



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**Efecto de un programa de entrenamiento de la fuerza controlado por medio de un carácter
del esfuerzo bajo y medio en jóvenes futbolistas de Medellín**

Juan Camilo Vidal Restrepo

Trabajo de grado presentado para optar al título de Licenciado en Educación Física

Asesor

José Albeiro Echeverri Ramos, Magíster (MSc) en Motricidad y Desarrollo Humano

Universidad de Antioquia
Instituto Universitario de Educación Física y Deporte
Licenciatura en Educación Física
Medellín, Antioquia, Colombia
2025



Cita

(Vidal Restrepo, 2025)

Referencia

Estilo APA 7 (2020)

Vidal Restrepo, C. (2025) *Efecto de un programa de entrenamiento de la fuerza controlado por medio de un carácter del esfuerzo bajo y medio en jóvenes futbolistas de Medellín* [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Biblioteca Ciudadela Robledo

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Contenido

Resumen	1
Abstract	2
planteamiento del problema	3
Objetivos	7
Hipótesis.....	7
Marco teórico	8
Metodología	16
Resultados	20
Discusión.....	23
Conclusiones	25
Referencias	25

Lista de tablas

Tabla 1. Analisis sociodemografico

Tabla 2. Analisis de normalidad

Tabla 3. Comparación de los pretest de ambos grupos

Tabla 4. Cambios en las variables de rendimiento evaluadas para cada grupo

Resumen

El objetivo de este estudio fue comparar el efecto de un programa de entrenamiento de la fuerza controlado por medio de un carácter de esfuerzo bajo (CE bajo) con una carga que se puede mover a 0.99 m/s en sentadilla y a 0.93 m/s en peso muerto con un programa de entrenamiento igual, pero con un carácter de esfuerzo medio (CE medio). La población fueron jóvenes futbolistas de 14 años. Este es un estudio de diseño experimental con pretest - postest y asignación aleatoria de la muestra, las variables a analizar son el CMJ, sprint de 20 m, VMP ante 20 kg y la velocidad en el cambio de dirección. La intervención empieza con el pre test de cada variable, después se tendrán 8 semanas, en donde un grupo realizará 2 entrenamientos de fuerza a la semana con un CE bajo y con una carga del 50% DE 1RM en sentadilla profunda y peso muerto, realizando 3 series por ejercicio en cada entrenamiento; mientras que el otro grupo realizará el mismo protocolo, pero con un CE medio. Después se realiza el post test para cada variable para evaluar los resultados en Jamovi. A las variables dependientes se les aplico una prueba de normalidad llamada Shapiro-Wilk. Se uso un ANOVA 2x2 en donde se compararon los grupos y 2 tiempos (pre test y post test). Se concluye que el entrenamiento de la fuerza por medio de los ejercicios de sentadilla profunda y peso muerto con una carga del 50% de 1RM, y con un CE bajo y medio, tienen mejoras similares para el rendimiento en todas las variables evaluadas, siendo más eficiente el manejo del tiempo cuando se entrena con este tipo de CE y obteniendo resultados similares a entrenar con un CE medio.

Palabras clave: fuerza, sprint, carácter del esfuerzo, cambio de dirección, fútbol.

Abstract

The objective of this study was to compare the effect of a strength training programme controlled by a low stress character (CE) with a load that can be moved at 0.99 m/s in squat and 0.93 m/s in deadweight with an equal training programme, but with a medium effort character (average EC). The population were young footballers of 14 years. This is an experimental design study with pretest - posttest and random allocation of the sample, the variables to be analyzed are CMJ, 20 m sprint, VMP before 20 kg and speed in change of direction. The intervention begins with the pre test of each variable, then there will be 8 weeks, where a group will perform 2 strength workouts per week with a low EC and with a load of 50% of 1RM in deep squat and dead weight, performing 3 sets per exercise in each training; while the other group will carry out the same protocol, but with an average EC. Then the post test is performed for each variable to evaluate the results in Jamovi. To the dependent variables a normality test called Shapiro-Wilk is applied. A 2x2 ANOVA was used in which the groups and 2 times (pre- and post-test) were compared. It is concluded that strength training through deep squat and dead weight exercises with a load of 50% of 1RM, and with a low and medium EC, have similar improvements for performance in all the evaluated variables, being more efficient time management when training with this type of CE and obtaining similar results to train with an average CE.

Keywords: resistance, sprint, character of effort, change of direction, soccer

Planteamiento del problema

El fútbol es un deporte de colaboración-oposición en donde el desarrollo de capacidades condicionales como la fuerza es importante para poder tener un mayor rendimiento en acciones claves como sprint, cambios de dirección y saltos verticales (Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. 2006), que se realizan por medio de esfuerzos intermitentes de alta velocidad e intensidad combinados con periodos de baja intensidad, los cuales suelen aumentarse en el segundo tiempo debido a la fatiga (Harper, D. J., Carling, C., & Kiely, J. 2019), reduciendo el rendimiento en acciones claves como el sprint y los cambios de dirección, acciones fundamentales para cumplir con el principal objetivo del juego que es hacer gol, ya que con la aparición de la fatiga se da una disminución de la capacidad de producir fuerzas horizontales para acelerar al máximo (Nagahara, R., Morin, J. B., Koido, M. 2016). Además de ser clave para el rendimiento, el entrenamiento de la fuerza es el mejor método para disminuir el riesgo de lesiones deportivas por encima de otros tipos de entrenamientos como los estiramientos o el entrenamiento propioceptivo (Lauersen, J. B., Bertelsen, D. M., & Andersen, L. B. 2014).

Históricamente se ha entrenado la fuerza utilizando distintas variables como el % de 1RM para controlar la intensidad del entrenamiento, esto surgió en parte, a raíz de las investigaciones realizadas en los años 40s y 50s por el médico Thomas L. Delorme (Todd, J. S., Shurley, J. P., & Todd, T. C. 2012) que además de proponer el entrenamiento haciendo 3 series de 10 RM, propuso en su libro “Progressive Resistance Exercise, Technic and Medical Application”, entrenar de manera progresiva, realizando 6 repeticiones y día tras día se iba aumentando el número de estas hasta llegar a 12-15 repeticiones máximas para luego ir aumentando la carga progresivamente, y después volver a empezar con un peso con el que se puedan hacer 6 RM. Después de Delorme, son muchos los investigadores que han aportado al entrenamiento de la fuerza con nuevas metodologías y teorías incluyendo lo que se conoce como las manifestaciones de la fuerza, concepto que en muchos casos han llevado a los profesionales a confusiones que dificultan que el entrenamiento deportivo sea visto como una ciencia, ya que muchos nombran cosas similares con nombres diferentes. Es por esto que Gonzales Badillo y su grupo de trabajo, han aportado a la solución de esta dificultad usando una única terminología dentro del entrenamiento de la fuerza, dejando claro

que ($F = \text{Masa por Aceleración}$) y desde un punto de vista fisiológico, es la capacidad de producir tensión que tiene el músculo al activarse (González-Badillo & Ribas, 2002).

