos personas han logrado llegar a su pre-CMJ en el post-CMJ-3'.

Entrando en el post-CMJ-6', en la tabla 3-60%, vemos grandes diferencias ya que solamente el sujeto 7 ha conseguido aumentar su pre-CMJ por 0,01 cm, es decir un 1/13 y 12/13 no han llegado a aumentar o mantener su pre-CMJ, otro dato interesante es que en el post-CMJ-3' solamente superaron su pre-CMJ 4/13 y en el post-CMJ-6' solamente lo ha superado 1/13 sujetos. Teniendo en cuenta los posts 3' y 6', 7/13 han reducido su salto vertical respecto al post-CMJ-3' y solamente 5/13 han podido aumentar su post-CMJ-3' y concluyendo que sólo 1 de estos 5 sujetos han llegado a aumentar su pre-CMJ. En la tabla 4-80%, 4/10 han logrado aumentar su post-CMJ-3' y solamente 3/10 han logrado aumentar su pre-CMJ, de estos 3 sujetos, el n6 y el n9 han ido aumentando su salto vertical progresivamente, reduciendo su salto vertical en el post-CMJ-instantáneo y el post-CMJ-3' y aumentando su salto vertical en el post-CMJ-6' superando su pre-CMJ. Por último, en la tabla 2-40%, 7/11 han logrado aumentar su post-CMJ-3 y solo 3 de esos 7 sujetos han aumentado su pre-CMJ.

Es decir, ha aumentado los sujetos que no han logrado llegar a su pre-CMJ en el post-CMJ-6' respecto al post-CMJ-3'.

8. DISCUSIÓN.

Teniendo en cuenta todos los datos y hasta el momento, un número limitado de estudios habían enfocado este tipo de protocolos en sus investigaciones, aun así se pueden remarcar datos de otros estudios que nos pueden aportar información si nuestra investigación se hubiera enfocado en una serie de semanas de trabajo, por lo tanto, los objetivos de este estudio fueron a) Analizar los efectos del entrenamiento de la sentadilla en la altura del CMJ y como objetivos más específicos, b) analizar qué grupos tienen mayores mejoras a la hora de realizar las series con diferentes % de RM, c) Estudiar cuánto dura el efecto de los diferentes entrenamientos en el salto vertical, d) Observar cuantas repeticiones

realiza cada individuo respecto al entrenamiento propuesto y como mejora en las adaptaciones musculares.

Entrando dentro de los protocolos y nuestra investigación se tiene que tener en cuenta que dependiendo del rendimiento de cada deportista, el entrenamiento les demandará más o menos energía, es decir los atletas más jóvenes o con menos adaptaciones al entrenamiento tendrán mayores beneficios que los individuos con muchas adaptaciones al entrenamiento, así en un estudio los jugadores o deportistas más jóvenes obtuvieron mayores ganancias en la altura del CMJ y el rendimiento que jugadores más longevos. (González-Badillo et al 2015).

Entrando en los objetivos y en los datos obtenidos, los sujetos mostraron menores resultados a la hora de realizar el salto CMJ después del protocolo, es decir la intensidad ejercida con distintas cargas generó disminución del salto vertical en los instantes seguidos a las series de sentadillas, así puede ser por la fatiga inducida o generada por la falta de entrenamiento o de adaptación. En cuanto a la mejora de cada grupo, no hubo diferencias significativas entre diferentes cargas, ya que la media de ningún grupo logró superar su marca inicial, aun así, un estudio mostró que el entrenamiento de fuerza y potencia motorizado durante un amplio tiempo y con una carga del 20-40% indujo mejoras en 1RM en sentadilla y mejoró el rendimiento tanto en salto vertical como en sprint (Helland, Hole et al, 2017).

