

**EFFECTO DE OCHO SEMANAS DE ENTRENAMIENTO DE
FUERZA CARACTERIZADO POR UNA CARGA
CONSTANTE Y AJUSTE DIARIO.**

Trabajo Final de Grado

4º Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (CCAFD) – Curso 2021/22

Autor: Antonio Jarana González

Tipo de TFG: Investigación en el ámbito de la formación (Modalidad B)

Profesor: Miguel Sánchez Moreno

Dto. Educación Física y Deporte

ÍNDICE

Resumen	2
Abstract	2
Introducción y justificación	3
Marco Teórico	4
Objetivos del TFG	11
Metodología de la Investigación	12
Resultados	15
Discusión	19
Conclusiones	21
Referencias Bibliográficas	22

Resumen

Este estudio tuvo como objetivos: 1) analizar los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza que tiene como característica principal un volumen y una intensidad absoluta constante durante 8 semanas de entrenamiento en el ejercicio press de banca (PB). 2) determinar cuándo aparecen las adaptaciones positivas como respuesta al entrenamiento y la duración de estas. Participaron 10 jóvenes en un programa de entrenamiento, donde se realizaron 2 sesiones por semana. Consistió en 3 series de 5 repeticiones con una intensidad relativa al 70% de la 1RM ajustada a través de la relación carga-velocidad individual en dicho ejercicio. Los efectos fueron evaluados a través de la estimación del valor de la 1RM antes y después del periodo de entrenamiento. Además, la evolución semanal de la 1RM también fue estudiada. Los resultados mostraron una mejora significativa cuando se compararon los valores promedios de la 1RM entre el test inicial y final. Las adaptaciones positivas aparecieron a partir de la sesión 7 y se mantuvieron hasta la 16. Estos resultados parecen indicar que el uso de una misma intensidad relativa podría ser sostenida aproximadamente 7 semanas. Desde esta semana, el %1RM podría modificarse con el fin de seguir consiguiendo adaptaciones positivas.

Palabras Clave: entrenamiento de fuerza, press banca, entrenamiento de fuerza basado en la velocidad, ajuste de la carga, rendimiento.

Abstract

The objectives of this study were: 1) to analyze the effects of a resistance training program whose main characteristic is a constant volume and absolute intensity during 8 weeks of training in the bench press (PB) exercise. 2) to determine when positive adaptations appear in response to training and the duration of these adaptations. Ten young people participated in a training program, where 2 sessions per week were performed. It consisted of 3 sets of 5 repetitions with an intensity relative to 70% of the 1RM adjusted through the individual load-velocity relationship in that exercise. The effects were evaluated through the estimation of the 1RM value before and after the training period. In addition, the weekly evolution of 1RM was also studied. The results showed a significant improvement when the average 1RM values were compared between the initial and final test. Positive adaptations appeared from session 7 and were maintained until session 16. These results seem to indicate that the use of the same relative intensity could be sustained for approximately 7 weeks. From this week, the % 1RM could be modified in order to continue to achieve positive adaptations.

Key Words: resistance training, bench press, velocity-based strength training, load's adjustment, performance.

Introducción y justificación

En la actualidad, está ampliamente reconocida la importancia de la práctica del entrenamiento de fuerza para la mejora de nuestra salud y rendimiento deportivo. Según (Gunter et al., 2012), se puede afirmar que el entrenamiento de fuerza va a ser beneficio para toda la población independientemente de la edad. Siguiendo a (Ortiz Cervera, 1996), llevar a cabo un entrenamiento de fuerza con ejercicios multiarticulares conlleva a la mejora de la salud física, previniendo la diabetes, mejora en diabéticos, mejora de la fuerza y densidad del hueso, prevención de osteoporosis en personas de tercera edad. Además, en el artículo de este mismo autor, se repite que la mayoría de estos beneficios van a ocurrir en cualquier persona independientemente de su edad. Por otro lado, según (Lagares Vázquez & Rebollo, 2022), también se demostraron mejoras muy importantes en el rendimiento deportivo, ya que llevando a cabo un buen entrenamiento se observaban mejoras en el salto, sprint, cambios de dirección, prevención de lesiones, mejora de la composición corporal etc.

Para que se consiga que el entrenamiento de fuerza sea beneficioso es necesario contar con un profesional que posea los conocimientos necesarios para llevar a cabo la programación del entrenamiento (Pochetti et al., 2018). Según (Ortiz Cervera, 1996) entre las variables que hay que tener en cuenta para el diseño de la sesión encontramos: el orden y tipo de actividad a desarrollar, la intensidad, el volumen, la frecuencia de entrenamiento, entre otras. Además, otras cuestiones a tener en cuenta para el diseño del mismo son los principios del entrenamiento de fuerza. Sin una correcta programación, no sería posible lograr una mejora del rendimiento ni adaptar el entrenamiento a las posibilidades del sujeto (González Badillo, 2002).

El objetivo principal que vamos a perseguir tras llevar a cabo un programa de entrenamiento va a ser que se den adaptaciones positivas. Según (González Badillo, 2002), estas se pueden definir como “el resultado de la respuesta del organismo a los estímulos de entrenamiento, siempre que esta respuesta se traduzca en una mejora del rendimiento en la dirección específica marcada por el estímulo” y pueden ser adaptaciones a corto plazo o adaptaciones crónicas. Por tanto, el objetivo principal del presente Trabajo Fin de Grado fue analizar los efectos de un programa de entrenamiento que tenía como característica principal un volumen y una intensidad relativa constante durante 8 semanas de entrenamiento. De manera que, en este trabajo se pretende observar el momento en el que aparecen las adaptaciones positivas como respuesta al entrenamiento y la duración de estas en el tiempo.

Marco Teórico

Beneficios del entrenamiento de fuerza

Siguiendo con las investigaciones relacionadas con la actividad física y salud se puede establecer que el entrenamiento de fuerza puede ser beneficioso para toda la población (Gunter et al., 2012). A continuación, nos centramos tanto en niños como en adolescentes para comentar algunas de las ganancias obtenidas durante el entrenamiento. En esta primera parte se habla sobre este sector de la población porque siempre ha existido la creencia de que la práctica del entrenamiento de fuerza en niños y niñas puede ser contraproducente o inefectivo, alterando el desarrollo del esqueleto y afectando al crecimiento de ellos (Conde Cortabitarte, 2016). Sin embargo, según (Lloyd et al., 2014), se ha demostrado que no existe ningún tipo de evidencia científica que lo demuestre. Más bien, se ha verificado que el entrenamiento de fuerza es altamente eficaz y seguro, pudiendo evitar muchas enfermedades comunes y otorgar grandes beneficios motores y psicológicos (Matos & Winsley, 2007).

Seguidamente, es importante recalcar que conforme pasan los años la sociedad es más sedentaria y esto se puede observar en los jóvenes. Esto les provoca que tengan problemas como pueden ser el descenso del metabolismo basal, sobrepeso (siendo España el país europeo con la mayor tasa de obesidad infantil), insensibilidad a la insulina (diabetes), baja calidad de la masa ósea, problemas cardíacos etc. (Lloyd et al., 2014).