Además de aclarar la terminología del entrenamiento de la fuerza, Badillo ha propuesto una nueva forma de controlar el entrenamiento de la fuerza cuando propuso lo siguiente: “si se pudiera medir la velocidad máxima de los movimientos cada día y con información inmediata, éste sería posiblemente el mejor punto de referencia para saber si el peso es adecuado o no” (González Badillo, 1991; pág. 172). A partir de allí su propuesta de entrenar la fuerza controlando la intensidad por medio de la velocidad de ejecución ha ganado mucha relevancia y más con la aparición de elementos tecnológicos como los encoders lineales, herramientas utilizadas para medir la velocidad en cada repetición. A esto se puede añadir la aparición de otra propuesta que busca obtener algunos de los beneficios que tiene entrenar controlando la intensidad con un encoder, como lo es poder obtener ganancias de fuerza e incluso de hipertrofia, sin necesidad de dejar a los deportistas con altos grados de fatiga a partir, esto se logra con la utilización del carácter del esfuerzo (CE), definido como “la relación entre las repeticiones realizadas (las que se realizan) y las realizables (las que podrían ser realizadas en un hipotético caso)” (González-Badillo & Ribas Serna, 2002; pág. 211), usado como medio para controlar la intensidad.

El principal aporte que hace el CE es que permite obtener varios beneficios del entrenamiento de fuerza controlado por medio de la velocidad de ejecución, pero sin la necesidad de tener equipos tecnológicos de difícil acceso para la mayoría de entrenadores, permitiendo que en contextos como el fútbol formativo, se pueda seguir potenciando el rendimiento deportivo de los jóvenes, con propuestas que están en línea con los últimos hallazgos científicos en esta área del conocimiento, ya que investigaciones como la de (Sánchez, & Badillo, 2011) han demostrado que por medio de la utilización de un carácter del esfuerzo medio o bajo, basado en hacer la mitad o menos de la tercera parte de las repeticiones posibles a máxima velocidad de ejecución, se pueden obtener grandes ganancias de fuerza con una aparición reducida de marcadores de fatiga como el amonio y lactato en sangre y con una disminución inferior al 15% en el salto en contramovimiento (CMJ) después del entrenamiento, siendo de gran valor práctico ya que permite mejorar el rendimiento, utilizando menos tiempo de entrenamiento que en una sesión llevada hasta el fallo muscular, permitiendo que los deportistas no terminen fatigados para realizar el componente técnico y táctico

de los entrenamientos o la propia competencia (González-Badillo, J. J., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Ribas, J López-López, 2015).

Se pueden encontrar más trabajos como el de (Baena, et al 2022), quienes realizaron una revisión sistemática comparando los efectos de entrenar con base a un % de 1RM vs entrenamiento basado en la velocidad con distintas pérdidas de la velocidad medidas con encoder, encontrando que entrenar con este método es igual o más efectivo que entrenar con base a un % de 1RM para mejoras en 1RM, altura del salto CMJ y sprint de 10, 20 y 30 m; resaltando que las ganancias en CMJ y sprint fueron mayores cuando la pérdida de la velocidad fue baja entre un 5 al 15% de pérdida de la velocidad media propulsiva (VMP), lo que corresponde a entrenar con un carácter del esfuerzo bajo que se da cuando “el número de repeticiones que se realiza en la serie está muy alejado del número máximo de repeticiones realizables o posibles” (Badillo, 2017, pág. 33). También se han realizado estudios como el de Camacho, J. (2019) en donde se comparó el % de cambio en 1RM y el % de cambio de la velocidad media propulsiva (VMP) de 2 grupos que entrenaron haciendo 3 series de sentadilla profunda con velocidades bajas (iguales o menores a 0.47 m/s) o con lo que ellos definen como velocidades altas (iguales o mayores a 0.60 m/s), lo que corresponde a entrenar con una carga relativa del 90% y el 80% de 1RM en sentadilla aproximadamente según (Conceição, et al., 2016), encontrando que ambos grupos tuvieron mejoras significativas en ambas variables pero el grupo que entrenó con una velocidad más baja obtuvo mayores mejoras en 1RM y VMP que el grupo que entrenó con una velocidad más alta (42.45% en 1RM y 66.07% en VMP vs 35,19% en 1RM y 11,70% en VMP), se debe considerar que en este estudio las velocidades que son tomadas como “Altas”, siguen siendo velocidades que no se corresponden a velocidades similares a las de los gestos para la mayoría de deportistas o personas que se suelen mover por encima de 1m/s, por eso es pertinente continuar con esta línea de investigaciones intentando identificar el efecto que tiene entrenar a máxima velocidad de ejecución con cargas bajas y moderadas (40 al 70% de 1RM) velocidades similares a las de su deporte, por ejemplo en un ejercicio como la sentadilla profunda con barra trasera las velocidades para estas cargas relativas serian de 1.20 m/s y 0.82 m/s (Sánchez- Medina, 2017) y en un ejercicio como el press banca estas velocidades estarían entre 1.15 m/s y 0.64 m/s (Gonzales Badillo, 2010), respectivamente, siendo velocidades muy superiores a las investigadas en estudios anteriores.

Los estudios realizados en Colombia sobre el entrenamiento de la fuerza basado en la velocidad, controlando la velocidad de ejecución son escasos, sea por medio del carácter del esfuerzo medido con la percepción de los sujetos en cada entrenamiento o utilizando encoders lineales. Se tiene el estudio de (Rojas, et al., 2024), que concluyó que una carga del 45 al 65% de 1RM en sentadilla profunda con una pérdida de velocidad del 10% es suficiente para tener mejoras significativas en variables como la velocidad en el sprint en futbolistas jóvenes después de 8 semanas de intervención. El único estudio encontrado en Colombia hasta el momento que ha utilizado el carácter del esfuerzo sin el uso de tecnología como los encoders lineales es el estudio de (Alarcón, et al, 2020), que fue realizado con jugadores de Rugby y con una población de estudiantes universitarios, distinta a los jóvenes que se pretenden investigar en este trabajo. Este estudio se realizó con una carga con la que los deportistas se podrían realizar 12 repeticiones máximas, lo que suele ser una carga que suele estar entre el 60 y el 70% de 1RM, aunque esto puede variar ya que el número de repeticiones que puede realizar un deportista con una carga absoluta, varía mucho de persona a persona, en el presente estudio se busca entrenar con una carga aún menor (50% de 1RM) y con un carácter del esfuerzo menor (CE bajo), con esto se quiere seguir en la búsqueda de la mínima dosis efectiva, con la que se busca obtener los mayores resultados con la menor carga posible. Conociendo lo anterior, se puede decir que es pertinente seguir nutriendo este campo del conocimiento, ya que esta forma de entrenar está a la mano de la mayoría de los entrenadores del fútbol base colombiano, lo que puede ayudar a potenciar el rendimiento físico y deportivo en general de los jóvenes jugadores, disminuir su riesgo de lesión y también se le da una herramienta a los entrenadores para que sigan basando su práctica en ciencia, además de que se le hace un aporte a este campo del conocimiento al ver el efecto que este tipo de programas que son tan viables en la práctica, pueden tener sobre el rendimiento de los jóvenes futbolistas de la ciudad de Medellín.

Esta investigación es viable porque se cuenta con todos los recursos humanos (20 jugadores sub 14 A del Club el Boca de Bello), físicos (Barras, mancuernas y espacio necesario para entrenar), tecnológicos (encoder, plataformas de contacto y fotoceldas para la medición de los test iniciales y los postest) y teóricos (Evidencia científica sobre el CE) necesarios para su realización.

Objetivos

Objetivo general

Comparar el efecto de un programa de entrenamiento de la fuerza controlado por medio de un carácter de esfuerzo bajo con una carga que se puede mover a 0.99 m/s en sentadilla y a 0.93 m/s en peso muerto con un programa de entrenamiento igual, pero con un carácter de esfuerzo medio.