Entrando en la duración del entrenamiento, ningún grupo logró recuperar el rendimiento en el salto como antes de realizar el protocolo, aun así los grupos con menos porcentajes de cargas no obtuvieron las marcas del inicio y por consiguiente el grupo del 60% de la carga, el entrenamiento, produjo una disminución del salto vertical en 3 sujetos desde el post-3' al post-6', es decir redujeron su salto aún más, en el caso del grupo que realizó la carga del 80% solo la mitad de los sujetos lograron superar su marca a partir de los 3', además de ello un metaanálisis concluyó que el entrenamiento de sentadilla con barra, 3 series con un 70% del 1RM con más de 10-9 repeticiones generaba una disminución de la altura del CMJ durante 48 horas, así reducir el número de repeticiones máximas a la mitad hace que se reduzca la fatiga y así garantizar una recuperación más activa y veloz, así recerca que un intervalo de descanso de 4-9 min tuvo un impacto más beneficioso sobre la altura del salto (Chen, Y., et al. 2023).

Además como datos importantes en una revisión sistemática podemos seleccionar que el trabajo con volúmenes de pérdida de velocidad puede ser una metodología efectiva y eficiente para mejorar el CMJ, la fuerza muscular, 1RM

y la rendimientto en sprint, además de ellos hay que tener en cuenta que para mejorar la fuerza muscular y las acciones de velocidad, el entrenamiento o protocolo no debe ser realizado con un VL alto durante la serie, ni llegar al fallo muscular, ya que se puede obtener mayores ganancias con menos fatiga, por consiguiente el entreno con velocidad de movimiento tiene mayores beneficios cuando se aplica una alta velocidad en la parte concéntrica del ejercicio, así y centrándonos en nuestro estudio al realizar la investigación con un volumen de pérdida bajo podemos beneficiar a la mejora del rendimiento funcional del CMJ y el sprint al ser realizado con menos carga de VL en las series y realizado a la velocidad máxima prevista (Baena-Marín, M., et al, 2022).

9. CONCLUSIONES

Una de las ventajas más importantes de esta metodología es que la velocidad de movimiento es una herramienta útil para monitorear y ajustar las cargas de entrenamiento, así como el VL de pérdida de velocidad durante el entrenamiento de resistencia, así esta metodología facilita al entrenador a programar las cargas y VL de trabajo puntuales a la capacidad de rendimiento actual del sujeto (Baena-Marín, M., et al, 2022).

Por consiguiente en este estudio no existen cambios significativos en generar efectos agudos en el salto vertical con un entrenamiento de media sentadilla, ha de tener en cuenta que los sujetos que realizaron la investigación con 40% y 60% de 1RM tuvieron mayores pérdidas en la altura del CMJ una vez realizado las series con respecto al 80% del RM, Aun así ninguno de los grupos logró superar la media de los saltos verticales iniciales es decir pre-CMJ después de realizar el protocolo, por lo que se deduce que el entrenamiento tuvo mayor impacto en la recuperación de gran parte de los individuos, es decir el entrenamiento produjo más fatiga en los sujetos con 40 y 60% que en los que llevaron a cabo el protocolo con 80% de la carga, además de ello el entrenamiento perduró más de lo establecido, así varios estudios muestran que los protocolos de efectos agudos de sentadillas no proporcionaron ningún beneficio a la hora de mejorar el salto vertical, solamente el protocolo de sentadilla pesada produjo mayores aumentos en el VStiff durante el CMJ. (Moir, Mergy et al, 2011) ;(Witmer, C.A., et al, 2010).

Así y con la evidencia de algunos artículos podemos concluir que con volúmenes de pérdida de velocidad más bajos (5-20%) se incrementan los resultados y el rendimiento porque la fatiga inducida es mucho menor, es decir al tener volúmenes de pérdida de velocidad bajos, el sujeto alcanza antes ese ajuste que

con volúmenes de pérdida de velocidad más altos, reduciendo así la fatiga y evitando el fallo muscular, ya que no hace falta llegar al agotamiento muscular para generar beneficios. (Baena-Marín, M., et al, 2022).

En este estudio se ha investigado y se ha llevado a cabo el protocolo utilizando el mismo volumen de pérdida de velocidad pero con distintas cargas, al realizar cargas bajas y volumen bajo el nivel de fatiga ha aumentado, llegando a realizar muchas repeticiones por el poco nivel de carga y generando mucha fatiga, así además llegando a afectar al salto vertical y a la recuperación, por otro lado al realizar cargas altas y volúmenes bajos los resultados son más beneficiosos porque no se llegaba al fallo muscular, ya que en algunos sujetos con pocas repeticiones llegaban al 10% de pérdida de velocidad por lo que se fatigan menos y tienen mayores resultados, aunque no hay mejora significativa en los resultados podemos concretar que con volúmenes bajos de pérdida de velocidad y cargas altas se pueden obtener mayores resultados y adaptaciones en el rendimiento de los sujetos. (Baena-Marín, M., et al, 2022).

10. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y APLICACIONES PRÁCTICAS.

La evidencia y los artículos científicos respaldan que los métodos de entrenamiento relacionado con la pérdida de velocidad podrían optimizar la prescripción de las adaptaciones del entrenamiento, así como la carga determinada al rendimiento de cada sujeto, por consiguiente, esta investigación nos permitirá programar entrenamientos de fuerza en ejercicios de sentadilla en distintos deportes colectivos de cara a mejorar la altura del CMJ entre otros, Aunque es importante seguir ampliando el campo de conocimientos realizando nuevas investigaciones.

Así las siguientes pautas son algunas recomendaciones a la hora de trabajar con pérdida de velocidad y basadas en artículos anteriores:

- Una magnitud de volumen de <20% en las series tiene adaptaciones en el rendimiento del sujeto, sin llegar a la fatiga.
- Trabajar con cargas altas y volúmenes pequeños tienen mayores beneficios.
- Un programa de entrenamiento con pérdida de velocidad con tres ejercicios realizados dos veces por semana podría tener cambios significativos en el salto CMJ, rendimiento en el sprint y 1RM.

- Es necesario un descanso entre 1'30 – 3' entre series para optimizar la velocidad máxima prevista.

11. LIMITACIONES DEL ESTUDIO.

Las limitaciones de esta investigación han causado marcas por la poca o nula familiarización de los sujetos con las pruebas planteadas y que a veces llevaban mucho tiempo de explicación y una correcta explicación de las mismas, por consiguiente y además de ello el poco acostumbrados a trabajar con porcentaje de pérdida de velocidad, sobre todo en personas con poca experiencia y adaptación con trabajo de pesas. Relacionado con esto, se trata de una muestra muy heterogénea, ya que, si es cierto que había muchos sujetos con poca o nula familiarización aun estando en un grado de ciencias de la actividad física y del deporte, por lo que hay que tener cierta cautela a la hora de generalizar los resultados obtenidos de la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American College of Sports Medicine (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(3), 687–708.
- Baena-Marín, M., Rojas-Jaramillo, A., González-Santamaría, J., Rodríguez-Rosell, D., Petro, J. L., Kreider, R. B., & Bonilla, D. A. (2022). Velocity-Based Resistance Training on 1-RM, Jump and Sprint Performance: A Systematic Review of Clinical Trials. *Sports (Basel, Switzerland)*, 10(1), 8.
- Chen, Y., Su, Q., Yang, J., Li, G., Zhang, S., Lv, Y., & Yu, L. (2023). Effects of rest interval and training intensity on jumping performance: a systematic review and meta-analysis investigating post-activation performance enhancement. *Frontiers in physiology*, 14, 1202789.
- Campos, G. E., Luecke, T. J., Wendeln, H. K., Toma, K., Hagerman, F. C., Murray, T. F., Ragg, K. E., Ratamess, N. A., Kraemer, W. J., & Staron, R. S. (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *European journal of applied physiology*, 88(1-2), 50–60.
- Claudino, J. G., Cronin, J., Mezêncio, B., McMaster, D. T., McGuigan, M., Tricoli, V., Amadio, A. C., & Serrão, J. C. (2017). The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*, 20(4), 397–402.
- Sale D. G. (1987). Influence of exercise and training on motor unit activation. *Exercise and sport sciences reviews*, 15, 95–151.