Como se comentó anteriormente, el entrenamiento de fuerza en jóvenes no llega a ser perjudicial sino más bien al contrario. Según (Conde Cortabitarte, 2016), podemos clasificar los beneficios del entrenamiento de fuerza en cuatro grupos: motores, a nivel de salud, psicológicos/ psicosociales y prevención de lesiones. En cuanto a los beneficios motores, encontramos principalmente mejoras en el rendimiento deportivo, ya que según los estudios de (Faigenbaum et al., 2009; Mikkola et al., 2007), el entrenamiento de fuerza provoca mejoras en la fuerza muscular, potencia, velocidad de carrera y en los cambios de dirección. Los beneficios a nivel de salud son, aumentar el metabolismo basal, mejorar la sensibilidad a la insulina, mejorar la función cardíaca, masa ósea etc. Referente a beneficios psicológico/ psicosociales, pueden verse aumentada su motivación, debido a que irán mejorando y se verán como los más preparados en las clases de Educación física (Lloyd et al., 2014). Además, según (Pochetti et al., 2018), se asocia a la disminución de la ansiedad, estrés y depresión. Por último, se ha demostrado que deportistas adolescentes que integraron el entrenamiento de fuerza tuvieron menos lesiones, y se recuperaban antes de ellas (Hejna, 1982).

En adultos la práctica de actividad física es cada vez menor, entre los motivos principales se pueden encontrar la falta de tiempo, sentirse muy cansados, problemas trabajo/vida etc. (Strohacker et al., 2015). Esto puede provocar al igual que en niños y jóvenes, problemas de salud y enfermedades como diabetes, cáncer, hipertensión. Estos mismos autores han podido demostrar que, promoviendo un entrenamiento periodizado, se pueden conseguir mejoras en el rendimiento y en la aptitud física. Los beneficios que pueden otorgar son mejoras a nivel cardiovascular, aumentar la densidad mineral ósea, evitar futuras enfermedades etc.

Para que se den los numerosos beneficios que tiene el entrenamiento de fuerza en toda la población, es muy importante que se realice de forma adecuada. Para ello, es necesario contar con un personal con los conocimientos necesarios para la prescripción y supervisión del entreno. Además, primará una correcta ejecución, optar por normas de seguridad y establecer una progresión gradual de la carga (Pochetti et al., 2018).

Carga de entrenamiento

En el entrenamiento de fuerza es fundamental conocer qué es la carga de entrenamiento, esta se puede definir como “el conjunto de exigencias biológicas y psicológicas (carga real) provocadas por las actividades de entrenamiento (carga propuesta)” (González Badillo, 2002).

Entre las variables principales que definen la carga en el entrenamiento de fuerza encontramos: el tipo de acciones musculares realizadas, el volumen, la intensidad, los ejercicios seleccionados. Alterar una o varias de estas variables afectará a los estímulos de entrenamiento, así como a los efectos que supondrán en nuestro organismo (Kraemer & Ratamess, 2004).

- El volumen suele estimarse a partir del número de series, de repeticiones realizadas durante una sesión de entrenamiento. En función del número de ejercicios, de la frecuencia del entrenamiento, de los objetivos del sujeto, se programará un volumen u otro (Kraemer & Ratamess, 2004). Para valorar el efecto del volumen de entrenamiento es necesario determinar la intensidad que se va a llevar a cabo, ya que son dos variables que siempre van a estar asociadas entre sí (González Badillo, 2002).
- Siguiendo a este último autor, la intensidad se entiende como “el grado de esfuerzo desarrollado al realizar un ejercicio en cada unidad de acción”. Un concepto que se asocia a la intensidad es el carácter del esfuerzo (CE), debido a que constituye la relación entre el grado de exigencia y las posibilidades actuales del sujeto en un momento determinado (González Badillo, 2002). Cuando se programa la intensidad en una sesión de entrenamiento, se suele usar el peso (términos absolutos), %1RM

(términos relativos), en repeticiones por serie, como velocidad de ejecución y como potencia de ejecución.

Otro aspecto fundamental dentro de la intensidad sería el papel de la densidad, la cual hace referencia a la frecuencia que se realiza una acción en la unidad de tiempo. Por tanto, el tiempo de descanso entre repeticiones, series o sesiones es un determinante de la densidad (González Badillo, 2002).

- Los ejercicios se pueden clasificar según sus efectos o según la velocidad a la que se alcanza 1RM. Según sus efectos encontramos, localizados, generalizados y específicos. Y según la velocidad a la que se alcanza 1RM, tenemos los ejercicios que se realizan a baja velocidad y los de a alta velocidad (González Badillo, 2002).
- La acción muscular de los ejercicios que se llevan a cabo suele ser dinámicas con acciones concéntricas y excéntricas. A pesar de esto, también se puede alternar con acciones isométricas (Kraemer & Ratamess, 2004).

Principios del entrenamiento de fuerza

Según (Kraemer & Häkkinen, 2006), el entrenamiento de fuerza con sobrecargas tiene una serie de principios que se deben cumplir para alcanzar los objetivos con éxito. Entre ellos, podemos encontrar los siguientes:

- Principio de adaptación: El cuerpo posee la capacidad de responder a un estímulo, modificando su estructura interna y su función, para que, en el futuro, se pueda realizar mejor esa actividad. Este es el principio de adaptación y se considera la base del entrenamiento físico (Kraemer & Häkkinen, 2006).
- Principio de sobrecarga: La adaptación a dichos estímulos requiere del aumento gradual de la tensión ejercida durante el entrenamiento, lo que se conoce como progresión de las sobrecargas (Kraemer & Ratamess, 2004). Esto quiere decir que, el cuerpo necesita que realicemos una actividad superior a la que solemos hacer habitualmente.
- Principio de sobrecarga progresiva: Siguiendo con este mismo autor, para que estas adaptaciones se sigan dando en el tiempo hay que elaborar una progresión de las cargas (periodizar el entrenamiento). Para satisfacer las demandas fisiológicas que va a solicitar nuestro organismo. Para ello, se podrán modificar las variables del entrenamiento, ya sean repeticiones, series, descansos, sesiones, intensidad, frecuencia, volumen etc.
- Principio de individualidad: Principio por el cual es necesario ajustar los estímulos del entrenamiento a la capacidad de carga psico-física, tolerancia individual de cada

deportista. Ya que cada uno responderá de una forma ante una carga y progresará de distinta manera (Weineck, 2005). Además, el concepto de adaptación va a depender también del nivel de cada persona. Ya que no es lo mismo entrenar a personas sin experiencia que a otras que se encuentren entrenando en la élite. De manera que, es fundamental conocer al sujeto, para posteriormente diseñar un programa de entrenamiento adecuado a sus características y a sus objetivos.

- Principio de especificidad: Según (Kraemer & Ratamess, 2004), las adaptaciones del sistema neuromuscular son específicas del tipo de entrenamiento de fuerza realizado, y por tanto también lo serán las mejoras del rendimiento. La especificidad del entrenamiento vendrá determinada por:
 - Grupos musculares solicitados durante el ejercicio.
 - Patrón de movimiento.
 - Amplitud del movimiento articular.
 - Velocidad de contracción.
 - Tipo de acción muscular.
 - Sistemas energéticos involucrados.