Objetivos específicos

Identificar el efecto de un programa de entrenamiento de la fuerza controlado por medio de un carácter del esfuerzo bajo sobre la altura de salto vertical en jóvenes futbolistas de la ciudad de Medellín.

Identificar el efecto de un programa de entrenamiento de la fuerza controlado por medio de un carácter del esfuerzo bajo sobre la velocidad en el cambio de dirección en jóvenes futbolistas de la ciudad de Medellín.

Identificar el efecto de un programa de entrenamiento de la fuerza controlado por medio de un carácter de esfuerzo bajo sobre la velocidad en el sprint de 20 m en jóvenes futbolistas de la ciudad de Medellín.

Identificar el efecto de un programa de entrenamiento de la fuerza controlado por medio de un carácter del esfuerzo bajo sobre la velocidad a la que se desplazan la carga de 20 kg en sentadilla profunda.

Hipótesis

H_0 = No hay diferencias estadísticamente significativas en los efectos de un plan de entrenamiento con un CE bajo y medio sobre el CMJ, la velocidad en 20 m, el cambio de dirección y la VMP con 20 kg en sentadilla profunda en futbolistas de 14 años del club El Boca Bello.

Ha= Si hay diferencias estadísticamente significativas en los efectos de un plan de entrenamiento con un CE bajo y medio sobre el CMJ, la velocidad en 20 m, el cambio de dirección y la VMP con 20 kg en sentadilla profunda en futbolistas de 14 años del club El Boca Bello.

5. Marco teórico

Los conceptos de fuerza, fuerza aplicada, fuerza máxima y RFD.

Se va a iniciar definiendo el concepto de fuerza muscular, el cual es básico para poder comprender esta investigación. “La fuerza muscular es la capacidad de producir una tensión que tiene el músculo al activarse o como se entiende habitualmente contraerse” (Badillo, 2002, pág 19), tener este concepto claro es importante pero no es el único, ya que en deportes como el fútbol, no sirve cualquier tipo de fuerza, sino que conceptos como el de fuerza útil o aplicada, que se refiere a la máxima fuerza que los músculos puede producir en el tiempo disponible dentro de cada deporte (Badillo, 2002) es clave. Dentro de la programación del entrenamiento en el fútbol en donde se producen entre 1.000 y 1.400 acciones con una duración entre 3-5 s, en donde los jugadores realizan sprints, aceleraciones, desaceleraciones, saltos, remates y duelos (Castellano, 2015), el entrenamiento de la fuerza debería optimizar el rendimiento en dichas acciones, porque el objetivo en el fútbol es hacer gol y estos suelen estar precedidos por acciones de ese tipo en donde el deportista moviliza cargas bajas y moderadas como un balón o su propio peso corporal. Además de esto también se han descrito algunas de las manifestaciones que son fundamentales para deportes como el fútbol, estas manifestaciones son la Tasa de desarrollo de la fuerza (RFD), que es definida como “la máxima producción de fuerza por unidad de tiempo” (Badillo, 2002, pág 21), capacidad fundamental ya que en el deporte muchas acciones importantes se dan antes de los 250 m/s. Además de la RFD, hay otros conceptos relevantes como el de fuerza máxima que es definido como “la tensión máxima manifestada por el músculo en un tiempo determinado, un deportista no tiene un nivel de fuerza máxima único sino que tiene muchos diferentes en función de la velocidad con la que se mida la fuerza máxima ejercida “, (Gonzales Badillo, 2002, pág. 20), aclarar esto es fundamental, ya que uno de los inconvenientes dentro del entrenamiento deportivo es que existe muchas confusiones entre términos, por ejemplo, tradicionalmente se ha asociado la fuerza máxima

a la capacidad de movilizar cargas altas, pero esto tiene más relación con la definición de 1RM que con el concepto de fuerza máxima propiamente, cuando se habla de fuerza máxima se puede decir que se tiene un valor de fuerza máxima para cada carga absoluta que exista, por ejemplo en el ejercicio de sentadilla profunda se tiene un valor de fuerza máxima con 10kg (carga absoluta), 20kg, 50 kg, etc. Ese valor de fuerza máxima corresponde a la mayor velocidad a la que se puede movilizar dicha carga, dependiendo la modalidad deportiva que se esté entrenando, unos valores de fuerza máxima tendrán mayor relevancia que otros, por ejemplo; en jugadores de fútbol es mucho más importante mover cargas ligeras y moderadas a altas velocidades que movilizar cargas altas.

El 1RM y sus limitaciones

Otro concepto importante dentro del entrenamiento de la fuerza es el concepto de 1RM, que hace referencia a el mayor peso que puede movilizarse en una sola repetición con una buena técnica (Baechle y Earle, 2007), el 1RM ha servido de base para la programación del entrenamiento de la fuerza por mucho tiempo, sin embargo, esta forma de controlar el entrenamiento presenta limitaciones como el hecho de que día a día el valor de 1RM de cada sujeto cambia dependiendo de variables como su estado de ánimo o su estado de recuperación, es por esto que con esta metodología no se sabe de manera precisa si la carga que se prescribe es la misma que se está aplicando al deportista (Sánchez-Moreno, 2017). A pesar de que existen estudios como el de (Grgic, et al., 2020) en donde concluyen que el 1RM es una prueba con una confiabilidad de buena a excelente sin grandes cambios sistemáticos entre una prueba y la otra; se debe saber que los estudios incluidos en esta revisión evaluaban el 1RM con una diferencia entre 2 y 7 días, periodo de tiempo demasiado corto para encontrar cambios en esta medida. Mientras que en el paradigma del entrenamiento de fuerza basado en la velocidad ya se conoce que la velocidad a la que se mueve cada % de 1RM es estable a lo largo del tiempo, sin tener variaciones entre sujetos (Badillo y Sánchez, 2010), lo que ofrece datos mucho más fiables para un correcto control del entrenamiento.

Paradigma del entrenamiento de la fuerza basado en la velocidad.

Descripción de los métodos y técnicas utilizadas para desarrollar la fuerza en el entrenamiento de fuerza basado en la velocidad.

Es necesario aclarar que el entrenamiento de fuerza basado en la velocidad no es una “metodología de entrenamiento”, sino que simplemente es una forma de controlar el entrenamiento de la fuerza, comprendiendo esto, se pasará a hablar sobre las distintas consideraciones que son necesarias para que esta forma de controlar el entrenamiento sea efectiva. Lo primero es entender que “el mayor efecto del entrenamiento se alcanza si las cargas se desplazan a la mayor velocidad posible” (González Badillo, et al., 2014), es por esto que se hace necesario educar a las personas para que aprendan a realizar cada repetición con la intención de aplicar toda la fuerza posible ante dicha carga absoluta, más aún cuando tradicionalmente la mayoría de personas han entrenado en base a métodos o conceptos del culturismo como es el tiempo bajo tensión, lo que ha ocasionado que a muchos individuos les cueste moverse rápido y más aún cuando es ante cargas moderadas o bajas.

