



Efecto de un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal frente a la sentadilla tradicional sobre la fuerza muscular

Joan Ferney Franco Giraldo

Trabajo de grado presentado para optar al título de Profesional en Entrenamiento Deportivo

Asesor

Andrés Rojas Jaramillo, Magíster (MSc) en Fisiología del ejercicio

Universidad de Antioquia

Instituto Universitario de Educación Física y Deporte

Entrenamiento Deportivo

Medellín, Antioquia, Colombia

2022

Cita

(Franco Giraldo, 2022)

Referencia

Franco Giraldo, J. F. (2022). *Efecto de un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal frente a la sentadilla tradicional sobre la fuerza muscular*. [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Estilo APA 7 (2020)



Biblioteca Ciudadela Robledo

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

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes

Decano/Director: Juan Francisco Gutiérrez Betancur

Jefe departamento: Carlos Alberto Agudelo Velásquez

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.

Resumen

La sentadilla, es un ejercicio comúnmente implementado en diferentes áreas del deporte. Autores como Pérez-Castilla et al 2018; Pareja-Blanco et al 2016-1, justifican el cómo un entrenamiento basado en la sentadilla tradicional produce efectos positivos sobre diferentes variables de rendimiento. No obstante, Seirul-lo, F (2014) y Boyle M (2016), justifican que gran cantidad de acciones presentadas en deportes de situación, se dan de forma unipodal. En respaldo a esto, una comparación de actividad electromiografica entre sentadilla bipodal y unipodal de McCurdy et al (2010), logra concluir que, en la ejecución de ambos ejercicios a una misma intensidad relativa, se presentan patrones de reclutamiento totalmente diferentes, por lo que se estima, que los efectos de sus entrenamientos puedan variar. El presente estudio, plantea como objetivo identificar los efectos de un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal, comparado con el entrenamiento de sentadilla tradicional en la mejora de la fuerza muscular, con la idea de observar cual variación presenta mayores beneficios para el deporte. La presente intervención, cuenta con una muestra cautiva, conformada por jugadores en proceso de preparación para los Juegos Nacionales del año 2023 de la selección Antioquia de Futsal. Estos serán distribuidos en dos grupos de forma aleatoria, donde realizaran una intervención de fuerza durante 6 semanas con frecuencia de 2 veces a la semana, la única diferencia entre grupos será el ejercicio por realizar; se estudiará el efecto de cada intervención sobre la fuerza máxima con diferentes cargas, la velocidad de sprint y la altura del salto vertical.

Palabras clave: fuerza, velocidad, sentadilla, unilateral, bilateral

Abstract

The squat is an exercise commonly implemented in different areas of the sport. Authors such as Pérez-Castilla et al 2018; Pareja-Blanco et al 2016-1, justify how training based on the traditional squat produces positive effects on different performance variables. However, Seirul-lo, F (2014) and Boyle M (2016), justify that a large part of the actions that occur in situation sports occur in a unipodal manner. In support of this, a comparison of the electromyographic activity between the bipodal and unipodal squats carried out by McCurdy et al (2010), manages to conclude that, in the execution of both exercises at the same relative intensity, totally different recruitment patterns are presented, so it is estimated that the effects of your workouts may vary. The objective of this study is to identify the effects of a single-leg squat training program, compared to traditional squat training, on the improvement of muscular strength, with the idea of observing which variation has greater benefits for the sport. The present intervention has a captive sample, made up of players in the process of preparing for the National Games of the year 2023 of the Antioquia Futsal team. These will be randomly distributed into two groups, where they will perform a strength intervention for 6 weeks with a frequency of 2 times a week, the only difference between groups will be the exercise to be performed; The effect of each intervention on maximum strength with different loads, sprint speed and vertical jump height will be studied.

Keywords: strength, velocity, squat, unilateral, bilateral

1 Planteamiento del problema

1.1 Antecedentes

En la literatura, se encuentran variedad de artículos (Pérez-Castilla et al 2018; Pareja-Blanco et al 2016-1; Galiano et al. 2020; Pallarés et al 2020; ParejaBlanco et al 2016-2; Pareja-Blanco et al 2014; Pareja-Blanco et al 2020; Shattock et al 2020) direccionados a la preparación física. Entre estos, la implementación de ejercicios clásicos como la sentadilla, y los efectos que puede traer su trabajo en diferentes variables del rendimiento deportivo. El trabajo a realizar se construyó sobre la base de diferentes estudios (Blanco et al 2020; Chato et al 2018; Exposito et al 2019) que demuestran los efectos positivos, que trae el trabajo de sentadilla en las sesiones de entrenamiento, se dio a la revisión de variedad de artículos, con el fin de evidenciar los efectos de la sentadilla en diferentes poblaciones y variables de intervención.

En la ya mencionada revisión, se encuentra una intervención de fuerza enfocada en analizar los efectos que produce un programa de entrenamiento basado en el ejercicio de la sentadilla completa, sobre la fuerza del tren inferior (Blanco, 2020). Los resultados muestran mejoras significativas en la fuerza muscular del tren inferior, en 2 de 3 grupos de intervención, aclarando que en el grupo restante también se aprecian cambios, sin llegar a ser significativos. Dicho estudio, nos permite ver la sentadilla tradicional como un programa adecuado para la mejora de la fuerza en el tren inferior.