- Principio de transferencia cruzada: Hace referencia a la influencia de un tipo de acción motriz (ejercicio) en la mejora de otra distinta. Es decir, el entrenamiento de fuerza de una pierna está asociado al aumento de la fuerza voluntaria de la pierna no entrenada. Suele usarse en situaciones de rehabilitación de lesiones (Kraemer & Häkkinen, 2006).
- Principio de reversibilidad: Según este mismo autor, al igual que el cuerpo se adapta a la carga de entrenamiento aumentando su rendimiento, también modifica su respuesta ante una reducción de la actividad física.

Periodización y Programación del entrenamiento

La programación de un entrenamiento de fuerza consiste en organizar de una manera concreta y detallada todos los elementos y factores que constituyen un plan de trabajo (principios, intensidad, volumen, ejercicios, densidad etc.). El objetivo principal será mejorar las cualidades de fuerza para conseguir el aumento del rendimiento específico en competición (González Badillo, 2002). Según este mismo autor, en la programación se debe asegurar la unidad del proceso de entrenamiento diario, es decir, cumplir con la secuencia de esfuerzos programados y que exista flexibilidad en este. Es muy importante que el entrenador esté

observando constantemente el programa de entrenamiento para ser capaz de estructurar la tarea si es necesario.

Dentro del artículo de (Strohacker et al., 2015), podemos encontrar una clasificación de modelos de entrenamiento periodizados y no periodizados. En el primer grupo se encuentran.

- Periodización tradicional: Alterna periodos de sobrecarga con otros de recuperación. Siguiendo normalmente con volúmenes altos e intensidades bajas.
- Periodización ondulante: Permite cambios más frecuentemente en el volumen e intensidad, generalmente en lapsos de 7 a 10 días.
- Periodización no lineal flexible: Es similar a la periodización ondulante pero la intensidad y volumen se basa en el estado mental/físico del deportista antes del ejercicio.
- Periodización por bloques: Se organiza una alta concentración de cargas de trabajo dentro de un periodo determinado, con el fin de generar un efecto de entrenamiento acumulativo en múltiples bloques.

En cambio, en el segundo grupo se encuentran.

- No periodizados uniformes: Tiene muy poca variación en volumen e intensidades a lo largo del programa.
- No periodizados lineales progresivos: El volumen se mantiene constante o aumenta mientras que la intensidad aumenta progresivamente.
- No periodizados aleatorios: Permite cambios no sistemáticos en volumen e intensidad sin consideración más allá de introducir variedad.

Según (Riscart-López et al., 2020), podemos encontrar los efectos de cuatro modelos de programación de entrenamiento de fuerza, programación lineal, programación ondulante, programación inversa y programación constante. La programación lineal consiste en aumentar gradualmente la intensidad del entrenamiento y disminuir el volumen. La ondulante aumenta o disminuye la intensidad o el volumen repetidamente a lo largo del programa. La inversa aumenta gradualmente el volumen y disminuye la intensidad. Por último, la constante mantiene el volumen e intensidad a lo largo de todo el programa de entrenamiento.

Siguiendo con la investigación de este mismo autor, se observó como que todos estos modelos provocaron mejoras muy parecidas en el nivel de fuerza (estimación de la repetición máximo; 1RM) y en las variables relacionadas con la relación carga-velocidad.

Por otro lado, abordando el concepto de periodización, se puede definir como el proceso que promueve la variación en la especificidad, la intensidad y el volumen de entrenamiento, organizándolos en periodos más cortos y fáciles de manejar. El macrociclo es el periodo total

de formación (1 a 4 años), el mesociclo (de varias semanas a meses) y el microciclo (una semana) (Strohacker et al., 2015).

Entrenamiento basado en la velocidad

Para la programación del entrenamiento de fuerza siempre ha existido la duda de cómo cuantificar la carga de entrenamiento real en los deportistas (González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010). Este mismo autor comenta que entre las variables a tener en cuenta destaca la intensidad, porque es la que más relacionada se encuentra con los cambios en el nivel de fuerza. Normalmente, esta variable se ha prescrito tradicionalmente con el valor de la repetición máxima (1RM), pero la evaluación de esta presenta una serie de desventajas que hay que tener en cuenta (Pareja-Blanco et al., 2020). Ante esta situación se podría usar el entrenamiento basado en la velocidad. Según (González-Badillo, 2017), la velocidad de ejecución es un elemento fundamental de la intensidad, ya que los efectos del entrenamiento van a depender de la velocidad a la que se desplazan las cargas.

Esto se debe a la estrecha relación existente entre el %1RM y la velocidad de la barra en el ejercicio de press banca (**ilustración 1**), lo que nos va a permitir cuantificar la carga y ajustar la intensidad día a día (González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010). Es decir, en este ejercicio se puede ajustar diariamente la carga absoluta a vencer, para hacerla coincidir con la velocidad a la que se mueve la barra, ya que la velocidad va a estar relacionada con el % 1RM previsto en dicha sesión de entrenamiento (Pareja-Blanco et al., 2020).

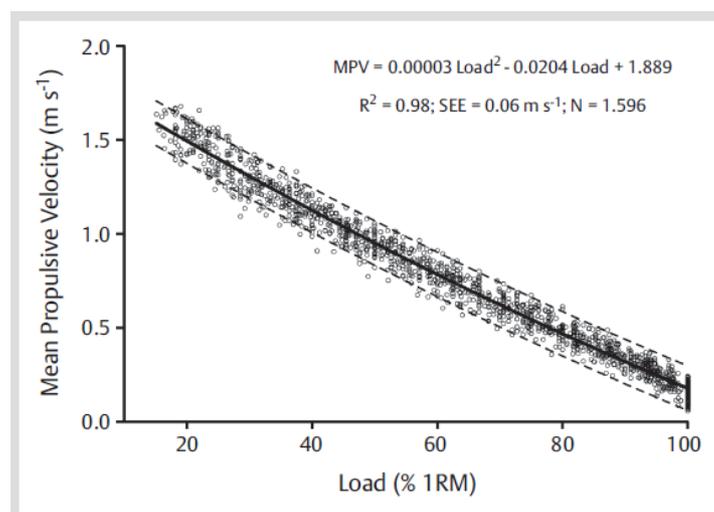


Ilustración 1. Relación entre %1RM y VMP. (González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010)

Por otro lado, es muy importante tener en cuenta la pérdida de velocidad ya que va a suponer un indicador para estimar el grado de esfuerzo o fatiga producida durante el entrenamiento (GonzálezBadillo, 2017). La fatiga generada provoca la disminución de la capacidad de generar fuerza muscular, también disminuye la velocidad de acortamiento y disminución de la potencia (Sánchez-Medina & González-Badillo, 2011). Siguiendo a ese mismo autor, se ha podido demostrar que la pérdida de velocidad será mayor conforme el número de repeticiones realizadas se acerque al número máximo posible.

En la tesis doctoral de Sánchez Medina (2010), se ha demostrado que la pérdida de velocidad sigue una estrecha relación con el aumento de amonio en sangre, pero siguiendo una relación no lineal. También, ocurre con el lactato en sangre, pero a diferencia con la anterior, esta si sigue una relación lineal con la pérdida de velocidad. Por último, se observaron relaciones con la testosterona, hormona del crecimiento e insulina. Por lo tanto, se pudo concluir que, a mayor pérdida de velocidad, mayor tiende a ser el estrés mecánico, metabólico y hormonal (GonzálezBadillo, 2017).