A continuación, se pasará a hablar de los conceptos de volumen e intensidad, conceptos que tradicionalmente se han relacionado con el % de 1RM (Intensidad) y con el número de repeticiones y series a realizar (volumen), pero en este nuevo paradigma se tiene que “las referencias para programar la carga de entrenamiento son la velocidad de la primera repetición y la pérdida de velocidad en la serie” (Badillo, 2017; pág 170), teniendo que la velocidad de la primera repetición hace referencia a la intensidad a la que se va a entrenar y la pérdida de velocidad en la serie hace referencia al volumen con el que se va a entrenar. Esta forma de controlar la intensidad es mucho más precisa que entrenar en base a un % de 1RM, ya que la velocidad a la que se mueve un individuo ante ciertas cargas relativas no varía de sujeto a sujeto en aquellos ejercicios que ya han sido estudiados y caracterizados con el entrenamiento de fuerza basado en la velocidad, teniendo que en ejercicios como la sentadilla profunda la mayoría de las personas llegan al fallo muscular a una velocidad de 0,32 m/s, (Sánchez medina, 2017), en el pull up en el cual el fallo muscular se alcanza a 0,22 m/s (Sánchez-Moreno, et al., 2017) y también se tiene el primer ejercicio en ser estudiado de esta manera que fue el press de banca en donde se alcanza el fallo muscular a una velocidad de 0,18 m/s (Badillo y Medina, 2010), estos hallazgos permiten tener un mejor control

del entrenamiento ya que se puede prescribir y controlar la intensidad y el volumen de una manera mucho más fiable que en el paradigma tradicional del entrenamiento basado en % de 1RM.

Consideraciones prácticas para la implementación segura y efectiva

Al igual que en cualquier proceso de entrenamiento se debe iniciar con la enseñanza de la técnica de los ejercicios a entrenar durante el ciclo de entrenamiento. Como en este paradigma los ejercicios estudiados son multiarticulares en su totalidad (sentadilla profunda, press banca, pull ups, etc.), se recomienda empezar por la enseñanza de estos patrones básicos de movimiento que al mismo tiempo son fundamentales para poder tener un buen rendimiento humano y deportivo, ya que la mayoría de acciones que realizamos en la vida y en los deportes son acciones como correr, saltar, lanzar o patear en donde utilizamos varias articulaciones al mismo tiempo y no de manera aislada, es por esto que autores como (Boyle, 2016 como se citó en Gambetta y Grey, 2002) dicen: “Los movimientos de una sola articulación que aíslan un músculo en particular son muy poco funcionales. Los movimientos multiarticulares que integran varios grupos musculares en patrones de movimiento son muy funcionales”.

Después de que la persona ya tiene un nivel de técnica óptimo para realizar los ejercicios correctamente, se pasa a valorar el estado de rendimiento inicial del deportista con el fin de tener un punto de partida para comparar cómo se va modificando el rendimiento después de aplicar un ciclo de estiramiento, para realizar esta valoración se utiliza el perfil carga velocidad que es “una representación gráfica de la relación inversa entre carga y velocidad, y se basa en la relación entre fuerza y velocidad” (Carbone, 2023). En esta prueba se pone a los deportistas a hacer uno o 2 levantamientos a máxima velocidad de ejecución empezando con una carga cercana al 50% de 1RM y realizando alrededor de 4 cargas más en donde se va aumentando el peso progresivamente hasta llegar hasta el 1RM o cerca de él, este test tiene como objetivo medir el rendimiento que tiene el deportista ante distintos tipos de cargas, empezando por cargas bajas, hasta llegar a cargas maximales. En este caso que la población son jugadores de fútbol, se busca que las mayores mejoras se den en relación a la velocidad con la que se desplazan las cargas bajas que son el tipo de cargas que determinan el rendimiento en acciones claves de este deporte. Después de conocer el perfil carga velocidad en un ejercicio como la sentadilla en donde se da una triple flexo-extensión de tobillo, rodilla y cadera, algo similar a lo que sucede en acciones como el sprint o un remate en

fútbol, se pasa a programar la carga relativa con la que se iniciará el ciclo de entrenamiento priorizando el tipo de carga que el deportista necesite, en este caso que se evaluarán futbolistas se propone entrenar con cargas de ligeras a moderadas, empezando por la carga más baja que genere un efecto positivo en el rendimiento, por lo que se propone iniciar con las cargas relativas más bajas que se han estudiado en investigaciones como la de (Rojas, et al., 2024) en donde el 45% de 1RM en sentadilla profunda con una pérdida de velocidad del 10% (Hacer entre la tercera y cuarta parte de las repeticiones posibles), han demostrado grandes efectos en la velocidad del sprint de 20 m y en la altura del salto CMJ. A partir de allí se puede seguir entrenando con esa misma carga relativa (por ejemplo 45% de 1RM), mientras que las cargas absolutas sí suelen irse aumentando, lo que demuestra una mejora en el rendimiento, porque sí al iniciar el ciclo de entrenamiento el 45% de 1RM era 50 kg y después de 2 semanas ese mismo 45% son 55 kg, esto quiere decir que el deportista está entrenando con la misma carga relativa pero la carga absoluta ha aumentado. En el momento que el rendimiento se vea estancado, se propone aumentar un poco la carga relativa, pero manteniendo el mismo volumen de entrenamiento (10% de pérdida de la velocidad) para seguir consiguiendo adaptaciones positivas con el entrenamiento.

El carácter del esfuerzo y sus tipos

Teniendo claros los términos anteriores, se puede pasar a hablar propiamente del carácter del esfuerzo que va a ser la forma de controlar la intensidad del entrenamiento en esta investigación. Como ya se ha dicho, “el carácter del esfuerzo se refiere a la relación entre las repeticiones realizadas (las que se realizan) y las realizables (las que se podrían realizar en un hipotético caso)” (González-Badillo & Ribas Serna, 2002; pág. 211), esta relación es importante ya que un entrenamiento puede ser muy diferente a otro, así el deportista esté entrenando con la misma carga absoluta y relativa, sí el carácter del esfuerzo es distinto. Existen 4 tipos de carácter del esfuerzo, empezando con el CE ligero o bajo que se refiere a hacer menos de la mitad de las repeticiones posibles (Ej: hacer 3 de 10RM), después va el CE medio que sería hacer alrededor de la mitad de las repeticiones posibles (Ej: hacer 5 de 10RM), sigue el CE alto que se refiere a hacer más de la mitad de las repeticiones posibles dejando de 2 a 4 repeticiones por hacer (Ej: hacer 7 de 10RM) y por último se tiene el CE máximo que es hacer el máximo de repeticiones posibles o dejar solo una repetición por hacer (Ej: hacer 9 de 10RM) (Badillo, 2017).

Conociendo mucha de la terminología propia del entrenamiento de la fuerza, se pasará a definir los test que se usarán para la monitorización y el control de las adaptaciones que genera el entrenamiento.

Perfil carga velocidad

Se empezará hablando del perfil carga velocidad que es “una representación gráfica de la relación inversa entre carga y velocidad, y se basa en la relación entre fuerza y velocidad” (Carbone, 2023). En esta prueba se pone a los deportistas a hacer uno o 2 levantamientos a máxima velocidad de ejecución empezando con una carga cercana al 50% de 1RM y realizando alrededor de 4 cargas más en donde se va aumentando el peso progresivamente hasta llegar hasta el 1RM o cerca de él, este test tiene como objetivo medir el rendimiento que tiene el deportista ante distintos tipos de cargas, empezando por cargas bajas, hasta llegar a cargas maximales. En este caso que la población son jugadores de fútbol, se busca que las mayores mejoras se den en relación a la velocidad con la que se desplazan las cargas bajas que son el tipo de cargas que determinan el rendimiento en acciones claves de este deporte.