- Comité Nacional de Medicina del Deporte Infantojuvenil (2018). Entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes: beneficios, riesgos y recomendaciones [Strength training in children and adolescents: benefits, risks and recommendations]. Archivos argentinos de pediatría, 116(6), S82-S91.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: part 2 - training considerations for improving maximal power production. Sports medicine (Auckland, N.Z.), 41(2), 125-146.
- Fisher J, Steele J, Bruce-Low S, Smith D. (2011). Evidence-Based Resistance Training Recommendations. Med Sport 15 (3): 147-162, 2011.
- Fisher J, Steele J, Smith D. (2013). Evidence-Based Resistance Training Recommendations for Muscular Hypertrophy. Medicina Sportiva 17(4):217-235.
- González-Badillo, J. J., Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Abad-Herencia, J. L., Del Ojo-López, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2015). Effects of velocity-based resistance training on young soccer players of different ages. Journal of strength and conditioning research, 29(5), 1329-1338.
- González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. International journal of sports medicine, 31(5), 347-352.
- Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Orazem, J., & Sabol, F. (2022). Effects of resistance training performed to repetition failure or non-failure on muscular strength and hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. Journal of sport and health science, 11(2), 202-211.
- Henneman, E., Somjen, G., & Carpenter, D.O. (1965). Functional significance of cell size in spinal motoneurons. Journal of neurophysiology, 28, 560-580.
- Helland, C., Hole, E., Iversen, E., Olsson, M. C., Seynnes, O., Solberg, P. A., & Paulsen, G. (2017). Training Strategies to Improve Muscle Power: ¿Is Olympic-style Weightlifting Relevant? Medicine and science in sports and exercise, 49(4), 736-745.
- Jiménez Reyes, P., & González Badillo, JJ (2011). Monitorización de la carga de entrenamiento a través del CMJ en pruebas de sprint y salto para optimizar el rendimiento en atletismo. Cultura_Ciencia_Deporte [CCD], 6 (18).
- Martínez-Cava, A., Hernández-Belmonte, A., Courel-Ibáñez, J., Morán-Navarro, R., González-Badillo, J. J., & Pallarés, J. G. (2020). Reliability of technologies to measure the barbell velocity: Implications for monitoring resistance training. PloS one, 15(6), e0232465.
- Moir, G. L., Mergý, D., Witmer, C., & Davis, S. E. (2011). The acute effects of manipulating volume and load of back squats on countermovement vertical jump performance. Journal of strength and conditioning research, 25(6), 1486-1491.
- Pallarés, J. G., Cava, A. M., Courel-Ibáñez, J., González-Badillo, J. J., & Morán-Navarro, R. (2020). Full squat produces greater neuromuscular and functional adaptations and lower pain than partial squats after prolonged resistance training. European journal of sport science, 20(1), 115-124.

- Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Mora-Custodio, R., Pareja-Blanco, F., Ravelo-García, A. G., Ribas-Serna, J., & González-Badillo, J. J. (2020). Velocity-based resistance training: impact of velocity loss in the set on neuromuscular performance and hormonal response. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*, 45(8), 817–828.
- Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Mora-Custodio, R., Sánchez-Medina, L., Ribas-Serna, J., & González-Badillo, J. J. (2021). Effect of velocity loss during squat training on neuromuscular performance. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 31(8), 1621–1635
- Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Sánchez-Medina, L., Mora-Custodio, R., & González-Badillo, J. J. (2020). Relationship Between Velocity Loss and Repetitions in Reserve in the Bench Press and Back Squat Exercises. *Journal of strength and conditioning research*, 34(9), 2537–2547.
- Sánchez-Medina, L., & González-Badillo, J. J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(9), 1725–1734.22
- Squadrone, R., Rodano, R., & Preatoni, E. (2012). Comparison of velocity and power output data derived from an inertial based system and an optical encoder during squat lifts in a weight room setting. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 52(1), 40–46.
- Wilson, G. J., Newton, R. U., Murphy, A. J., & Humphries, B. J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 25(11), 1279–1286.
- Witmer, C. A., Davis, S. E., & Moir, G. L. (2010). The acute effects of back squats on vertical jump performance in men and women. *Journal of sports science & medicine*, 9(2), 206–213.
- Zink, A. J., Perry, A. C., Robertson, B. L., Roach, K. E., & Signorile, J. F. (2006). Peak power, ground reaction forces, and velocity during the squat exercise performed at different loads. *Journal of strength and conditioning research*, 20(3), 658–664.