

**INSTITUTO UNIVERSITARIO ASOCIACIÓN CRISTIANA DE JÓVENES
LICENCIATURA EN EDUCACIÓN FÍSICA, RECREACIÓN Y DEPORTE**

**EFECTO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DE
FUERZA UNILATERAL VS BILATERAL, SOBRE EL
CMJ Y COD EN GOLEROS JUVENILES DE ÉLITE DEL
FÚTBOL URUGUAYO**

Trabajo Final de Grado presentado al Instituto Universitario Asociación Cristiana de Jóvenes, como parte de los requisitos para la obtención del Diploma de Graduación en la Licenciatura en Educación Física, Recreación y Deporte.

Tutor: Adrián Magallanes

SEBASTIÁN GOLARTE

MONTEVIDEO

2022

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Características del fútbol	3
2.2. Fuerza en el deporte	4
2.3. Entrenamiento de la fuerza en el fútbol	5
2.4. Sentadilla como ejercicio potencial de transferencia	5
2.5. Sentadilla búlgara como ejercicio potencial de transferencia	6
2.6. Entrenamiento de la fuerza basado en la velocidad de ejecución	7
3. MÉTODOS	7
3.1. Diseño	7
3.2. Participantes	7
3.3. Procedimientos	8
3.4. Evaluaciones	9
3.5. Intervención experimental	10
4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	11
5. RESULTADOS	11
6. DISCUSIÓN	12
7. CONCLUSIONES	13
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
ANEXO 1	20
ANEXO 2	21
ANEXO 3	22

Tabla 1	8
Tabla 2	11
Tabla 3	12

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

El abajo firmante Sebastián Golarte es el autor y el responsable de todos los contenidos y de las opiniones expresadas en este documento, que no necesariamente son compartidas por el Instituto Universitario Asociación Cristiana de Jóvenes.



Sebastián Golarte

RESUMEN

En el fútbol, tanto la velocidad del cambio de dirección como la potencia del salto resultan determinantes para alcanzar el alto rendimiento. Existe controversia en cuanto a si los ejercicios bilaterales producen un mayor efecto en el salto y la agilidad que los unilaterales o viceversa. El objetivo de este estudio fue comparar un programa de 8 semanas de fuerza bilateral vs unilateral sobre la agilidad y salto vertical en góleros juveniles de élite. En este estudio participaron 9 futbolistas de 16.1 ± 1.4 años de edad con experiencia previa en el entrenamiento programado de la fuerza, los cuales fueron divididos en dos grupos experimentales: un grupo que entrenó con ejercicios bilaterales (GB) y un grupo que entrenó unilateralmente (GU).

Se espera que ambos grupos mejoren las habilidades de los futbolistas sin saber cuál de los programas de entrenamiento resultará más eficaz.

Palabras claves: fuerza, sentadilla, bilateral vs unilateral, góleros.

1. INTRODUCCIÓN

El fútbol es un deporte en donde las acciones más frecuentes son los sprints, cambios de dirección o saltos. Un deportista realiza acciones a alta intensidad en un partido cada 90 segundos, estas tienen una duración de entre 2 a 4 segundos aproximadamente y las realiza hasta 1300 veces. Por ello es importante que los futbolistas desarrollen la fuerza y la velocidad para lograr cumplir con las demandas del deporte (Raya-González et al 2018, Rodríguez Rosell et al. 2016).

Es por ello que varios autores investigan el efecto de programas de entrenamiento, con diversas características que eventualmente mejoran las habilidades atléticas de los deportistas. Debido a esto, existe un gran interés en el entrenamiento de la fuerza con el fin de optimizar el rendimiento deportivo del jugador (Bradley et al., 2010; Negra et al., 2016). Diversos estudios justifican el entrenamiento de la fuerza con ejercicios tradicionales debido a su eficacia sobre las distintas acciones de juego como el salto, el sprint lineal y los cambios de dirección (Loturco et al., 2016; Loturco et al., 2017; Urdanoz, 2019).

En este sentido, Raya y Sánchez (2018) realizaron una revisión sistemática sobre los diferentes tipos de programas que pretenden mejorar el rendimiento en CODs, saltos y sprint. En esta se establece que programas con ejercicios con sobrecarga mejoran el rendimiento en CMJ, el tiempo de sprint y los CODs. Por su parte, Ojeda y Falcón (2021), Loturco et al. (2017) y Urdanoz (2019) en sus investigaciones, demostraron que el entrenamiento de la fuerza con ejercicios tradicionales favorece al sprint lineal, los CODs y el CMJ.