El gesto de sentadilla por sí solo queda pobre en cuanto a la metodología a desarrollar, es necesario conocer antecedentes que traten los componentes de las cargas y las metodologías implementadas en la literatura. En un estudio de Pareja-Blanco et al 2016-1, se compara el efecto del entrenamiento de dos métodos (perdidas de velocidad del 20% en la serie vs pérdidas de velocidad del 40% en la serie) por medio de la sentadilla profunda. Si bien ambos grupos tienen ganancias sobre variables evaluadas, el grupo con menor pérdida de velocidad obtuvo mejores desenlaces. Resultados similares se obtuvieron en estudios posteriores Perez-Castilla et al 2018; Galiano et al. 2020; Pareja- Blanco et al 2016-2; Pareja-Blanco et al 2020; Shattock et al 2020, trabajos que permiten concluir que el entrenamiento de sentadilla con pérdidas de velocidad entre

el 5 y 30%, produce efectos positivos sobre variables de rendimiento como la 1RM, el salto vertical, la velocidad de sprint y sprint con cambio de dirección.

Si bien se han revisado artículos que demuestran los efectos positivos de la sentadilla, esta puede variar con relación a sus variantes de ejecución, y de igual manera, los efectos producidos. En un estudio presentado por Pallarés et al. 2020, se compara el efecto del entrenamiento de tres tipos de sentadilla; Profunda, media y un cuarto; en la que se logra concluir que los mejores efectos en desenlaces de rendimiento están dados por el trabajo de la sentadilla profunda, sin embargo, los 3 tipos de sentadilla presentan efectos positivos sobre la fuerza dinámica máxima.

Autores como Seirul-lo, F (2014) y Boyle M (2016), dan bases para comprender la importancia de la sentadilla unipodal en gestos específicos de diversas modalidades. Estos afirman que gran cantidad de acciones presentadas en deportes de situación, en cuyas características esta la mayor expresión de fuerza en un corto tiempo, se dan de forma unipodal. Por lo descrito con anterioridad y pensando en un entrenamiento que permita trabajar desde la especificidad, el entrenamiento desde elementos unipodales es muy recomendable en deportes de situación, cuyas acciones más frecuentes, es la expresión de fuerza en tiempos limitados.

Durante un estudio con jugadores de rugby de elite, se busca comparar los efectos de la sentadilla unipodal y bipodal en la fuerza, la agilidad y el sprint (Speirs, D et al., 2016). Dicho estudio, dio como conclusión que ambos tipos de entrenamiento tienen efectos positivos sobre las variables dependientes analizadas.

Si bien se logra evidenciar en la literatura que ambas variables de la sentadilla presentan mejoras, es importante indagar las diferencias que presentan en su naturaleza como gesto. A lo largo de las búsquedas de antecedentes, se logra encontrar una relación entre la velocidad de ejecución de media sentadilla con el rendimiento en triple salto unilateral (Gonzales, J et al., 2020). Los resultados permiten concluir que la relación que existe entre el rendimiento en triple salto unilateral y la fuerza-velocidad en un mismo gesto unipodal y bipodal es diferente. Por lo tanto, si la correlación de ambas sentadillas y un gesto evaluado no son las mismas, los efectos que produce un programa direccionado a cada una de ellas, pueden traer consigo efectos diferentes.

En respaldo a lo último mencionado, se presenta una comparación de actividad electromiográfica de la sentadilla bipodal y unipodal (McCurdy et al., 2010). Se logra concluir que, en la ejecución de ambos ejercicios a una misma intensidad relativa, los patrones de reclutamiento

son totalmente diferentes. Dicha conclusión apoya la hipótesis ya mencionada, haciendo referencia a que los efectos de ambos tipos de sentadilla pueden ser completamente diferente.

Enfocados en este mismo direccionamiento, se compararon los efectos del entrenamiento de fuerza unilateral y bilateral sobre diferentes variables (Gonzalo-Skok, O et al., 2017). Este estudio concluyó que ambos programas de entrenamiento mejoraron sustancialmente en las pruebas de aptitud física propuestas, no obstante, solo la intervención unipodal redujo la asimetría entre miembros, además de alcanzar mayores efectos en acciones específicas de la modalidad.

2 Justificación

Tal como se puede observar en la literatura científica y lo citado con anterioridad, la fuerza es un factor de rendimiento de gran importancia en el deporte. No obstante, tradicionalmente se ha estudiado de una forma bilateral, dejando de lado elementos unilaterales, y a su vez, un vacío y falta de conocimiento sobre sus efectos. Variedad de estudios, demuestran la eficacia de programas de intervención en sentadilla Pérez-Castilla et al 2018; Pareja-Blanco et al 2016-1; Galiano et al. 2020, sin embargo, estos manejan un protocolo de forma bipodal, siendo la sentadilla unipodal y sus efectos un elemento por explorar. Además de que los gestos específicos de la mayoría de los deportes de situación son dados de forma unilateral, por lo que su influencia en el deporte es alta Seirullo, F (2014) y Boyle M (2016).