Protocolo de Bosco

“Son diferentes tipos de saltos verticales máximos estrictamente estandarizados que pretenden estimar una de las cualidades de la musculatura extensora de la extremidad inferior”. (Bosco, et al., 1983, pág 273). El primer tipo de salto que se hace en el test de Bosco es el Squat Jump (SJ) que “es un salto realizado con las dos extremidades inferiores a la vez, con una previa flexión de rodillas mantenida de 90°, desde la que se asciende verticalmente sin ningún tipo de contramovimiento o rebote, efectuando un salto vertical máximo. Este protocolo evalúa la fuerza explosiva sin reutilización de energía elástica ni aprovechamiento del reflejo miotático. Sigue el test de CMJ que se hace de la siguiente forma: “Partiendo de una extensión de rodillas en bipedestación, se debe realizar un movimiento rápido de flexo-extensión de las rodillas hasta un ángulo de 90°, para consecutivamente y sin pausa alguna efectuar un salto vertical máximo. Esta prueba evalúa la fuerza explosiva con reutilización de energía elástica, pero sin aprovechamiento del reflejo miotático. El último test del protocolo de Bosco que tomaremos será el salto Abalakov que es una prueba que consiste en realizar un salto vertical realizando una flexión de 90° para

después pasar a saltar lo más alto posible realizando una triple extensión de tobillo, rodilla y cadera con la ayuda de las manos que se pueden mover libremente.

El CMJ como variable de medida para controlar el estado de fatiga del deportista

Dentro de la investigación también aparece el término de fatiga que es definida como “una capacidad reducida para dar el máximo rendimiento” (Knicker, 2011, pág 307), el control de la fatiga dentro del entrenamiento es fundamental y se puede realizar de distintas formas, entre ellas se destaca la realización de una prueba como la el CMJ que ya se mencionó y que “es una forma muy práctica para estimar la fatiga neuromuscular ocasionada por una sesión o protocolo de ejercicio, calculando la pérdida de altura pre-post esfuerzo en el salto vertical” (Badillo et al, 2017, pág 63). La forma de monitorizar la fatiga con la pérdida de altura en el salto CMJ consiste en “realizar 3 saltos antes y después al esfuerzo correspondiente y se calculará el cambio porcentual pre-post esfuerzo en la altura de dicho salto” (Badillo, 2017., pág 63).

Medición de la velocidad en el sprint

Para medir la velocidad en el sprint se realizará el test de sprint de 20 m que consiste en correr a la máxima velocidad en una distancia de 20 m, cada deportista realiza el ejercicio 2 veces y se le anota el mejor de sus tiempos, estos tiempos serán tomados con fotoceldas para tener una medida fiable.

Medición de la velocidad en el cambio de dirección

Por último, se hará el test de Illinois que se usa “para determinar la capacidad de acelerar, desacelerar, girar en diferentes direcciones y correr” (Homoud, 2015) y que consiste en realizar varios sprints con cambios de dirección en distintas direcciones siguiendo una secuencia establecida.

Impacto del entrenamiento de fuerza basado en la velocidad en diferentes poblaciones

En cuanto al impacto que tienen las intervenciones de fuerza controladas por medio de la velocidad de ejecución, se tienen varios estudios demostrando el efecto que este tipo de entrenamiento tiene sobre el rendimiento deportivo y otras variables como el aumento de masa

muscular, la mayoría de ellos son realizados en personas entrenadas y en atletas de alto rendimiento. Se han encontrado investigaciones como la de (Włodarczyk, et al, 2021) en donde la población eran atletas de élite y los resultados fueron que entrenar con pérdidas de la velocidad entre el 10 y el 20% puede ayudar a aumentar el rendimiento deportivo y disminuir la fatiga propia del entrenamiento de la fuerza que suele perjudicar el rendimiento en la parte técnico táctica, o el estudio de (Pareja-blanco, et al, 2020) en donde se evaluaron 65 jóvenes entrenados en fuerza, aplicando distintas pérdidas de velocidad en un ejercicio como el press banca, obteniendo que con pérdidas de la velocidad entre el 10 y el 20% se obtienen resultados superiores en ganancia de fuerza que entrenando con pérdidas del 40% de la velocidad (cercano al fallo muscular), además de que aquellos que entrenaron con pérdidas de velocidad del 20% tuvieron ganancias de masa muscular similares a las de aquellos que entrenaron con pérdidas del 40% que tuvieron niveles de fatiga superiores, algo que es fundamental cuando se habla de deportistas que entrenan muchas horas a la semana y no pueden utilizar mucho tiempo entrenando la fuerza hasta el punto de fatigarse para la práctica de su deporte. También se tiene el trabajo de (Baena-Marín, et al, 2022) en donde evaluaron el efecto que tenían distintas intervenciones de fuerza basadas en la velocidad en deportistas entrenados sobre variables como la velocidad en el sprint y la altura del salto vertical, encontrando que este tipo de intervenciones son efectivas para mejorar dichas variables sin necesidad de llegar o acercarse al fallo muscular.

En el fútbol profesional también se han desarrollado investigaciones como la de (Rojas, 2024) donde un ejercicio como la sentadilla profunda con una carga del 45% de 1RM, una pérdida del 10% de velocidad, entrenando 2 veces por semana y realizando 3 series por sesión, resultó ser suficiente para tener ganancias significativas en salto CMJ y velocidad en el sprint después de 8 semanas de entrenamiento.

Metodología

Se realizará un diseño de investigación experimental con pretest - posttest y asignación aleatoria de la muestra, las variables a analizar serán altura de salto CMJ, velocidad en el sprint de 20 metros, VMP ante 20 kg (perfil carga-velocidad) y la velocidad en el cambio de dirección. El número de la muestra será de 21 jugadores masculinos de fútbol de la categoría sub 14 A del club El Boca del municipio de Bello, Antioquia. La muestra será dividida de manera aleatoria en 2 grupos de 10 y 11 deportistas que realizará la intervención con un CE bajo y 10 deportistas que realizará la intervención con CE medio. La intervención tendrá una duración de 8 semanas, en donde un grupo realizarán 2 sesiones de entrenamiento de fuerza a la semana con un carácter del esfuerzo bajo (Realizando alrededor de la 3era parte de repeticiones totales que se pueden movilizar con esa carga a máxima velocidad de ejecución) y con una carga que puedan movilizar a alrededor de 0.93 m/s en peso muerto y a 0.99 m/s en sentadilla profunda lo que corresponde al 50% de 1RM en cada ejercicio, realizando 3 series por ejercicio en cada sesión de entrenamiento con 3 minutos de descanso entre serie; mientras que el otro grupo realizará el mismo protocolo pero con un carácter del esfuerzo medio (realizando alrededor de la mitad de las repeticiones posibles). Además de las sensaciones que tengan el día del entrenamiento y el dato de la altura del salto CMJ que se utilizará para monitorizar el entrenamiento en cada sesión (Realizando un salto después del calentamiento y otro después de acabar el entrenamiento), Se utilizarán los valores de referencia del perfil carga velocidad de cada ejercicio para que los deportistas se orienten para elegir la carga con la que van a entrenar en cada sesión, con esto el deportistas podrá tener varias fuentes de información para decidir una carga que sea más óptima posible para entrenar ese día sin necesidad de tener un encoder en cada sesión. Además del pre test y post test, se realizará el perfil de fuerza velocidad luego de terminar la cuarta semana de intervención, con el fin de que los deportistas

puedan tener información para decidir qué carga es mejor de acuerdo a como hayan ido mejorando o disminuyendo en su rendimiento durante este periodo de entrenamiento.