Existen diversas variables que influyen para que un programa de entrenamiento de fuerza sea efectivo. Entre las más importantes se encuentran las características de los sujetos entrenados, el volumen, la intensidad, las micro y macro pausas, la dinámica de aplicación y progresividad de las cargas, y los ejercicios seleccionados (Bompa, 2004). Cuando se seleccionan los ejercicios, son varios los factores que hacen que un ejercicio tenga un buen potencial de transferencia a gestos como saltar o cambiar de dirección. Entre los más estudiados está la correspondencia entre ejercicio y gesto competitivo. Este concepto refiere a la similitud en cuanto a la dirección, el recorrido angular y bilateral-unilateral del ejercicio a transferir con el gesto deportivo (Siff y Verhoshansky, 2000). En relación a esto último, no existe un acuerdo entre los expertos en cuanto a cuáles de estos ejercicios (bilaterales o de predominio unilateral) tendrían mayor potencial de transferencia a gestos deportivos explosivos tales como el salto o el cambio de dirección, así como tampoco existe consenso sobre las razones o mecanismos por los cuales unos u otros serían más efectivos. Según Ramírez et al. (2019) los ejercicios bilaterales son determinantes para el desarrollo de la fuerza en los programas de entrenamiento, pero en los últimos años se ha detectado un gran interés por los trabajos de tipo unilateral como alternativa a los tradicionales (ejercicios bilaterales). Estos autores defienden los programas con predominio de ejercicios unilaterales,

argumentando que las acciones del fútbol como el sprint son predominantemente unilaterales (Maly et al., 2016; Tagliaferri, 2019).

El presente estudio pretende comparar el efecto de dos programas de entrenamiento de fuerza con ejercicios tradicionales con sobrecarga: predominio unilateral vs bilateral.

Por consiguiente, los objetivos son:

1.1. Objetivos

Objetivo General

- Comparar dos programas de entrenamiento de fuerza: predominio unilateral y bilateral.

Objetivos específicos

- Determinar el efecto de un programa de entrenamiento con sentadilla búlgara sobre el COD y el CMJ.
- Determinar el efecto de un programa de entrenamiento de media sentadilla sobre el COD y el CMJ.
- Comparar el porcentaje de cambio del COD y el CMJ entre programas de entrenamiento (bilateral vs unilateral).

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Características del fútbol

El fútbol es un deporte colectivo en el cual intervienen jugadores que se encuentran agrupados en dos equipos con una relación de rivalidad. Buscan la conquista por la posesión de la pelota con el fin de realizar la mayor cantidad de goles al adversario y evitando que entre la pelota al arco propio. Este deporte le exige al jugador contar con ciertas capacidades, tales como la comprensión táctica del juego, la técnica y una buena condición física. A su vez, las habilidades atléticas como saltar y desplazarse a máxima o alta intensidad, son fundamentales para las jugadas determinantes. (Castelo, 1999; Betancourt, Zúñiga, 2019; Haro, Cerón, 2019).

Las acciones de juego que influyen en los resultados, están representadas por las acciones de alta intensidad y determinadas por las habilidades atléticas de cada jugador. Estas acciones son las que predominan en las jugadas de gol, por ello la habilidad de desacelerar y acelerar a una máxima velocidad en el menor tiempo posible son tan determinantes como la producción de fuerza en el salto vertical (Negra et al., 2016; Bradley, Di Mascio, Peart, Olsen, Sheldon, 2010). Los autores Santiago et al. (2015), en su investigación presentaron que en un partido de fútbol los jugadores realizan sprints aproximadamente cada 90 segundos, teniendo una duración media de entre 2 y 4 segundos. Sin embargo, el 96% de los sprints son de menos de 30 m. En estos datos se excluyen las acciones del golero. En un estudio realizado por Pérez et al. (2009), en donde se analizaron las acciones técnicas del golero tanto defensivas como ofensivas, se presentó que en su mayoría las acciones que realiza el golero son ofensivas, siendo así un 64,72% contra un 35,28% de las defensivas. Dentro de las acciones defensivas y que resultan determinantes en el juego, los autores mencionan el bloqueo frontal (en su posición), el bloqueo ante centro lateral (desplazamiento) y el bloqueo lateral (con caída lateral) como aquellas acciones en las que participa el golero y luego de realizada la acción se queda con el balón. Por otra parte, tenemos los desvíos, que son las acciones en las que no se hace con el balón el golero. Luego está el despeje de puños, que es cuando el golero impacta el balón con los puños y no se queda con el balón. Y por último los duelos 1vs1, en donde el golero se debe enfrentar a un rival que cuenta con posesión del balón y sin marca alguna. En relación a la cantidad de acciones que realiza en competencia, la media es de 17,55 acciones por partido (contando acciones defensivas y ofensivas), siendo la más utilizada el bloqueo frontal que equivale a 3,37 acciones totales. En relación a los desplazamientos, y por ende a lo que más nos interesa en esta investigación, se toman como referencia las acciones mencionadas anteriormente como bloqueo lateral, bloqueo ante centro lateral, desvío, despeje de puños y el 1vs1. En conjunto, estas acciones determinan el 2,82 de las acciones totales por partido. En el siguiente