En el alto rendimiento, los espacios de preparación son determinantes en la obtención de resultados Platonov, V. (2001), por lo tanto, entender las diferencias entre metodologías y sus efectos, son factores clave en la planificación de cargas. Si bien la sentadilla tradicional ha demostrado efectos positivos, existen vacíos en su variación unipodal, siendo un posible medio para la obtención de mejores resultados. En conclusión, los estudios con estas características nos ayudarán a optimizar tiempo de trabajo, siendo invertido en los programas que producen mayores efectos positivos para el deporte.

Si bien se pudo observar en citaciones anteriores, la mayoría de los trabajos son análisis dirigidos a poblaciones ajenas al mundo del deporte. En variedad de estudios la población a intervenir fueron sujetos no entrenados, en el mejor de los casos personal físicamente activo, lo

que deja una brecha por explorar con relación a la variación de los efectos producidos en individuos del alto rendimiento.

Como se ha mencionado con anterioridad, se presentan vacíos y falta de claridad sobre el papel del entrenamiento de forma unipodal, aun teniendo bases para ser un elemento para trabajar según la lógica dada por Seirul-lo, F (2014) y Boyle M (2016). Si bien dan argumentos, la evidencia aun no es clara al respecto, aun encontrando diferencias entre ambas variantes de sentadilla McCurdy et al (2010). Por ello el interés en conocer qué efectos tiene un programa de fuerza con sentadilla unipodal, en comparación con lo trabajado en la literatura, buscando resolver la incógnita de cuál programa tiene mayores efectos en las variables de rendimiento.

3 Preguntas de investigación

3.1 Pregunta principal

En deportistas de alto rendimiento, ¿Qué efectos presenta un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal, comparado con el entrenamiento de sentadilla tradicional, en la fuerza máxima en un periodo de 6 semanas?

3.2 Preguntas secundarias

- En deportistas de alto rendimiento, ¿Qué efectos presenta un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal, comparado con el entrenamiento de sentadilla tradicional, en la fuerza máxima ante diferentes cargas en un periodo de 6 semanas?
- En deportistas de alto rendimiento, ¿Qué efectos presenta un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal, comparado con el entrenamiento de sentadilla tradicional, en la altura del salto con contra movimiento (CMJ) en un periodo de 6 semanas?
- En deportistas de alto rendimiento, ¿Qué efectos presenta un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal, comparado con el entrenamiento de sentadilla tradicional, en la altura del salto con contra movimiento en una pierna (CMJ unipodal) en un periodo de 6 semanas?
- En deportistas de alto rendimiento, ¿Qué efectos presenta un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal, comparado con el entrenamiento de sentadilla tradicional, en el Sprint en 10 y 20 m en un periodo de 6 semanas?

4 Objetivos

4.1 Objetivo general

Identificar los efectos de un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal, comparado con el entrenamiento de sentadilla tradicional en la fuerza máxima, en deportistas de alto rendimiento, en un periodo de 6 semanas.

4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar los efectos de un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal, comparado con el entrenamiento de sentadilla tradicional en la fuerza máxima ante diferentes cargas, en deportistas de alto rendimiento, en un periodo de 6 semanas.
- Definir los efectos de un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal, comparado con el entrenamiento de sentadilla tradicional en la altura del CMJ, en deportistas de alto rendimiento, en un periodo de 6 semanas.
- Definir los efectos de un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal, comparado con el entrenamiento de sentadilla tradicional en la altura del CMJ unipodal, en deportistas de alto rendimiento, en un periodo de 6 semanas.
- Demostrar los efectos de un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal, comparado con el entrenamiento de sentadilla tradicional en el tiempo de sprint en 10 y 20m, en deportistas de alto rendimiento, en un periodo de 6 semanas.

5 Hipótesis

5.1 *Hipótesis alterna*

Ha1: Existen diferencias significativas en los efectos de un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal, comparado con el entrenamiento de sentadilla tradicional en la fuerza máxima, en deportistas de alto rendimiento, en un periodo de 6 semanas.

Ha2: Existen diferencias significativas en los efectos de un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal, comparado con el entrenamiento de sentadilla tradicional en la fuerza máxima ante diferentes cargas, en deportistas de alto rendimiento, en un periodo de 6 semanas.

Ha3: Existen diferencias significativas en los efectos de un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal, comparado con el entrenamiento de sentadilla tradicional en la altura del CMJ, en deportistas de alto rendimiento, en un periodo de 6 semanas.

Ha4: Existen diferencias significativas en los efectos de un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal, comparado con el entrenamiento de sentadilla tradicional en la altura del CMJ unipodal, en deportistas de alto rendimiento, en un periodo de 6 semanas.

Ha5: Existen diferencias significativas en los efectos de un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal, comparado con el entrenamiento de sentadilla tradicional en el tiempo de sprint en 10 y 20m, en deportistas de alto rendimiento, en un periodo de 6 semanas.

5.2 *Hipótesis nula*

Ho1: No existen diferencias significativas en los efectos de un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal, comparado con el entrenamiento de sentadilla tradicional en la fuerza máxima, en deportistas de alto rendimiento, en un periodo de 6 semanas.