Objetivos del TFG

En el desarrollo de este TFG se plantean los siguientes objetivos:

- Analizar los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza que tiene como característica principal un volumen y una intensidad absoluta constante durante 8 semanas de entrenamiento en el ejercicio de press de banca.
- Determinar en qué momento aparecen las adaptaciones positivas como respuesta al entrenamiento y la duración de estas en el tiempo.

Metodología de la Investigación

Diseño de la investigación

Se lleva a cabo un diseño experimental con el objetivo de estudiar el tiempo en el que tienen lugar las adaptaciones positivas provocadas por una carga de entrenamiento constante en términos de volumen (series y repeticiones) e intensidad relativos y la duración de estas adaptaciones positivas en el tiempo. Para ello, el presente estudio tuvo una duración de 10 semanas, donde se realizaron un total de 16 sesiones de entrenamiento y 2 sesiones de evaluación.

Participantes

En esta investigación participa un total de diez hombres jóvenes estudiantes de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (edad = $21,1 \pm 3,4$ años, masa corporal = $72,3 \pm 10,1$ kg, altura = $176,7 \pm 3,9$ cm). Todos los participantes se ofrecieron voluntarios tras informarles del funcionamiento del estudio y cuando conocieron los criterios de inclusión que debían cumplir. Entre ellos se encontraban: 1) ser físicamente activos y capaces de realizar el ejercicio de press banca (PB) con la ejecución técnica correcta; y 2) no realizar ejercicios que impliquen la musculatura extensora del miembro superior durante el transcurso del estudio. Después de ser informados de todo lo que rodeaba al estudio, los participantes firmaron un formulario de consentimiento informado antes de la participación.

Instrumentos

La altura se midió con precisión con un estadiómetro portátil montado en la pared. La masa corporal se determinó utilizando un analizador de composición corporal segmentario de 8 electrodos de contacto (Tanita BC-418). Para la ejecución del ejercicio de PB se utilizó una máquina Smith (Multipower Fitness Line) que permite el desplazamiento vertical de la barra sobre un recorrido fijo. Para las medidas mecánicas se utilizó un transductor lineal de velocidad T-Force (T-Force Dynamic Measurement System). Este sistema consta de un transductor de velocidad lineal conectado a una computadora personal por medio de una placa de adquisición de datos de analógico a digital con resolución de 14 bits y un software personalizado. La velocidad instantánea vertical fue muestreada directamente por el dispositivo a una frecuencia de 1 000 Hz.

Procedimiento de recogida de datos

Los participantes se sometieron a una o dos sesiones preliminares durante las cuales se familiarizaron con todo el equipo y la correcta ejecución del ejercicio. Siguiendo las directrices establecidas en trabajos previos (Pareja-Blanco et al., 2020; Cava et al., 2017), la técnica del ejercicio fue la siguiente: los participantes se tumbaron supino en un banco plano, con los pies siempre en contacto con el suelo, y se utilizó un ancho autoseleccionado con un agarre en pronación. El ejercicio se inicia con la fase excéntrica descendiendo la barra a una velocidad controlada hasta que llegue al pecho, donde se realizó una pausa momentánea de un 1 segundo, para evitar el efecto rebote y permitir mediciones más consistentes y reproducibles (Pallarés et al., 2014). Tras ello, en la fase concéntrica se pidió a los participantes que la realizarán a la velocidad máxima posible.

Test incremental en el ejercicio de PB

Se realizó un test de carga progresiva para obtener la relación carga-velocidad de cada individuo y la determinación del valor de la 1RM. El calentamiento consistió en dos series de 6 repeticiones con 20 kg. Posteriormente, el test comenzó con un peso de 30kg el cual fue incrementado en 10kg hasta que la velocidad descendió de 0,5 m/s. A partir de esta velocidad, los incrementos fueron desde 5 a 1 kg hasta que la velocidad descendió de 0,3 m/s. Una vez alcanzada esta velocidad, el test se dio por terminado. Se realizaron 3 repeticiones si la velocidad era equivalente o superior a 1 m/s, 2 repeticiones si velocidad estuvo entre 1 m/s y 0,5 m/s, y 1 repetición si la velocidad fue menor que 0,50 m/s. Los descansos entre series fueron de 3 minutos. Durante todo el procedimiento, se proporcionó un fuerte estímulo verbal para indicar el comienzo de la fase concéntrica del ejercicio, además de otorgarles motivación durante la ejecución de todas las series.

Entrenamiento

El entrenamiento consistió en 8 semanas durante las que se realizaron dos sesiones de entrenamiento con una separación de 72-96 horas, realizándose un total de 16 sesiones de entrenamiento. Durante este tiempo se procuró que cada individuo mantuviese un horario y día de entreno estable a lo largo de todo el estudio. Durante todas las sesiones, los sujetos realizaron un entrenamiento que consistía en realizar 3 series de 5 repeticiones con una intensidad relativa equivalente al 70% de la 1RM. La velocidad correspondiente al 70% de la 1RM fue determinada a través de la relación carga-velocidad individual determinada durante la evaluación inicial. Para ello, el valor de la 1RM fue determinada según la velocidad propuesta

previamente para esta intensidad (0,16 m/s) (González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010). De dicha relación, se obtuvo la carga (kg) correspondiente a la intensidad de entrenamiento. Cuando los deportistas desplazaron dicha carga a una velocidad superior o inferior a 0,02 m/s, con respecto a la velocidad objetivo (velocidad para el 70% de la 1RM) la carga de entrenamiento fue incrementada o reducida según fuese necesario para que la velocidad de entrenamiento correspondiese con la programada.

El calentamiento realizado durante las sesiones de entrenamiento consistió en lo siguiente. Los sujetos realizaron una carrera suave de 5 minutos. Tras esta se realizaron dos series de 6 repeticiones con 20 kg, una serie con el 40% de la 1RM donde se realizaban 6 repeticiones a una velocidad progresiva, una serie con el 50% de la 1RM donde se realizaban 4 repeticiones a una velocidad progresiva y, por último, una serie con el 60% de la 1RM donde se realizaban 3 repeticiones a la máxima velocidad posible. Al igual que en el pre-test, se dieron estímulos verbales para motivar al sujeto e indicar el inicio de la fase concéntrica del movimiento. El descanso establecido entre las diferentes series fue de 3 minutos.

Variables que vamos a usar de objeto de estudio:

Para analizar los efectos del entrenamiento, se realizó una estimación diaria del valor de la 1RM para así poder estudiar su evolución. Esta fue determinada según la mayor velocidad (velocidad media propulsiva [VMP]) alcanzada durante el entrenamiento. Esta velocidad fue utilizada para determinar la intensidad relativa a la cual el sujeto entreno ese día a través de la relación individual de cada sujeto. A partir de aquí se utilizó la siguiente fórmula para determinar la 1RM diaria:

$$1RM = \text{Carga de entrenamiento (kg)} \times 100 / \text{Intensidad relativa (\% 1RM)}$$

Además, la evolución de la 1RM fue expresada en términos relativos tomando como referencia la estimación de la 1RM obtenida en la sesión 1 de entrenamiento.