apartado se presentará brevemente la importancia de la fuerza en el deporte, ya que es un aspecto clave para la mejora de las habilidades atléticas.

2.2. Fuerza en el deporte

La fuerza según González-Badillo y Ribas desde un punto de vista mecánico es “toda causa capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo”. Desde lo fisiológico lo denominan como “la capacidad de producir tensión que tiene el músculo al activarse”. Lo mecánico está enfocado en el efecto externo producido por la acción muscular, la atracción de la gravedad o la propia inercia del cuerpo humano. Por otra parte, desde lo fisiológico, está enfocado en un aspecto interno que puede tener una relación con un objeto externo o no (denominado resistencia). En lo que respecta a las distintas clasificaciones de fuerza en el deporte los autores González-Badillo y Gorostiaga (2002) definen la fuerza en el ámbito deportivo como la capacidad de producir tensión del músculo al activarse. En relación a la especificidad del deporte, la fuerza útil es la que puede aplicar un jugador para realizar un gesto deportivo específico. No obstante, estos autores también definen la relación entre fuerza y potencia. Una mayor aplicación de fuerza está estrechamente relacionada con la mejora de la potencia, por lo que se deduce como resultado de esto un aumento en la velocidad de ejecución de los gestos deportivos. Continuando con las clasificaciones, Sanz (2015) define la fuerza explosiva como “la relación entre la producción de fuerza y el tiempo”. Sin embargo, González-Badillo y Gorostiaga (2002) mencionan la expresión de la fuerza dinámica máxima, que es considerada la expresión máxima de fuerza concéntrica dinámica. Esto se da cuando la carga puede ser desplazada por única vez, o levemente desplazada y/o la ejecución es de velocidad baja. Un ejemplo es una sentadilla con el máximo peso posible (1RM).

Según González-Badillo (citado en Baeza - Jofré, 2020) las características del entrenamiento de la fuerza máxima tienen como fin mejorar la fuerza dinámica máxima en los ejercicios seleccionados, con el objetivo de mejorar el rendimiento específico. En el caso del golero se pretende mejorar el salto y la agilidad. La carga para esta mejora puede variar desde el mínimo porcentaje individual hasta la 1RM. En la práctica profesional, las repeticiones por serie varían del 1 al 10 y la recuperación entre cada serie tiende a estar entre los 2 y 5 minutos. En cuanto a la velocidad de ejecución, la misma debe ser la máxima posible y la frecuencia de 1 a 4 veces por semana, dependiendo siempre del deporte practicado. La duración del ciclo de entrenamiento deberá ser de entre 3 a 8 semanas.

En la presente investigación, se midió la velocidad de ejecución de los ejercicios con la app Metric VBT. La misma mide la velocidad en la fase concéntrica del ejercicio evaluado.

Teniendo todos estos parámetros claros, se menciona que el objetivo principal del entrenamiento de la fuerza en esta investigación es lograr transferir las ganancias de la fuerza

a las habilidades atléticas de los goleros. Existen muchas investigaciones que permiten comprender cómo el desarrollo de la fuerza mejora las habilidades tales como los cambios de dirección o el salto vertical. Los autores Appleby et al. (2019) presentan que el entrenamiento de la fuerza mejora los cambios de dirección, mientras que los autores Baeza-Jofré (2020) presentan la ganancia que genera en relación al CMJ. A continuación, se detallarán con mayor profundidad los aspectos destacados del entrenamiento de la fuerza en el fútbol.