Ho2: No existen diferencias significativas en los efectos de un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal, comparado con el entrenamiento de sentadilla tradicional en la fuerza máxima ante diferentes cargas, en deportistas de alto rendimiento, en un periodo de 6 semanas.

H03: No existen diferencias significativas en los efectos de un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal, comparado con el entrenamiento de sentadilla tradicional en la altura del CMJ, en deportistas de alto rendimiento, en un periodo de 6 semanas.

H04: No existen diferencias significativas en los efectos de un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal, comparado con el entrenamiento de sentadilla tradicional en la altura del CMJ unipodal, en deportistas de alto rendimiento, en un periodo de 6 semanas.

H05: No existen diferencias significativas en los efectos de un programa de entrenamiento en sentadilla unipodal, comparado con el entrenamiento de sentadilla tradicional en el tiempo de sprint en 10 y 20m, en deportistas de alto rendimiento, en un periodo de 6 semanas.

6 Marco teórico

El fútbol sala es un deporte de constantes desplazamientos y movimientos explosivos, por lo que el componente de la fuerza cumple un rol fundamental. Según el manual de entrenamiento planteado por la UEFA, el incremento de este componente más la velocidad, trae consigo una mejora en la calidad y rendimiento de los gestos específicos del fútbol. Además de ello, un entrenamiento programado de fuerza tiene incidencia directa en el hecho de prevenir y evitar lesiones, así como para recuperar en los procesos de readaptación (UEFA. 2017).

El concepto de fuerza aquí adaptado es visto desde la perspectiva de la actividad física y deporte, por lo tanto, la fuerza es representada como la capacidad de un sujeto para vencer o soportar una resistencia en un tiempo determinado. Esta capacidad, se da como el resultado de contracciones musculares, ajustando aún más su definición, como la capacidad de tensión que puede generar el músculo a una velocidad específica (García, J. Navarro, M. Ruíz, J. 1996). Siendo está considerada por algunos autores como la única cualidad física básica, siendo las demás, capacidades resultantes de esta misma (Linaza, A. 2013).

Las cargas de entrenamiento se entienden como el conjunto de exigencias biológicas y psicológicas dadas por las actividades desarrolladas durante el entrenamiento (González Badillo & Ribas Serna, 2002). A su vez, estas cargas están reguladas por diferentes parámetros, que ayudan en su programación y control. Entre las variables fundamentales de este componente, se encuentran la intensidad y el volumen (Fry, 2004; Kraemer et al., 2010) siendo estas, las de mayor magnitud. La manipulación de una de estas puede producir efectos diferentes sobre el organismo y el desarrollo de la fuerza (González-Badillo y Gorostiaga, 1995).

En el entrenamiento de fuerza, el volumen es expresado mediante el número de repeticiones, los diferentes factores que representan este parámetro de la carga son el número de ejercicios, repeticiones por serie, series por sesión y frecuencia de entrenamientos (González Badillo & Ribas Serna, 2002). Dejando claro que este a su vez, debe ir asociado de los demás componentes de carga (intensidad, pausa, etc.). Además de ello, se demuestra que la pérdida de velocidad en la serie es una forma válida y confiable para programar y controlar el volumen de entrenamiento (Sánchez-Medina y González-Badillo, 2011).

Respecto al parámetro de intensidad, se entiende como el nivel de esfuerzo que se presenta en el desarrollo de un ejercicio, su efecto depende tanto del valor propio de carga durante la ejecución, como del número de veces (volumen) que se aplica (González Badillo & Ribas Serna, 2002). Cuando se trata de este componente de carga, es fundamental conocer el denominado carácter del esfuerzo (CE), que hace relación al grado de exigencia y las posibilidades actuales para soportarlas (González-Badillo y Gorostiaga, 1995).

La intensidad, puede ser medida de diferentes maneras, entre estas, la velocidad de ejecución de la primera repetición. Se ha evidenciado que la velocidad con la que se alcanza cada porcentaje de la 1 RM, es estable, válida y fiable, tanto en sujetos entrenados como no entrenados (González-Badillo y Sánchez-Medina, 2010; Pallarés et al., 2020; Sánchez-Medina et al., 2011; Sánchez-Medina et al., 2017; Sánchez-Moreno et al., 2020), siendo un medio claro para la medición de la intensidad.

El volumen y la intensidad son parámetros que guardan una estrecha relación en la dosificación de la carga. Existe una relación inversamente proporcional entre dichas variables, es decir, mientras la intensidad alcanza sus máximos valores, el volumen disminuye, e igualmente en el caso contrario (González Badillo & Gorostiaga, 1995). Variedad de estudios (González, 2006), indican como la implementación de ambas variables de forma inadecuada, aumenta las posibilidades de producir un sobre entrenamiento, por lo cual, la relación entre estas es fundamental durante la programación del entrenamiento de la fuerza (Kraemer, et al., 1995).