Los test que se utilizarán para medir el efecto de la intervención serán el test de Bosco que está compuesto por el salto CMJ, Squat Jump y salto Abalakov medido con una plataforma de contacto marca Chronojump que “es un sistema para la medición y gestión de la capacidad de salto que es totalmente abierto, lo que permite que cualquiera lo pueda utilizar, fabricar, probar, validar, distribuir y mejorar” (Blax Foix y González Gómez, 2012, pág 356), este sistema es de los más fiables que se tienen en la actualidad para medir el rendimiento deportivo por medio de un test que es muy fácil de realizar. Los test de sprint de 10, 20 y 30 m y el test de Illinois serán medidos con fotoceldas de la marca Dashr, el perfil “carga- velocidad” en peso muerto y sentadilla será medido con el encoder Chronojump.

PROTOCOLO DE EVALUACIÓN

SEMANAS DE LA INTERVENCIÓN			
	SEMANA #1	SEMANA #2 A LA #9	SEMANA #10
PRETEST	X		
POSTEST			X
VOLUMEN E INTENSIDAD SEMANAL DEL GRUPO EXPERIMENTAL		8 series de sentadilla profunda y 8 series de peso muerto con el 40% de 1RM con CE bajo (haciendo la tercera parte de las repeticiones posibles).	
VOLUMEN E INTENSIDAD SEMANAL DEL GRUPO CONTROL		0	
TEST Y EJERCICIOS	Salto CMJ, Abalakov y squat jump. sprint de 20 m, test de Illinois y perfil carga velocidad en sentadilla.	Peso muerto, sentadilla profunda y control del CMJ pre y post entrenamiento.	Salto CMJ, Abalakov y squat jump. sprint de 20 m, test de Illinois y perfil carga velocidad en sentadilla.

A los deportistas se les pedirá que descansen bien el día anterior a las mediciones, además de asistir con ropa deportiva cómoda y un calzado adecuado para cada prueba (tenis para las mediciones de fuerza y guayos para las mediciones de velocidad en el sprint y velocidad en el cambio de dirección). Además de que cada prueba se realizará a la misma hora del día y se buscará tener condiciones climatológicas similares en el pretest y postest.

Se destinará la semana #1 y la semana #10 para hacer las evaluaciones, realizando el día martes las evaluaciones de fuerza (Perfil carga velocidad en sentadilla y peso muerto, salto CMJ, SJ y Abalakov) y el día jueves se realizarán las evaluaciones de velocidad (sprint de 10,20 y 30 m y el test de Illinois).

El calentamiento se realizará de manera estandarizada, tanto para las mediciones como para los entrenamientos, con el objetivo de que el tipo de calentamiento no influya en los resultados de los test y de las mediciones de salto CMJ que se realizarán cada entrenamiento para monitorizar el rendimiento y el nivel de fatiga que están teniendo los deportistas sesión a sesión. Este calentamiento estará compuesto por varias partes: movilidad de las principales articulaciones a entrenar (tobillo, rodilla y cadera) y una preparación al movimiento que tendrá una parte de estabilidad enfocada en la activación de la zona core y otra parte muy corta de activación neural.

Calentamiento (Pretest - postest y entrenamientos).

- 1. Movilidad (5 min):** Movilidad de tobillo, rodilla y cadera.
- 2. Estabilidad del core (3 min):** Plancha frontal.
- 3. Activación neural (2 min):** Desaceleración + pogo jumps.
- 4. Series de aproximación:** Sentadilla profunda con el peso corporal y sentadilla con barra trasera.

PROTOCOLO DE CALENTAMIENTO				
#	Ejercicio	Serie	Repetición	Descanso
	CALENTAMIENTO		12 MIN	
	PREPARACIÓN DEL PILAR			
	MOVILIDAD		5 MIN	
1.	Movilidad de tobillo	2	8 x lado	sin
2.	Movilidad de rodilla	2	8 x lado	sin
3.	Movilidad de cadera (Rotación int-ext)	2	8 x lado	sin
	ACTIVACIÓN DE LA ZONA CORE		3 MIN	
1.	Plancha frontal	3	15-15s	30s
	PREPARACIÓN DEL MOVIMIENTO		2 MIN	
	ACTIVACIÓN NEURAL		2 MIN	
1.	Desaceleración + pogo jumps	4	5s	20s
	Serie de aproximación		3 min	
1.	Sentadilla profunda con peso corporal	1	10 repz	1 min
2.	Sentadilla profunda con barra.	1	5 repz	1 min



MOVILIDAD



ACTIVACIÓN DEL CORE



ACTIVACIÓN NEURAL



SERIE DE APROXIMACIÓN

El calentamiento para los test de velocidad será el mismo, pero se cambiará la parte de series de aproximación, por 3 esprints de 20 m en donde se irá aumentando la velocidad progresivamente.

Protocolo de intervención

PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN GRUPO EXPERIENCIAL				
#	Ejercicio	Serie	CE	Descanso
1	Sentadilla profunda	4	CE BAJO	3 min
2	Peso muerto	4	CE BAJO	3 min



SENTADILLA PROFUNDA



PESO MUERTO

Criterios de inclusión:

- Tener entre 13 y 14 años.
- Aceptar la participación en el estudio por medio de la firma del consentimiento informado.
- Hacer parte del Club El Boca en la categoría sub 14 A.

Criterios de exclusión:

- Tener lesiones en el sistema locomotor.

Resultados

*TABLA 1 Análisis
sociodemográfico*

	GRUPO	TALLA m	PESO kg	IMC
N	CE BAJO	8	8	8
	CE MEDIO	10	10	10
Media	CE BAJO	1,61	50,5	19,1
	CE MEDIO	1,63	54	20,4
Desviación estándar	CE BAJO	0,0701	6,34	1,07
	CE MEDIO	0,0675	7,87	1,84

En la tabla 1 se pueden observar el número de participantes por grupo, así como la media de algunas variables como la talla, el peso y el IMC, encontrándose datos muy similares para ambos grupos. Allí se puede ver como el grupo de CE bajo tiene una media de talla de 1,61 m vs 1,63 m del grupo

de CE medio, en el peso corporal el grupo de CE bajo tuvo una media de 50,5 kg vs 54 kg del grupo de CE medio y por ultimo tenemos una media de IMC de 19,1 para el grupo de CE bajo y una media de 20,4 para el grupo de CE medio.

Análisis de normalidad

Como se puede ver en la tabla 2, los datos encontrados tuvieron una distribución normal para la todos los test evaluados con la prueba de Shapiro wilk, excepto para el test de Illinois hacia el lado izquierdo en donde el valor de p fue menor a 0,05.