Análisis estadístico:

Los datos son expresados como media y desviación típica (DT). Para analizar la evolución de la 1RM se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) de un factor para detectar las diferencias entre las distintas sesiones de entrenamiento. Se consideraron significativos los resultados si el valor $p \leq 0,05$. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software SPSS (versión 20.0; SPSS Inc, Chicago, IL).

Resultados

Entrenamiento programado y realizado.

En la **tabla 1** se observa la relación entre el entrenamiento programado y el entrenamiento finalmente realizado durante las 16 sesiones de entrenamiento. Al inicio del estudio se programó trabajar al 70% de nuestra 1RM, realizando 3 series de 5 repeticiones cada una durante las sesiones de entrenamiento. Una vez finalizada la investigación y recogiendo todos los datos de ella, se pudo determinar que la intensidad media de cada sesión era ligeramente menor a la programada ($\approx 67\%$ de la 1RM, tabla 1). Con respecto al volumen de entrenamiento, la series y repeticiones si se llevaron a cabo tal y cómo se había planeado, realizando un 3x5.

Tabla 1. Relación entre el entrenamiento programado y el entrenamiento realizado durante las 16 sesiones de entrenamiento.

Entrenamiento Programado	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4	Sesión 5	Sesión 6	Sesión 7	Sesión 8
Series x repeticiones (% 1RM)	3x5(70%)	3x5(70%)	3x5(70%)	3x5(70%)	3x5(70%)	3x5(70%)	3x5(70%)	3x5(70%)
	Sesión 9	Sesión 10	Sesión 11	Sesión 12	Sesión 13	Sesión 14	Sesión 15	Sesión 16
Series x repeticiones (% 1RM)	3x5(70%)	3x5(70%)	3x5(70%)	3x5(70%)	3x5(70%)	3x5(70%)	3x5(70%)	3x5(70%)
Entrenamiento Realizado	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4	Sesión 5	Sesión 6	Sesión 7	Sesión 8
Series x repeticiones	3x5	3x5	3x5	3x5	3x5	3x5	3x5	3x5
(% 1RM)	66,9	67,1	67,1	67,7	67	66,9	66,9	67,6
	Sesión 9	Sesión 10	Sesión 11	Sesión 12	Sesión 13	Sesión 14	Sesión 15	Sesión 16
Series x repeticiones	3x5	3x5	3x5	3x5	3x5	3x5	3x5	3x5
(% 1RM)	67,7	67,1	67,8	67,8	67	67,7	67,3	67,5

Estimación de la 1RM de la evaluación inicial y final

En la **figura 1** se muestran los resultados de la comparación entre la estimación de la 1RM en el test inicial y en el test final. Se puede observar que existen diferencias significativas entre ambos tests. En el test inicial, el valor promedio de la 1RM fue de 67,7 kg y en el final incremento hasta los 74,5 kg, lo que supone una diferencia de 6,8 kg.

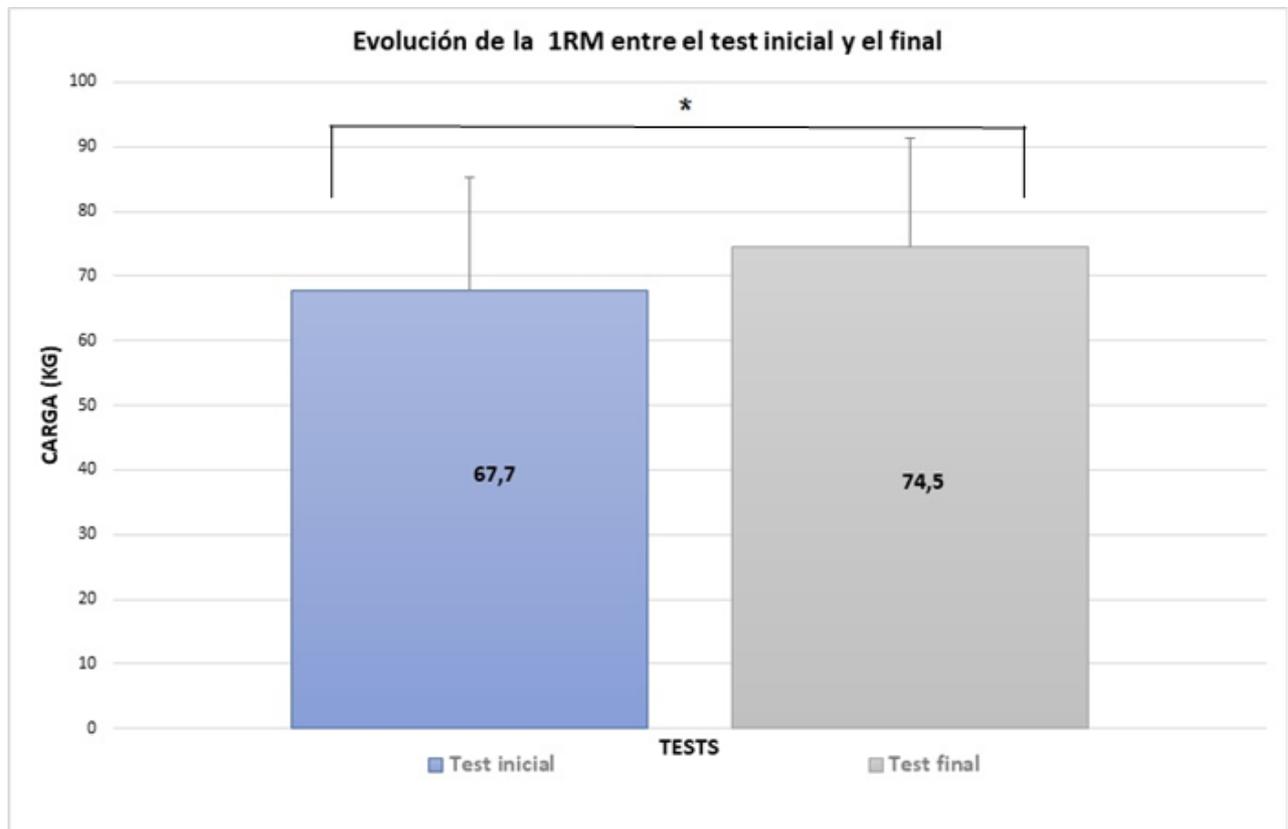


Figura 1. Evolución de la estimación de la 1RM entre el test inicial y el final.

* : Diferencias significativas entre el test inicial y el test final.

Evolución semanal del valor de la 1RM

En la **figura 2** se muestra la evolución de la 1RM en términos absolutos durante las 16 sesiones de entrenamiento. Se puede observar un aumento de la 1RM a medida que pasan las sesiones, con algunas excepciones donde se producen pequeñas disminuciones de esta. A partir de la sesión 7 se observan mejoras significativas en relación con la estimación de la 1RM de la sesión 1, 2 y 4, las cuales se mantienen prácticamente en el resto de ellas, es decir hasta la 16. En cambio, si comparamos con la sesión 3, las diferencias significativas se encuentran a partir de la sesión 10 y siguen en casi todas las demás. También cabe destacar que solo existen mejoras

importantes en las sesiones 13 y 14 cuando la relacionamos con la sesión número 5. Por último, en la sesión 6 se obtienen diferencias a partir de la sesión número 10. Otro aspecto a tener en cuenta es que, a partir de la sesión 7 no aparecen diferencias significativas con el resto de las sesiones, debido a que el nivel de los sujetos se mantuvo relativamente estable desde ese momento.