La sentadilla, es comprendida como un ejercicio primordial en todos los procesos de preparación (Cardona, L & Avella, R. 2015); este trae consigo múltiples variaciones y técnicas de ejecución. Es por ello, que dichos autores la visualizan como un medio infaltable en periodos de entrenamiento, dado que su variabilidad permite desarrollar diferentes manifestaciones de la fuerza. La sentadilla consiste en flexionar y extender las rodillas y cadera, movilizand o determinadas cargas, bien sea con cargas externas o el propio peso corporal (Chato, L & Moya, D. 2018) siendo un ejercicio en el que intervienen gran cantidad de músculos.

Como ya se mencionó con anterioridad, la sentadilla presenta diferentes variaciones en su ejecución, siendo la unipodal una modificación de esta; se entiende como la ejecución de sentadilla de forma unilateral, es decir, a un solo pie. Entre dicha modificación, se dan a su vez diferentes variantes en el accionar gestual, la sentadilla búlgara, pistola, sentadilla tradicional a una pierna,

subidas y bajadas al banco, son actividades que aparte del trabajo de fuerza, traen grandes beneficios para la estabilidad pélvica (Naclerio et al., 2009).

La repetición máxima (1-RM) es una herramienta para la medición de la fuerza, comúnmente implementada en el mundo del deporte y actividad física para la salud. Esta, puede definirse como la mayor cantidad de peso que se puede movilizar con una técnica adecuada una sola vez (Baechle y Earle, 2007), comúnmente medida en kilogramos. El RM ha demostrado ser una prueba de gran utilidad, que permite observar en el proceso de entrenamiento, la progresión que se da en los diferentes ejercicios, además de valorar objetivamente el alcance de objetivos planteados con anterioridad (Grgic, J., Lazinec, B., Schoenfeld, B. J., & Pedisic, Z. 2020).

El salto, siendo la habilidad en la que el cuerpo se suspende en el aire debido al impulso de una o ambas piernas y medido en la altura alcanzada (centímetros), es un elemento que representa la fuerza explosiva de los miembros inferiores, además de que presenta una alta correlación con el sprint y demás factores determinantes en modalidades colectivas de cooperación y oposición (Loturco, I. D'Angelo, R. Fernandes, V. Gil, S. Kopal, R. Abad, C & Nakamura, F, 2015).

En la misma medida, el sprint es un elemento determinante en diversidad de deportes, presentando una correlación alta con el salto; en una modalidad como el fútbol, esta toma aún más valor, dado que la fuerza debe ser expresada en el menor tiempo posible, y la capacidad de hacerlo da una ventaja sobre los demás. La velocidad de desplazamiento es la capacidad de realizar una serie de movimientos o acciones de forma cíclica en el menor tiempo posible, siendo medida en m/s, o de forma más simple, los segundos implementados en un recorrido específico (Xavier, 2009, extraído de Arguello & Velásquez, 2011).

7 Metodología

7.1 Diseño

Investigación de tipo cuasi experimental, ensayo controlado y aleatorizado, con grupo control y grupo experimental.

7.2 Población, Muestra y cálculo de la muestra

La población es la Selección Antioquia de Fútbol sala. Se cuenta con una muestra cautiva, por lo tanto, el tamaño muestral es igual a la población, conformada por jugadores en proceso de preparación para los Juegos Nacionales del año 2023. Los sujetos participarán de forma voluntaria en la intervención.

7.3 Criterios de selección

7.3.1 Criterios de inclusión

Los sujetos deben cumplir ciertos parámetros básicos, entre estos, ser categoría 2004 en adelante, pertenecer al sexo masculino, estar inscrito en la plantilla que forma la selección Antioquia de Fútbol sala y tener al menos 2 años de formación en el ámbito deportivo.

7.3.2 Criterios de exclusión

En función de descartar los sujetos no aptos, se presentan ciertos criterios. Estar libres de lesiones articulares, óseas o musculares y no ser consumidores de drogas o algún otro tipo de sustancia alucinógena.

7.4 Control de sesgos

Será implementado el control de sesgos planteados en el manual para la revisión de ensayos controlados aleatorizados y para revisiones sistemáticas Cochrane.

7.4.1 Sesgos de selección

Si bien el grupo de intervención es una población cautiva, se garantiza la aleatorización de esta, generando una secuencia por bloques permutados o ABBA, en la cual, a través del software estadístico Epidat 2.0, se produce la asignación aleatoria de los sujetos a ambos grupos.

7.4.2 Sesgos de realización

Dado las características de la intervención, se imposibilita la aplicación de un estudio triple ciego, dado que los deportistas tendrán conocimiento de ambas intervenciones; no obstante, se cegarán los demás procedimientos. Como primer elemento, se dará la realización de las pruebas; durante las cuales no se tendrá conocimiento de la asignación de los sujetos a los grupos. Además de ello, durante el análisis estadístico; el personal encargado tendrá desconocimiento los grupos a los que pertenecen los datos, dado que estos serán denominados “Grupo 1” y “Grupo 2”, evitando indicios para ser identificados.

7.4.3 Sesgos de detección

Además del mencionado cegamiento a los evaluadores, se cuenta con inclusión de instrumentos Gold standard. Entre estos, un transductor lineal de velocidad T-force, implementado para la medición de la fuerza dinámica máxima; una plataforma ForceDecks para el salto vertical; y celdas fotoeléctricas Newtest para las pruebas de velocidad, siendo estos, implementos pertenecientes al laboratorio de fisiología de Indeportes Antioquia. Además de ello, la respectiva evaluación, será desarrollada por el personal del mismo laboratorio, personal con más de 3 años de experiencia.