Tabla 2 Análisis de normalidad

	CMJ	ILLINIOIS DER	ILLINOIS IZQ	SPRINT 20M	VMP BS 20kg
N	36	36	36	36	36
PERDIDOS	0	0	0	0	0
Medias	37,5	16,4	16,4	3,13	1,22
Medianas	37,5	16,4	16,2	3,14	1,23
Desviación estándar	4,17	0,576	0,524	0,152	0,153
Mínimo	30,3	15,4	15,7	2,86	0,3
Máximo	47,7	17,5	17,8	3,45	1,63
V de Shapiro- Wilk	0,36	0,374	0,312	0,358	0,38
Valor p de Shapiro-Wilk	0,203	0,544	0,008	0,182	0,731

Los datos de todas las variables analizadas fueron homogéneos y se distribuyeron normalmente, excepto para la variable de cambio de dirección hacia la izquierda en donde la prueba de normalidad de Shapiro Wilk arrojó un valor de p menor a 0,05. No se observaron diferencias significativas entre los grupos (CE bajo vs. CE medio) al inicio del estudio en ninguna de las variables estudiadas como se puede observar en la tabla 3 en donde ninguna de las 5 variables evaluadas tuvo un valor de p menor a 0,05.

Tabla 3 comparación de los pretest de ambos grupos

PRETEST VARIABLES	P (Bonferroni)	D de Cohen
CMJ	0,706	0,763
Illinois derecha	1	-0,4534
Illinois izquierda	1	-0,392
Sprint de 20 m	1	-0,632
VMP sentadilla profunda 20 kg	1	0,235

Tabla 4 Comparación del efecto de cada programa de entrenamiento sobre las variables de rendimiento evaluadas

CAMBIOS EN LAS VARIABLES DE RENDIMIENTO EVALUADAS PARA CADA GRUPO

	CE BAJO					CE MEDIO				
	PRE	POST	% de cambio	ES D de Cohen	(95% CI)	PRE	POST	% de cambio	ES D de Cohen	
CMJ	35,7 ± 3,58	41,5 ± 3,75***	13,97	2,045	0,901 a 3,19	33,6 ± 2,39	39,5 ± 1,41**	14,93	2,103	
ILLINOIS DER	16,4 ± 0,62	16,1 ± 0,65	-1,86	-0,6619	- 1,694 a 0,37	16,7 ± 0,488	16,5 ± 0,476	-1,21	0,3818	
ILLINOIS IZQ	16,4 ± 0,465	16,1 ± 0,495	-1,86	-0,753	-1,79 a 0,284	16,6 ± 0,591	16,3 ± 0,438	-1,84	-0,604	
SPRINT 20 M	3,15 ± 0,155	3,04 ± 0,156	-3,61	-0,85	-1,89 a 0,191	3,24 ± 0,119	3,09 ± 0,122	-4,85	-1,082	
VMP 20 KG	1,16 ± 0,085	1,34 ± 0,139	13,43	1,243	0,177 a 2,31	1,12 ± 0,173	1,27 ± 0,138	11,81	1,073	

En la tabla 4 se puede observar como la única variable que tuvo un cambio significativo cuando se comparó el pre con el post fue la variable de CMJ para ambos grupos, teniendo un cambio mayor en el grupo de CE medio que mejoró un 14,93% su rendimiento en esta variable, mientras que el grupo de CE bajo mejoro un 13,97%, ambos grupos tuvieron un tamaño del efecto enorme. Estos resultados se pueden deber a que la prueba del CMJ, junto con la prueba de VMP en sentadilla con 20 kg son las que más se asemejan a los ejercicios que se realizaron durante la intervención con ambos grupos, además que los deportistas se encontraban altamente familiarizados con esta prueba, ya que la realizaron en cada una de las sesiones de entrenamiento después de calentar para evaluar

cual era el estado de fatiga con el que llegaban a cada entrenamiento. A pesar de que el grupo de CE medio tuvo una mejora un poco mayor, se puede decir que tanto entrenar con un CE medio como entrenar con un CE bajo con una carga moderada en sentadilla profunda y peso muerto, puede llegar a generar mejoras significativas en el rendimiento del CMJ, teniendo en cuenta que entrenar con un CE bajo puede implicar menos tiempo de entrenamiento.

Para el resto de variables evaluadas no se encontraron diferencias significativas entre el pre y el post de ninguno de los 2 grupos. La prueba en donde se midió la VMP en sentadilla profunda con 20 kg fue la segunda con mayores cambios para cada grupo, observándose una mejora del 13,43% en el grupo de CE bajo y una mejora del 11,81% para el grupo de CE medio, estas mejoras se pueden deber a que ambos grupos entrenaron realizando el ejercicio de sentadilla profunda con una carga similar a la evaluada en esta prueba a diferencia de otras pruebas como el sprint de 20 m y el test de Illinois en donde no se entrenó propiamente el sprint o la velocidad en el cambio de dirección.

Para la variable de velocidad en el sprint de 20 m se presentaron mejoras superiores para el grupo de CE medio (-4,85%), mientras que el grupo de CE bajo mejoró un -3,61. Por último, tenemos el test de Illinois hacia derecha y hacia la izquierda que tuvo mejoras superiores para el grupo de CE bajo (-1,86% vs -1,21%) y (-1,86% vs -1,84%) respectivamente.

Discusión

Esta investigación presenta varios resultados importantes, empezando porque la única variable que tuvo mejoras significativas después de entrenar 2 veces por semana con un carácter del esfuerzo bajo o medio, fue la variable del CMJ, observándose mejoras más grandes para el CE medio. Cuando vamos a las otras variables observamos que el grupo de CE bajo tuvo mejoras más grandes en variables como la velocidad en el cambio de dirección medida con el test de Illinois hacia la derecha, hacia la izquierda, y en la VMP en sentadilla profunda con 20 kg. El sprint de 20 m fue la única variable junto con el CMJ que tuvo un % de cambio mayor para el grupo de CE medio. Estos hallazgos son importantes teniendo en cuenta que el grupo de CE bajo realizó un número de repeticiones más pequeño que el grupo de CE medio, ya que el grupo de CE bajo realizaba entre 7

y 10 repeticiones por serie; mientras que el grupo de CE medio realizaba entre 10 y 13 repeticiones por serie, observándose un mayor tiempo de entrenamiento y un nivel de fatiga superior para el grupo de CE medio. Estos resultados nos llevan a decir que para jóvenes futbolistas de 14 años con experiencia en entrenamiento de la fuerza se pueden conseguir mejoras en variables claves del rendimiento físico sin necesidad de entrenar hasta el fallo muscular o basado en un % de la 1RM (Negra et al., 2016). Otros estudios similares a este (Pareja-Blanco et al., 2017) han encontrado que se pueden conseguir ganancias significativas en variables como el CMJ con intensidades relativas bajas cuando la pérdida de la velocidad no pasa del 15% (similar a lo que realizó el grupo de CE bajo de esta investigación), mientras que otras variables como la VMP ante distintas cargas (incluida la carga de 20 kg) y la velocidad en el sprint 30m no tuvieron ganancias significativas, algo similar a lo encontrado en esta investigación; cabe resaltar que el estudio mencionado tuvo un tipo de población diferente al del presente estudio (futbolistas profesionales). Otras Investigación (Pareja-Blanco et al., 2017) comparó el entrenamiento con sentadilla profunda usando un carácter del esfuerzo medio (20% de pérdida de la velocidad en la serie), con el entrenamiento usando un carácter del esfuerzo alto (40% de pérdida de la velocidad) encontrando mejoras significativas para el CMJ cuando se entrenó con un CE medio, además de que aquellos deportistas que entrenaron con esta pérdida de velocidad mantuvieron un mayor % de fibras rápidas mayor que aquellos que entrenaron con un CE alto; esto es fundamental ya que las fibras IIX son claves para el rendimiento en acciones como los cambios de dirección, los sprints y los saltos verticales, por lo tanto los entrenadores deben intentar que estas se conserven al máximo en sus deportistas.