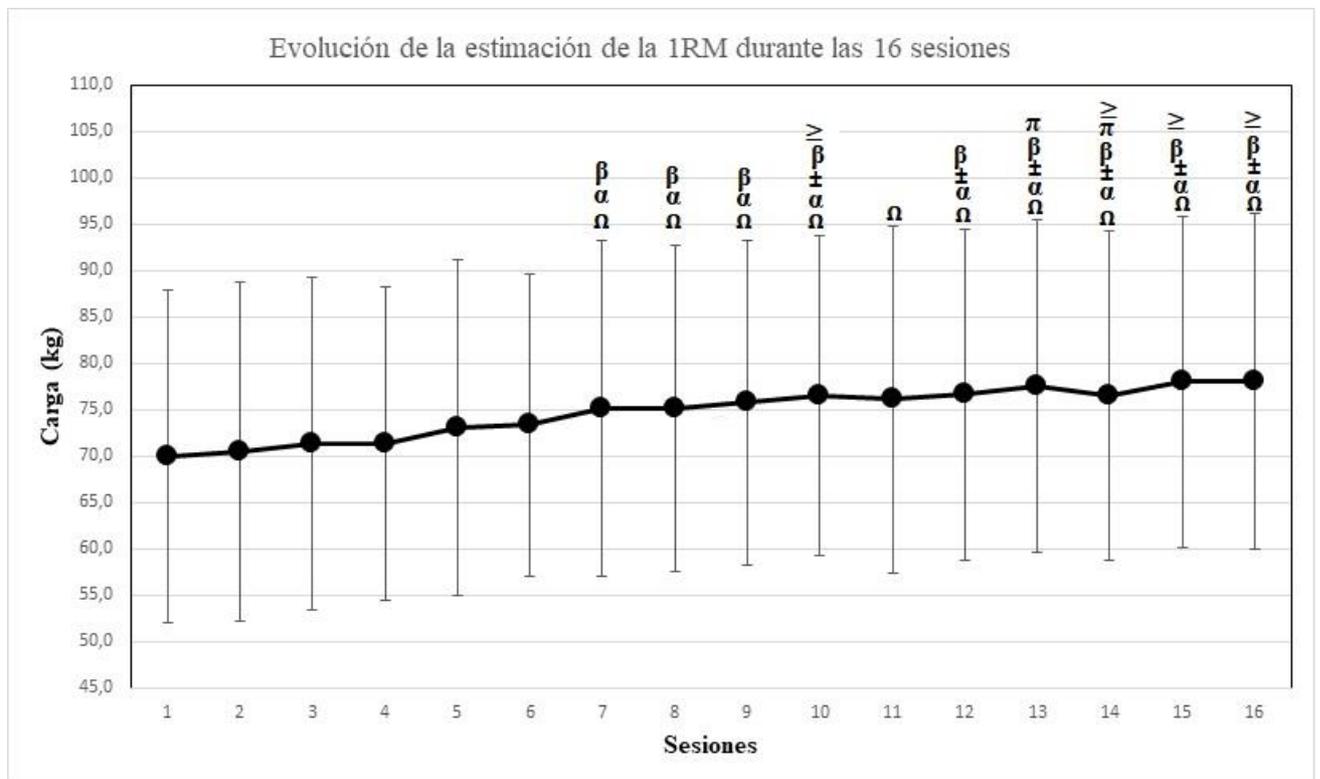


Figura 2. Evolución de la estimación de la 1RM en valores absolutos durante las 16 sesiones de entrenamiento.

Ω : Diferencias significativas con respecto a la sesión 1; α : Diferencias significativas con respecto a la sesión 2; \pm : Diferencias significativas con respecto a la sesión 3; β : Diferencias significativas con respecto a la sesión 4; π : Diferencias significativas con respecto a la sesión 5; \geq : Diferencias significativas con respecto a la sesión 6.

En la **Figura 3** Se muestra la evolución de la estimación del valor de la 1RM expresada en términos relativos con respecto a los valores obtenidos en la sesión 1 durante las 16 sesiones de entrenamiento. En general, se observa un crecimiento del valor de la 1RM a medida que van pasando las sesiones, observando el mayor valor en torno a los entrenamientos número 15 y 16. En cuanto a las diferencias significativas, comienzan a aparecer en la sesión 7 si la relacionamos con la 1, 2 y 4, estas mejoras se mantienen prácticamente en el resto de las sesiones de entrenamiento. En cambio, si buscamos diferencias significativas con la sesión 3, 5 y 6, se encontrarán mucho más tarde en torno a la 10 y 12 respectivamente. Por otro lado, a partir de la 7 ya no se observan mejoras significativas en el resto de las sesiones, ocurriendo lo mismo que pudimos comprobar en la **Figura 2**.