7.4.4 Sesgos de desgaste

Se reportará la asistencia de los sujetos al estudio, así como el abandono de este; en caso de inasistencias altas se realizará análisis por intención de tratamiento, evitando la caída en el sesgo de desgaste eliminando sujetos de forma arbitraria.

7.4.5 Sesgos de notificación

Se garantizará la publicación de todos los datos obtenidos por el estudio sea cual sea el resultado de estos.

7.5 Definición y operacionalización de las variables

7.5.1 Variables independientes

- Plan de fuerza basado en la sentadilla Unipodal: Durante la primer parte de la sesión, se realizan 4 series del ejercicio sentadilla unipodal, siendo implementada una pérdida de velocidad del 20%, con recuperación de 5 minutos entre series, la intensidad de

entrenamiento será con una velocidad de la primera repetición de 1 m/s hasta 0,85 m/s. El programa tiene una frecuencia de 2 sesiones a la semana.

- Plan de fuerza basado en la sentadilla Tradicional: Durante la primer parte de la sesión, se realizan 4 series del ejercicio sentadilla bipodal, siendo implementada una pérdida de velocidad del 20%, con recuperación de 5 minutos entre series, la intensidad de entrenamiento será con una velocidad de la primera repetición de 1 m/s hasta 0,85 m/s. El programa tiene una frecuencia de 2 sesiones a la semana.

7.5.2 Variables dependientes

Tabla 1

VARIABLE	NATURALEZA	NIVEL DE MEDICIÓN	VALORES
RM en sentadilla unipodal	Cuantitativa continua	Razón	Kilogramos/Newtons
RM en sentadilla tradicional	Cuantitativa continua	Razón	Kilogramos/Newtons
CMJ	Cuantitativa continua	Razón	Centímetros
CMJ unipodal	Cuantitativa continua	Razón	Centímetros
Sprint	Cuantitativa continua	Razón	Centímetros

7.5.3 Variables Sociodemográficas

Tabla 2

VARIABLE	NATURALEZA	NIVEL DE MEDICIÓN	VALORES
Sexo	Cualitativa Dicotómica	Nominal	Sexo
Edad	Cuantitativa discreta	Razón	Años
Peso	Cuantitativa continua	Razón	Kilogramos
Talla	Cuantitativa continua	Razón	Metros

7.6 Recolección de la información

7.6.1 Perfil Fuerza – Velocidad

El objetivo del presente test es estimar la fuerza máxima de los miembros inferiores. Para su implementación, es necesario que el evaluado este familiarizado con el procedimiento y pesos establecidos. El peso inicial para el ejercicio de sentadilla corresponde al 40% del peso corporal del sujeto, con lo que debe hacer 3 repeticiones a máxima velocidad. Si las velocidades obtenidas son superiores a 0,80 m/s, se aumenta 10 kg la carga y se mantienen las repeticiones, de esta forma hasta que las velocidades obtenidas son menores a 0,80 m/s, punto en que la carga aumenta de a 5 kg y solo se dan 2 repeticiones; punto en el que es confiable deducir el RM, aclarando que se contara con la implementación de un encoder. Para la variante de sentadilla unipodal, la ejecución es la misma, con la variante del número de apoyos.

7.6.2 CMJ

Para el inicio de la prueba, los individuos se ubican en bipedestación, con una ubicación de los pies al ancho de las caderas y con la planta en total contacto con la plataforma. El tronco se mantiene erguido y las manos posicionadas sobre la cintura durante toda la prueba. Después de ubicarse en la posición inicial, los sujetos descienden hasta una posición de media sentadilla, con un ángulo de 90 grados, para posteriormente realizar una extensión de rodillas y realizar un salto vertical lo más alto posible. Los individuos realizan un total de 3 saltos, de los cuales se toma el mejor resultado. Para una mayor fiabilidad de la toma de datos, los saltos a ejecutar son desarrollados sobre una plataforma de fuerza ForceDecks, lo que permitirá darle mayor validez al test implementado. Para la variante de CMJ unipodal, se realiza el mismo protocolo, alterando el número de saltos, los cuales serán 2 por extremidad.

7.6.3 Sprint de 20 metros

El objetivo de dicho test, es medir la velocidad cíclica máxima en un recorrido de 20 metros. El individuo, deberá realizar el desplazamiento en las zonas demarcadas a máxima velocidad, con la intención de lograrlo en el menor tiempo posible. Para su desarrollo, se implementarán fotoceldas como material de medición, lo que permite tener mayor fiabilidad durante el registro.

7.7 Descripción de las intervenciones

Intervención de 6 semanas, con 2 sesiones por semana, llevadas a cabo en los primeros 30 minutos de las sesiones habituales de entrenamiento. Durante este periodo, se implementan los 2 ejercicios propuestos para cada uno de los grupos. Durante dicho tiempo de entrenamiento, se realizan 4 series, donde el volumen en repeticiones es medido por una pérdida de velocidad del 20%, dando un tiempo de recuperación de 5 minutos entre serie. Es importante aclarar que las cargas a aplicar son iguales, siendo las repeticiones por miembro las mismas en cada grupo, la única variación es el ejercicio por ejecutar.