Los resultados encontrados en este estudio siguen respaldando la evidencia (Pareja-blanco et al., 2017 & Rojas-Jaramillo et al., 2024) de que no es necesario entrenar con cargas altas (se entrenó con alrededor del 50% de 1RM en sentadilla y peso muerto) ni con un volumen elevado de entrenamiento (se entrenó con un CE medio y bajo) para tener mejoras en variables claves del rendimiento como el CMJ, la velocidad en el sprint, la velocidad en el cambio de dirección y la VMP con 20 kg en sentadilla profunda. Estos resultados toman mayor relevancia cuando entendemos que en el fútbol actual es fundamental optimizar el tiempo de entrenamiento, usando el menor tiempo posible para el componente físico que permita aumentar el rendimiento de los deportistas y disminuir el riesgo de que se lesionen, además de evitar que estos lleguen fatigados a la parte del entrenamiento en donde entrenan los componentes técnicos y tácticos.

Conclusiones

El entrenamiento de la fuerza por medio de los ejercicios de sentadilla profunda y peso muerto con una carga del 50% de 1RM, y con un carácter del esfuerzo bajo y medio, tienen mejoras similares para el rendimiento en variables como el CMJ, la velocidad en 20 m, la velocidad en el cambio de dirección y la VMP en sentadilla profunda con una carga de 20 kg. Además de esto, el grupo de CE bajo realizó entrenamientos un poco más cortos, siendo más eficiente el manejo del tiempo cuando se entrena con este tipo de CE y obteniendo resultados similares a entrenar con un CE medio.

Referencias

- Alarcón, H. H. S., Jaramillo, A. R., & Trujillo, J. O. J. (2020). Efectos del carácter del esfuerzo medio en la velocidad de ejecución en sentadilla, la altura en el salto vertical y la velocidad en 20 metros. *VIREF Revista de Educación Física*, 9(3), 122-146.
- Baechle, T. R., Earle, R. W. (Eds.). (2007). *Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico*. Ed. Médica Panamericana.
- 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*, 10(1), 8.
- Badillo, J. J. G. (2017). *La velocidad de ejecución como referencia para la programación, control y evaluación del entrenamiento de fuerza*. Ergotech.
- Badillo, J. J. G., & Serna, J. R. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza* (Vol. 308). Inde.
- Badillo, J. J. G., & Ayestarán, E. G. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo: texto básico del Máster Universitario en Alto*

Rendimiento Deportivo del Comité Olímpico Español y de la Universidad Autónoma de Madrid. Inde.

Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of sports sciences*, 24(07), 665-674.

Bosco, C. (1991). Aspectos fisiológicos de la preparación física del futbolista. Ed. Paidotribo. Barcelona.

Bosco, C., Luhtanen, P. & Komi, P.V. (1983) A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur. J. App. Physiol.* 50:273-282.

Boyle, M. (2017). *El entrenamiento funcional aplicado a los deportes*. Ediciones Tutor, SA.

Carbone, L. (2023). Cómo comparar atletas en base a su perfil carga velocidad.

<https://www.comunidadlift.com/blog/como-comparar-atletas-en-base-a-su-perfil-carga-velocidad>.

Castellano, J., Casamichana, D., & San Román, J. (2015). Los juegos reducidos en el entrenamiento del fútbol. *Editorial Futbol de libro*.

Camacho Velásquez, J. E. (2019). Efecto de la velocidad de ejecución del entrenamiento de la fuerza, sobre la masa muscular y variables mecánicas como la fuerza y potencia en miembros inferiores en adultos y jóvenes.

Conceição, F., Fernandes, J., Lewis, M., González-Badillo, J. J., & Jimenez-Reyes, P. (2016). Movement velocity as a measure of exercise intensity in three lower limb exercises. *Journal of sports sciences*, 34(12), 1099-1106.

De Blas Foix, X., & González-Gómez, J. (2012). Proyecto Chronojump: Sistema de Medida y Gestión de la Capacidad de Salto usando Software y Hardware Libres. *Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, 8(30), 334-356.

González Badillo, J. J. (1991). Halterofilia. *Comité Olímpico Español*.

- González-Badillo, J. J., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Ribas, J., López-López, C., Mora-Custodio, R., ... Pareja-Blanco, F. (2015). Short-term recovery following resistance exercise leading or not to failure. *International journal of sports medicine*, 295-304.
- González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International journal of sports medicine*, 347-352.
- Harper, D. J., Carling, C., & Kiely, J. (2019). High-intensity acceleration and deceleration demands in elite team sports competitive match play: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Sports Medicine*, 49, 1923-1947.
- Homoud, M. N. A. (2015). Relationships between illinois agility test and reaction time in male athletes. *The Swedish Journal of Scientific Research*, 2(3), 28-33.
- Knicker, A., Renshaw, I., Oldham, A., & Cairns, S. Interactive processes link the multiple symptoms of fatigue in sport competition. *Sports Medicine*. 41: 307-328. 2011.
- Nagahara, R., Morin, J. B., & Koido, M. (2016). Impairment of sprint mechanical properties in an actual soccer match: A pilot study. *International journal of sports physiology and performance*, 11(7), 893-898.
- Negra, Y., Chaabene, H., Hammami, M., Hachana, Y., & Granacher, U. R. S. (2016). Effects of high-velocity resistance training on athletic performance in prepuberal male soccer athletes. *The journal of Strength & conditioning research*, 30(12), 3290-3297.
- Lauersen, J. B., Bertelsen, D. M., & Andersen, L. B. (2014). The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British journal of sports medicine*, 48(11), 871-877.
- Pareja-Blanco, F., Sánchez-Medina, L., Suárez-Arrones, L., & González-Badillo, J. J. (2017). Effects of velocity loss during resistance training on performance in professional soccer players. *International journal of sports physiology and performance*, 12(4), 512-519.
- Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Sanchis-Moysi, J., Dorado, C., Mora-Custodio, R., ... & González-Badillo, J. J. (2017). Effects of velocity loss during

resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 27(7), 724-735.

Rojas-Jaramillo, A., León-Sánchez, G., Calvo-Lluch, Á., González-Badillo, J. J., & Rodríguez-Rosell, D. (2024). Comparison of 10% vs. 30% velocity loss during squat training with low loads on strength and sport-specific performance in young soccer players. *Sports*, 12(2), 43.

Sanchez-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.

Sánchez-Medina, L., Pallarés, J. G., Pérez, C. E., Morán-Navarro, R., & González-Badillo, J. J. (2017). Estimation of relative load from bar velocity in the full back squat exercise. *Sports medicine international open*, 1(02), E80-E88.

Sánchez-Moreno, M., Rodríguez-Rosell, D., Pareja-Blanco, F., Mora-Custodio, R., & González-Badillo, J. J. (2017). Movement velocity as indicator of relative intensity and level of effort attained during the set in pull-up exercise. *International journal of sports physiology and performance*, 12(10), 1378-1384.

Todd, J. S., Shurley, J. P., & Todd, T. C. (2012). Thomas L. DeLorme and the science of progressive resistance exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(11), 2913-2923.

Vélez, M. (1992). El entrenamiento de fuerza para la mejora del salto. *Apunts*, 29: 139-156