2.3. Entrenamiento de la fuerza en el fútbol

Según Beltrán (2022) la posición del juego es uno de los factores que establece diferencias entre los jugadores debido al tipo de ejecución y evaluación que desarrollan en el campo de juego, ya que los gestos deportivos se especializan para cada uno de ellos, es decir, se puede clasificar un entrenamiento específico de golero o de delanteros, defensas, etc.

Una de las clasificaciones que se pueden realizar es la presentada por García (2007) que se establece en relación con la fuerza. La misma es considerada con el tipo de trabajo realizado en referencia a las actividades deportivas practicadas. En este sentido, se puede hablar de la llamada fuerza general y fuerza específica. Este autor define como fuerza general a todos aquellos ejercicios que desarrollan la fuerza de manera global y que son necesarios para lograr obtener una preparación básica y que puede ser utilizada para el desarrollo de cualquier disciplina. Es decir que se debe de entrenar de manera regular para así preparar a los goleros a las exigencias físicas propias de la posición y que sus habilidades atléticas sean optimizadas con el entrenamiento. Por otra parte, la fuerza específica se puede denominar como la fuerza útil, mencionada anteriormente, ya que es la fuerza aplicada en condiciones de juego específicas de la competencia y tiene como principal objetivo optimizar la fuerza aplicada en el gesto de competición (González-Badillo – Ribas, 2002). Tomando en cuenta esto, entendemos que el entrenamiento de la fuerza complementario tiene como uno de sus objetivos el desarrollo de la fuerza útil o la optimización de las habilidades atléticas (Verkhoshansky, 2002).

2.4. Sentadilla como ejercicio potencial de transferencia

La sentadilla es un ejercicio que está estrechamente relacionado con la transferencia al gesto deportivo. Según González-Badillo y Serna (2002), la transferencia es la influencia o efecto que tiene la ejecución de un tipo de entrenamiento sobre otra actividad deportiva diferente. Se relacionan por la clase de ejercicio a realizar, la intensidad y el volumen. Más precisamente, para poder ver la transferencia de la actividad A sobre la actividad B, durante el entrenamiento de A no se debe realizar otro entrenamiento ni tampoco realizar la actividad B. Como presenta Wisløff et al. (2003), la fuerza máxima en sentadilla (actividad A) es transferible a las habilidades atléticas (actividad B) tales como el sprint y el salto vertical.

Salazar (2018) también presenta que el entrenamiento de la fuerza en sentadilla con cargas entre 70% y 80% en jóvenes deportistas sub15 y sub16, se transfiere a las habilidades atléticas tales como los CODs y el CMJ. Esta transferencia se basa en diversos factores, uno de ellos es la correspondencia dinámica. La misma se apoya en los ejercicios que pueden tener un alto nivel de transferencia a las acciones de juego. Verhoshansky y Siff (2000) ilustran con el ejemplo de los saltadores y velocistas que desarrollan los músculos flexores de la cadera en una máquina que ofrece resistencia y aplica la fuerza sobre la parte frontal del muslo. La amplitud del movimiento del muslo al correr y saltar es mayor que la amplitud que se da en el ejercicio en sí. Para que se cumpla este criterio de amplitud y dirección del movimiento, el autor aconseja seleccionar la posición inicial exacta y la postura que adopta el deportista, así como también imponer la dirección en la que se ejerce la fuerza en el gesto deportivo. Por ello en la sentadilla se da la correspondencia, ya que parte desde una posición similar en el CMJ y en los CODs y la fuerza se ejerce en similares direcciones dependiendo de las variables del deporte. Para continuar analizando la transferencia y la correspondencia dinámica, se dará lugar a la sentadilla búlgara.

2.5. Sentadilla búlgara como ejercicio potencial de transferencia

Por su parte la sentadilla búlgara consiste en adelantar una pierna y la pierna que queda por detrás colocarla sobre una superficie elevada y desde esa posición se debe bajar haciendo una flexión de la rodilla de la pierna adelantada, manteniendo el tronco recto (Márquez, 2020). Dada la naturaleza del predominio unilateral de muchas acciones deportivas como las anteriormente mencionadas y sumándole los cambios de dirección, estos ejercicios de fuerza unilateral han sido considerados como más específicos del deporte. En el caso de los futbolistas manifiestan altos niveles de fuerza en comparación con otros deportistas y la gran mayoría de las acciones explosivas tienen características unilaterales y de multiplano (Ródenas, 2020).