7.7.1 Velocidad de ejecución durante la primera repetición

Tabla 3

	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6
Sent unipodal	1 m/s	1 m/s	0,92 m/s	0,92 m/s	0,85 m/s	0,85 m/s
Sent tradicional	1 m/s	1 m/s	0,92 m/s	0,92 m/s	0,85 m/s	0,85 m/s

7.8 Análisis estadístico

La media y desviación típica (DT) serán calculadas mediante métodos estadísticos estandarizados. A su vez, la fiabilidad relativa será analizada por medio del coeficiente de correlación intraclase (CCI), siendo calculado por el modelo de un factor con efectos aleatorios y un intervalo de confianza del 95 %. La fiabilidad absoluta será determinada usando el error estándar de medida ($SEM = \sqrt{\text{Media cuadrática de error}}$). Asimismo, los valores de SEM serán expresados como porcentaje de sus respectivas medias mediante el CV (Atkinson y Nevill, 1998). Los cálculos de fiabilidad se realizarán con los valores obtenidos en el Pre-test, mientras que la homogeneidad de varianzas entre grupos se verificará usando el test de Levene. Para comprobar la normalidad de la distribución en cada una de las variables se utilizará la prueba de ShapiroWilk, mientras que para el análisis de los cambios producidos por el entrenamiento sobre cada una de las variables analizadas, se utilizará un ANOVA factorial 2 x 2 (en caso de que la distribución sea normal) o Kruscal wallis (en caso de que la distribución sea no normal) con medidas repetidas, usando un

factor entre grupos (Sentadilla tradicional vs Sentadilla unipodal) y un factor intragrupo (Pre-test vs Pos-test). Para el análisis de las diferencias entre grupos, se calculará el porcentaje de cambio para cada variable ($\text{post} - \text{pre/pre} \times 100$) y se aplicará un ANOVA de un factor con el correspondiente test de corrección de Bonferroni, para detectar las diferencias entre las medias. La eficiencia para cada variable será calculada como el cociente entre el número medio de repeticiones realizado por cada grupo entre el porcentaje de cambio obtenido en cada variable. Además del análisis de hipótesis nula, se realizará un análisis basado en la magnitud de cambio (Batterham y Hopkins, 2006; Hopkins et al., 2009). Las diferencias estandarizadas o los tamaños del efecto (TE) para los cambios en las variables dependientes entre grupos se calcularán usando los valores de la DT del Pre-test combinadas de los dos grupos comparados (Batterham y Hopkins, 2006; Hopkins, Marshall, Batterham, y Hanin, 2009). Para las comparaciones entre grupos, se determina la probabilidad de que los valores reales (desconocidos) para cada grupo experimental fuesen beneficioso/mejor [i. e., mayor que el mínimo cambio apreciable ($0.2 \times \text{DT}$ entre sujetos del Pre-test, basado en el principio de TE de Cohen), no claro, perjudicial/peor para el rendimiento. La probabilidad cuantitativa de que un efecto fuese beneficioso/mejor o perjudicial/peor se calculará cualitativamente como sigue: $< 1\%$, casi seguro que no; $1-5\%$, muy poco probable; $5-25\%$, poco probable; $25-75\%$, posible; $75-95\%$, probable; $95-99\%$, muy probable; y $> 99\%$, casi seguro. Si las probabilidades de tener un efecto beneficioso/mejor o perjudicial/peor son ambas $> 10\%$, la verdadera diferencia será evaluada como no clara (Batterham y Hopkins, 2006; Hopkins et al., 2009). Para todas las pruebas de hipótesis nula, el nivel de significación estadístico se fijará en 5% ($P \leq 0.05$) y todos los análisis serán realizados utilizando el paquete de software estadístico JAPS (Ámsterdam, Holanda). Los análisis basados en la magnitud de cambio se llevarán a cabo utilizando la hoja de cálculo de Excel creada por Hopkins (Hopkins, 2006).