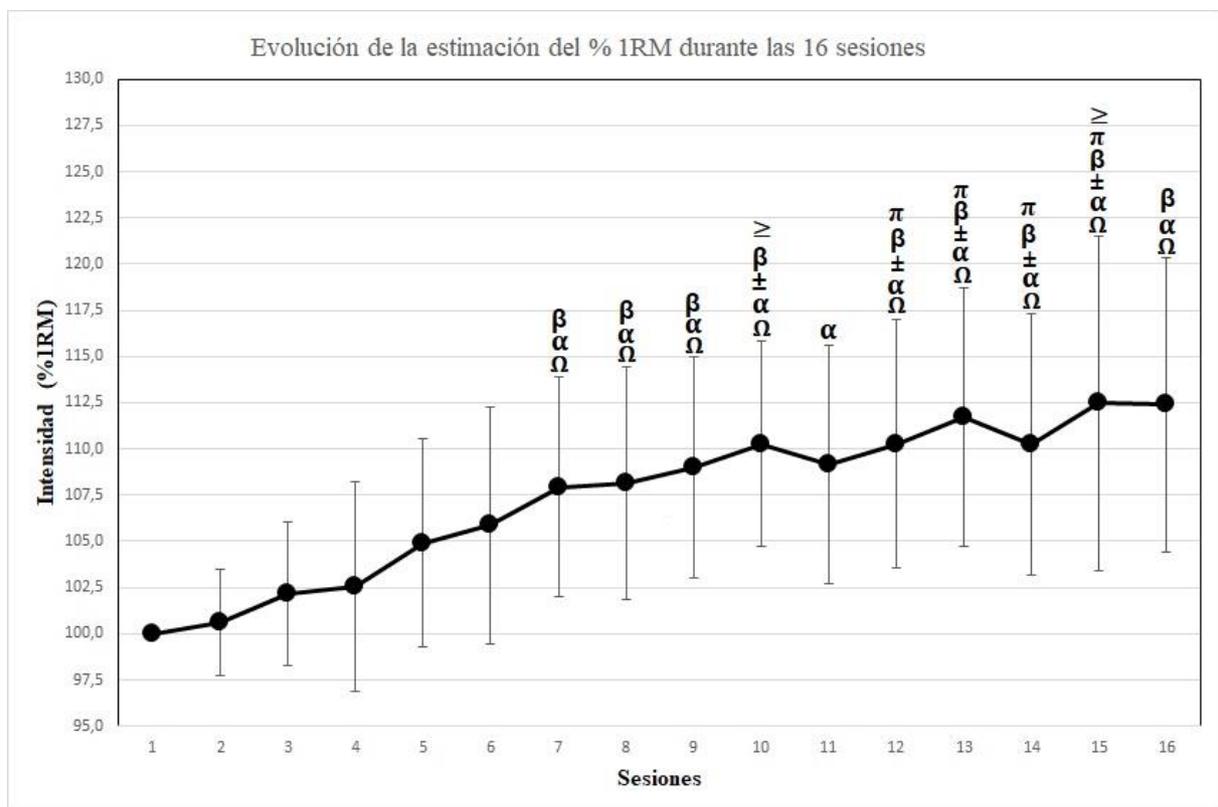


Figura 3. Evolución de la estimación del % 1RM durante las 16 sesiones de entrenamiento.

Ω: Diferencias significativas con respecto a la sesión 1; α: Diferencias significativas con respecto a la sesión 2; ±: Diferencias significativas con respecto a la sesión 3; β: Diferencias significativas con respecto a la sesión 4; π: Diferencias significativas con respecto a la sesión 5; ≥: Diferencias significativas con respecto a la sesión 6.

Discusión

El propósito de este estudio fue analizar los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza que se caracteriza por mantener un volumen e intensidad relativa constante durante las 8 semanas de entrenamiento con el ejercicio de press banca. Durante las 16 sesiones de entrenamiento, los participantes realizaban un ajuste diario de las cargas de entrenamiento en función de la velocidad, para trabajar a una intensidad relativa del 70% RM. El principal hallazgo fue que el valor promedio de la 1RM aumentó significativamente en el test final en comparación con el test inicial. Siguiendo un estudio similar de (Jiménez-Reyes et al., 2021), podemos concluir que el comienzo de un programa de entrenamiento de fuerza bien estructurado en una población moderadamente entrenada va a provocar ganancias significativas en la fuerza. Por otro lado, también observamos que tanto las mejoras significativas de la 1RM en términos relativos y absolutos comenzaron a partir de la sesión 7 y se mantuvieron en el resto del tiempo. Por último, otro aspecto a recalcar es que, si comparamos desde la sesión 7 hasta la 16, observamos pequeños aumentos de la 1RM pero no son significativos. Esto último puede explicarse por el principio de sobrecargas progresivas, que indica que para que las adaptaciones se sigan dando en el tiempo hay que aumentar la carga de entrenamiento de manera progresiva, para satisfacer las demandas fisiológicas que exige nuestro organismo (Kraemer & Häkkinen, 2006). Y en nuestro estudio esto no ocurre debido a que mantenemos la misma intensidad relativa a lo largo de las 8 semanas de entrenamiento.

Comparando este estudio con el de Jiménez-Reyes et al. (2021) podemos encontrar diferencias en el protocolo de actuación con respecto a este estudio, debido a que se realizó el programa de entrenamiento para el ejercicio de sentadilla, además la intensidad relativa oscilaba entre el 50% y el 80%RM ya que iba aumentando conforme pasaban las sesiones de entrenamiento. A pesar de esto, el resto del protocolo fue muy parecido porque la duración fue de 8 semanas, con un total de 16 sesiones de entrenamiento (dos/semana) con un mínimo de 48 horas de descanso, existía un grupo donde se ajustaba la carga y además dicho método de entrenamiento estuvo basado en la velocidad. Siguiendo este mismo estudio, observamos que comparan los efectos del programa de entrenamiento entre un grupo donde se ajusta la carga y otro donde no ajustan, y llegan a la conclusión de que en el primer grupo existen una mayor pérdida de velocidad en la serie, lo que conlleva una mayor fatiga en los sujetos, provocando que las ganancias de fuerza fuesen menores que en el grupo de no ajuste. En nuestro caso, todos los participantes ajustaron su carga, pero teniendo en cuenta esta idea, podríamos haber obtenidos mayores mejoras en caso de que los sujetos no hubiesen ajustado a carga.

Como ya hemos comentado, el método de entrenamiento basado en la velocidad fue el utilizado en nuestra investigación, siguiendo estudios como el de (Pareja-Blanco et al., 2017; González-Hernández et al., 2020), observamos que usan el mismo método y destacan su importancia en el entrenamiento de fuerza. En estos artículos al igual que en este se ha utilizado para determinar la intensidad relativa de la carga y se ha comprobado la fiabilidad de este. Con este método hemos conseguido que el %1RM que se utiliza en cualquier sesión sea el que realmente queríamos que fuese. Para ello, la carga absoluta de cada sesión se establece para que coincida con dicho %1RM y dicha carga tiene una velocidad media correspondiente. Si observamos **la tabla 1**, comprobamos la relación entre la intensidad programada al inicio de la propuesta de entrenamiento y la que realmente han realizado a lo largo de las sesiones. Destacamos que la intensidad es un poco menor a la planteada, en torno al 67% 1RM a lo largo de toda la propuesta de entrenamiento. Según Jiménez-Reyes et al. (2021), sin el entrenamiento basado en la velocidad no habría podido observar esa diferencia existente entre la carga relativa programada y la realizada. Además, esta información puede llegar a ser muy importante para los entrenadores ya que conocerán en todo momento si los estímulos son los adecuados o no, y podrán adaptar el entrenamiento a los que ellos programaron.

Otro aspecto importante para comentar es que, se observó en los resultados fue cómo en algunas sesiones se bajaba ligeramente el rendimiento, prácticamente en todas se aumentaba, pero había algunas que eran la excepción. Según autores como (Doeven et al., 2018), el rendimiento neuromuscular puede verse influenciado por numerosas variables externas, como, por ejemplo, el sueño, estado de ánimo, motivación, estrés. Por lo que, podrían modificarse las ganancias potenciales del rendimiento.

Por último, podemos ver en **la figura 2**, que la carga absoluta a medida que pasan las sesiones va aumentando debido al ajuste de esta en los participantes. También, se ha comentado que la intensidad relativa se mantiene prácticamente constante conforme pasan las sesiones. Según Jiménez-Reyes et al. (2021), esto supone que existe una mejora en el rendimiento de los sujetos, en caso de que la intensidad relativa aumentase al mismo ritmo que la carga absoluta, podríamos determinar que el rendimiento no ha mejorado nada. Por lo tanto, se puede confirmar tal y como vimos en **la figura 1**, que existe una mejora del valor de la 1RM en los participantes.

Conclusiones

En conclusión, los hallazgos que hemos podido obtener de este estudio son los siguientes: 1) Tras un programa de entrenamiento de 8 semanas ajustando la carga al 70%RM en el ejercicio press banca, se obtienen mejoras significativas cuando comparamos los valores promedios de la 1RM entre el test inicial y test final. 2) Comparando los valores promedios de la carga en términos relativos y absolutos con la sesión 1, observamos que las primeras adaptaciones significativas aparecen en la sesión 7 y se mantienen a lo largo de las sesiones restantes. 3) Si comparamos esos mismos valores promedios desde la sesión 7 hasta la 16, podemos ver ligeras mejoras, pero no significativas. Esto se debe a que no se sigue el principio de sobrecarga progresiva para que la progresión sea máxima durante toda la propuesta de entrenamiento.