Campos et al. (2018) en su estudio sobre el efecto de un entrenamiento unilateral o bilateral con sobrecarga en los saltos bipodales como el SJ, CMJ, Abk y en el salto unipodal CMJi, llegan a la conclusión de que los entrenamientos de la fuerza con predominio unilateral benefician en mayor medida las acciones mencionadas anteriormente en relación al entrenamiento bilateral en futbolistas jóvenes con poca experiencia en entrenamiento de la fuerza. El entrenamiento unilateral consistió en la realización de los ejercicios de sentadillas split y peso muerto. Estos gestos al igual que la sentadilla tienen grados angulares muy similares por lo que la correspondencia dinámica se da de manera muy similar a la mencionada anteriormente. La diferencia entre uno y otro es que el predominio en este caso será unilateral mientras que el otro es bilateral.

2.6. Entrenamiento de la fuerza basado en la velocidad de ejecución

La velocidad de ejecución es una de las variables menos estudiada que determina la carga. Depende de la magnitud de la carga levantada y la voluntariedad del sujeto para levantar la carga. Al exigir directamente a nivel neuromuscular es un elemento determinante de intensidad, depende también de la respuesta mecánica y metabólica y por consecuencia de los efectos del entrenamiento (Rodríguez-Rosell, 2017). Por su parte, la velocidad de ejecución según González-Badillo et al. (2017) está estrechamente relacionada con el carácter de esfuerzo y la cantidad de repeticiones a ejecutar con una determinada carga relacionada al %RM. El objetivo de dicha metodología es lograr ejecutar la acción a la máxima velocidad posible independientemente del %RM y la velocidad que se analizará será en la fase concéntrica del movimiento.

Según Rodríguez-Rosell (2017) el movilizar las cargas a la máxima velocidad posible produce un mayor consumo de oxígeno, una producción de lactato mayor, picos de fuerza y aceleración mayores y por consecuente un incremento en la activación de unidades motoras de un umbral de activación más alto. Por lo tanto, en contradicción a lo que mencionan los autores Hutchins (1992) y Westcott et al. (2001), ejecutar las repeticiones lentas de manera voluntaria no aumenta la intensidad de la contracción muscular o la del entrenamiento. Por ello las exigencias neuromusculares son mayores cuando se ejecutan voluntariamente las repeticiones a la máxima velocidad posible. (Rodríguez-Rosell, 2017).

3. MÉTODOS

3.1. Diseño

En esta investigación de enfoque cuantitativo, se utilizó un diseño experimental con muestreo por conveniencia. Se realizaron evaluaciones de variables dependientes pre y post intervención.

3.2. Participantes

La muestra se compone de 14 góleros que fueron divididos de forma aleatoria en dos grupos experimentales. El grupo unilateral (GU) comenzó con 7 sujetos de los cuales se excluyeron 2 por cambio de equipo, 1 por lesión y 1 debido a que no lograba ejecutar a la velocidad parámetro con la sentadilla búlgara, por lo que se determinó cambiar a los sujetos al otro grupo y por lo tanto se culminó con 3 sujetos. Por otra parte, el grupo bilateral (GB) comenzó con 7 sujetos del cual 1 fue excluido por cambio de equipo, culminando así con 6 sujetos.

Se consideraron como criterios de inclusión: tener habilitación médica vigente, estar asistiendo regularmente a los entrenamientos al comienzo de la intervención, no presentar

lesiones o patologías previas o actuales que pudieran afectar el rendimiento durante la intervención, y no estar consumiendo fármacos o sustancias que pudieran alterar el rendimiento deportivo.

Durante la intervención, los jugadores se encontraban en período de competición. Las características de la muestra (edad, masa y talla) se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1
Características de la muestra

	Edad (años)	Masa (kg)	Talla (cm)
Promedio	16,1	74,4	181
Desvío estándar	1,4	7,3	18,2

3.3. Procedimientos

Durante el tiempo de intervención (llevado a cabo durante la temporada competitiva) los jugadores realizaron su entrenamiento específico con su entrenador de goleros y el habitual en cancha con su director técnico, con una frecuencia de 4-5 veces por semana, y un volumen de 90 a 110 minutos por sesión. Adicionalmente, los días sábados o domingos los sujetos participaron de competencias oficiales. En forma complementaria, fueron sometidos a entrenamiento de fuerza con sobrecarga (martes y jueves sub 14, sub 15 y sub 16; lunes y miércoles sub 19) al inicio de cada sesión y luego de una entrada en calor estandarizada. Durante el tiempo que duró la intervención, ninguno de los participantes realizó otro tipo de entrenamiento de fuerza, ni deporte o ejercicio fuera de los programados.