8. Referencias

- Aranda Campos, E (2018). Manual de pruebas para la valoración de la condición física. Programa institucional de cultura física y deporte. <https://www.deportes.uady.mx/recursos/manualpruebasfisicas.pdf>
- Arguello, Y. D. S., & Velásquez, C. A. A. (2011). Programa de preparación física en velocidad de desplazamiento en el fútbol sala. *Educación Física y Deporte*, 30(2), 629-635.
- Blanco, A (2020). Efectos de un programa de entrenamiento de fuerza en sentadilla completa con tres configuraciones diferentes de la serie (Tradicional vs. Cluster 1 vs. Cluster 2) sobre el rendimiento en la fuerza muscular del tren inferior. Universidad de Sevilla.
- Boyle, M. (2016). *New functional training for sports*. Human Kinetics.
- Chato Arruebo, L. M., & Moya Mora, D. S. (2018). Análisis biomecánico de la técnica de sentadilla en los fisicoculturistas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), sede Quito, en el año 2017. Bachelor's thesis, PUCE.
- Fry, A. C. (2004). The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports medicine*, 34(10), 663-679.
- Galiano, C., Pareja-Blanco, F., De Mora, J. H. y De Villarreal, E. S. (2020). Low-Velocity Loss Induces Similar Strength Gains to Moderate Velocity Loss During Resistance Training. *The Journal of Strength y Conditioning Research*.
- González-Boto, R., Molinero, O., Martínez García, R., De Andrade Bastos, A., & Márquez, S. (2006). La adaptación en el deporte y su relación con el sobreentrenamiento. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, vol 6, nº 1, 2006.
- González-Badillo, J. J. y Sánchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International Journal of Sports Medicine*, 31(05), 347-352.
- Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Suarez-Arrones, L., Arjol-Serrano, J. L., Casajús, J. A., & Mendez-Villanueva, A. (2017). Single-leg power output and between-limbs imbalances in team-sport players: Unilateral versus bilateral combined resistance training. *International journal of sports physiology and performance*, 12(1), 106-114.
- Grgic, J., Lazinec, B., Schoenfeld, B. J., & Pedisic, Z. (2020). Test–retest reliability of the one-repetition maximum (1RM) strength assessment: a systematic review. *Sports Medicine-Open*, 6(1), 1-16.
- Kraemer, W. J. y Fleck, S. J. (2010). *Cómo optimizar el entrenamiento de fuerza: diseño de ejercicios de periodización ondulante*. Ciudad: Arkano Books.
- Loturco, I., D'Angelo, R. A., Fernandes, V., Gil, S., Kobal, R., Abad, C. C. C., ... & Nakamura, F. Y. (2015). Relationship between sprint ability and loaded/unloaded jump tests in elite sprinters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(3), 758-764.

- McCurdy, K., O'Kelley, E., Kutz, M., Langford, G., Ernest, J., & Torres, M. (2010). Comparison of lower extremity EMG between the 2-leg squat and modified single-leg squat in female athletes. *Journal of sport rehabilitation*, 19(1), 57-70.
- Pallarés, J. G., Cava, A. M., Courel-Ibáñez, J., González-Badillo, J. J. y Morán-Navarro, R. (2020). Full squat produces greater neuromuscular and functional adaptations and lower pain than partial squats after prolonged resistance training. *European Journal of Sport Science*, 20(1), 115-124.
- Pareja-Blanco, F., Alcázar, J., Sánchez-Valdepeñas, J., Cornejo-Daza, P. J., Piqueras-Sanchiz, F., Mora-Vela, R., ... y Alegre, L. M. (2020). Velocity Loss as a Critical Variable Determining the Adaptations to Strength Training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*
- Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Gorostiaga, E. M. y González-Badillo, J. J. (2014). Effect of movement velocity during resistance training on neuromuscular performance. *International Journal of Sports Medicine*, 35(11), 916-924.
- Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Sanchís- Moysi, J., Dorado, C., Mora-Custodio, R., ... y González-Badillo, J. J. (2016). Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scandinavian Journal of Medicine y Science in Sports*, 27(7), 724-735.
- Pareja-Blanco, F., Sánchez-Medina, L., Suárez-Arrones, L. y GonzálezBadillo, J. J. (2016-2). Effects of velocity loss during resistance training on performance in professional soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1Ramírez2(4), 512-519
- Pérez-Castilla, A., García-Ramos, A., Padial, P., Morales-Artacho, A. J. y Feriche, B. (2018). Effect of different velocity loss thresholds during apower-oriented resistance training program on the mechanical capacities of lower-body muscles. *Journal of Sports Sciences*, 36(12), 1331-1339.
- Platonov, V. N., & Bulatova, M. (2001). *La preparación física (Vol. 3)*. Editorial Paidotribo.
- Ródenas, J. G., Desantes, A. T., & Ramírez, E. S. (2020). Relación entre la velocidad de ejecución de media sentadilla bipodal y unipodal con el triple salto unilateral. *Revista Internacional de Deportes Colectivos*, (42), 50-59.
- Sánchez-Medina, L. y González-Badillo, J. J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine y Science in Sports y Exercise*, 43(9), 1725-1734.
- Sánchez-Medina, L., Pallarés, J. G., Pérez, C. E., Morán-Navarro, R. y 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., Cornejo-Daza, P. J., González-Badillo, J. J. y ParejaBlanco, F. (2020). Effects of Velocity Loss During Body Mass ProneGrip Pull-up Training on Strength and Endurance Performance. *The Journal of Strength y Conditioning Research*, 34(4), 911-917.
- Seirul-lo, F (2014). *El entrenamiento en los deportes de equipo*.

Shattock, K., & Tee, J. (2020). Autoregulation in resistance training: a comparison of subjective versus objective methods. *Journal of strength and conditioning research*.

Speirs, D. E., Bennett, M. A., Finn, C. V., & Turner, A. P. (2016). Unilateral vs. bilateral squat training for strength, sprints, and agility in academy rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(2), 386-392.

UEFA (2017). *Manual de la UEFA para entrenadores de futsal*. Editor