Por otro lado, importante recalcar el papel de monitorear el entrenamiento de fuerza mediante el método basado en la velocidad, ya que ha permitido conocer todas las fluctuaciones en el entrenamiento y generar **la tabla1**, donde obtenemos información entre lo que estaba programado y lo que realmente se ha realizado. Lo que nos permite tener un mayor control y conocimiento de cada atleta durante el periodo de entrenamiento, algo que puede ser fundamental en todo tipo de atletas y principalmente en los de alto rendimiento.

Referencias Bibliográficas

- Cava, M., Martínez-Cava, A., Morán-Navarro, R., & Pallarés, J. G. (2017). *Análisis de la validez de las ecuaciones de estimación del IRM con técnica de parada: una nueva propuesta* *Validity of the IRM estimation equations with stop technique: a new approach*. 6(2), 101–114. <http://revistas.um.es/sportk>
- Conde Cortabitarte, I. (2016). Beneficios del entrenamiento de la fuerza en Educación Primaria. *Magister*, 28(2), 94–101. <https://doi.org/10.1016/j.magis.2016.10.001>
- Doeven, S. H., Brink, M. S., Kosse, S. J., & Lemmink, K. A. P. M. (2018). Postmatch recovery of physical performance and biochemical markers in team ball sports: A systematic review. In *BMJ Open Sport and Exercise Medicine* (Vol. 4, Issue 1). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2017-000264>
- Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Blimkie, C. J. R., Jeffreys, I., Micheli, L. J., Nitka, M., & Rowland, T. W. (2009). *YOUTH RESISTANCE TRAINING: UPDATED POSITION STATEMENT PAPER FROM THE NATIONAL STRENGTH AND CONDITIONING ASSOCIATION*. www.nscj-jscr.org
- González Badillo, J. J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza* (J. Ribas Serna, Ed.) [Book]. INDE.
- GonzálezBadillo, J. J. (2017). *La velocidad de ejecución como referencia para la programación, control y evaluación del entrenamiento de fuerza* (J. J. González Badillo, Ed.) [Book]. Ergotech Consulting.
- 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. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248333>
- González-Hernández, J. M., García-Ramos, A., Castaño-Zambudio, A., Capelo-Ramírez, F., Marquez, G., Boullosa, D., & Jiménez-Reyes, P. (2020). Mechanical, Metabolic, and Perceptual Acute Responses to Different Set Configurations in Full Squat. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(6), 1581–1590. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002117>
- Gunter, K. B., Almstedt, H. C., Janz, K. F., Almstedt, H., & Janz, K. (2012). Physical Activity in Childhood May Be the Key to Optimizing Lifespan Skeletal Health. In *Exerc. Sport Sci. Rev* (Vol. 40, Issue 1). www.acsm-essr.org

Hejna. (1982). *The Prevention of Sports Injuries in High School*.6. *NSCA Journal*, 28–31.

Jiménez-Reyes, P., Castaño-Zambudio, A., Cuadrado-Peñafiel, V., González-Hernández, J. M., Capelo-Ramírez, F., Martínez-Aranda, L. M., & González-Badillo, J. J. (2021). Differences between adjusted vs. non-adjusted loads in velocity-based training: consequences for strength training control and programming. *PeerJ*, 9. <https://doi.org/10.7717/peerj.10942>

Kraemer, W. J., & Häkkinen, K. (2006). *Entrenamiento de la fuerza* / (W. J. Kraemer & K. Häkkinen, Eds.) [Book]. Editorial Hispano Europea.

Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. In *Medicine and Science in Sports and Exercise* (Vol. 36, Issue 4, pp. 674–688). <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000121945.36635.61>

Lagares Vázquez, B., & Rebollo, J. A. (2022). *Entrenamiento de fuerza con bandas elásticas en niños y adolescentes: una revisión sistemática Resistance training using elastic band in children and adolescents. A systematic review* (Vol. 44). <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/index>

Lloyd, R. S., Faigenbaum, A. D., Stone, M. H., Oliver, J. L., Jeffreys, I., Moody, J. A., Brewer, C., Pierce, K. C., Mccambridge, T. M., Howard, R., Herrington, L., Hainline, B., Micheli, L. J., Jaques, R., Kraemer, W. J., McBride, M. G., Best, T. M., Chu, D. A., Alvar, B. A., & Myer, G. D. (2014). *Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus Adapted from the position statement of the UK Strength and Conditioning Association on youth resistance training*. <https://doi.org/10.1136/bjsports>

Matos, N., & Winsley, R. J. (2007). Trainability of young athletes and overtraining. In *Journal of Sports Science and Medicine* (Vol. 6). <http://www.jssm.org>

Mikkola, J., Rusko, H., Nummela, A., Pollari, T., & Häkkinen, K. (2007). Concurrent endurance and explosive type strength training improves neuromuscular and anaerobic characteristics in young distance runners. *International Journal of Sports Medicine*, 28(7), 602–611. <https://doi.org/10.1055/s-2007-964849>

Ortiz Cervera, V. (1996). *Entrenamiento de fuerza para la salud*.

Pallarés, J. G., Sánchez-Medina, L., Pérez, C. E., de La Cruz-Sánchez, E., & Mora-Rodríguez, R. (2014). Imposing a pause between the eccentric and concentric phases

increases the reliability of isoinertial strength assessments. *Journal of Sports Sciences*, 32(12), 1165–1175. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.889844>

Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Sanchis-Moysi, J., Dorado, C., Mora-Custodio, R., Yáñez-García, J. M., Morales-Alamo, D., Pérez-Suárez, I., Calbet, J. A. L., & González-Badillo, J. J. (2017). Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 27(7), 724–735. <https://doi.org/10.1111/sms.12678>

Pareja-Blanco, F., Walker, S., & Häkkinen, K. (2020). Validity of Using Velocity to Estimate Intensity in Resistance Exercises in Men and Women. *International Journal of Sports Medicine*, 41(14), 1047–1055. <https://doi.org/10.1055/a-1171-2287>

Pochetti, J., Ponczosznik, D., Filártiga, P. R., & Testa, N. (2018). Strength training in children and adolescents: Benefits, risks and recommendations. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 116(6), S82–S91. <https://doi.org/10.5546/AAP.2018.S82>

Riscart-López, J., Rendeiro-Pinho, G., Mil-Homens, P., Soares da Costa, R., Loturco, I., Pareja Blanco, F., & León Prados, J. A. (2020). *Efectos de cuatro modelos diferentes de programación de entrenamiento basado en la velocidad sobre las ganancias de fuerza y el rendimiento físico*. www.nasca.com

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. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318213f880>

Strohacker, K., Fazzino, D., Breslin, W. L., & Xu, X. (2015). The use of periodization in exercise prescriptions for inactive adults: A systematic review. In *Preventive Medicine Reports* (Vol. 2, pp. 385–396). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2015.04.023>

Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total*. Editorial Paidotribo.