Todos los sujetos fueron evaluados pre y post intervención como se describe más adelante. Durante las semanas previas al comienzo de la primera evaluación, los participantes realizaron cuatro sesiones de familiarización de los test y ejercicios que se utilizaron posteriormente. El propósito de las mismas fue detectar y mejorar posibles errores técnicos de ejecución y así mismo evitar el sesgo de aprendizaje en la evaluación.

Las sesiones de familiarización tuvieron una frecuencia de dos veces en la semana (martes y jueves). Durante cada sesión, después del calentamiento estandarizado, los sujetos realizaron dos series de seis repeticiones de los ejercicios: sentadilla con barra hexagonal y sentadilla búlgara. La carga se estableció utilizando la escala de Borg, de tal forma que los sujetos la percibieran como un valor de 3 o 4 en una escala de 0 a 10 (esfuerzo suave a moderado). Es de destacar que los sujetos ya estaban familiarizados con el empleo de esta escala. Posteriormente, todos los participantes realizaron tres series de tres saltos con contramovimiento (CMJ) y dos ejecuciones del test V-CUT.

3.4. Evaluaciones

El día lunes de la semana previa al inicio de la intervención experimental, y con 48 hs de distancia respecto de la última sesión de entrenamiento, todos los sujetos realizaron el test de CMJ y V-CUT. Estos fueron llevados a cabo después de un calentamiento estandarizado. El test de CMJ se realizó según protocolo descrito por Bosco (2000). Para ello se utilizó una plataforma de salto (Projump) y se utilizó el software Chrono Jump 2.2.1 (versión 2.35) para el análisis de los datos. En todos los casos se les pidió a los participantes que realicen un esfuerzo máximo con el objetivo de alcanzar la mayor altura posible con una amortiguación estable. Las diferentes ejecuciones del salto se realizaron luego de una pausa de 1:30 minutos y se eligió el mejor registro de los tres intentos.

El mismo día y luego de un descanso pasivo de 5 minutos, todos los participantes realizaron el test V-CUT. El tiempo se midió mediante la filmación de alta velocidad utilizando la aplicación My Jump Lab (Balslobre-Fernández et al, 2017). Los sujetos comenzaron a sprintear cuando lo decidían luego de una señal que daba la persona que filmaba. Se colocó la cámara en la línea de partida establecida por dos estacas. En el momento que cruzaba el hombro se comenzaba a contar el tiempo de ejecución y se finalizaba al pasar el hombro por la línea final conformada por dos estacas. La segunda ejecución del test se llevó a cabo luego de una pausa de 5 minutos. Al igual que en el test CMJ, se tomó como válido el mejor registro de ambas ejecuciones.

A los efectos de programar las cargas de entrenamiento para los ejercicios de fuerza, se utilizó como referencia la Tabla 1 de la investigación de los autores Sánchez-Medina et al. (2017) y se realizaron 3 series de los ejercicios seleccionados a una carga entre 55% y 60% del RM (0,9 - 1 m/s) para los goleros de sub 15 hasta sub 19, mientras que para los goleros sub 14 se realizó entre 50% y 55% del RM (1 – 1,1 m/s). En el test de sentadillas los sujetos partían de una posición sentada en un banco de altura regulable para que las rodillas se posicionaran a 90 grados de flexión. En el test de sentadilla búlgara comenzaban desde una posición con miembro inferior izquierdo delante y derecho atrás colocado encima de un banco con 30 cm de altura.

Desde la posición inicial se les pidió a los sujetos que subieran a la máxima velocidad posible sin despegar los pies ni los talones del suelo. La velocidad de ejecución fue registrada mediante la app Metric VBT (Tober et al, 2021). Se realizaron repeticiones seguidas con cada carga hasta que existía un 10% de la pérdida de velocidad de ejecución y se estableció un descanso de 2 min aproximadamente entre pasada y pasada del circuito.

Posteriormente, el lunes próximo a finalizar la intervención, se volvió a evaluar a los sujetos.

3.5. Intervención experimental

La intervención tuvo una duración de 8 semanas, durante las cuales se realizaron sesiones de fuerza con una frecuencia de 2 veces por semana. Los días martes y jueves fueron los días seleccionados para entrenar con sobrecarga en las categorías sub 14, sub 15 y sub 16, mientras que lunes y miércoles fueron los días seleccionados para las categorías sub 17 y sub 19.

El entrenamiento con sobrecarga consistió en una programación de intensidad estable reversible (González-Badillo y Serna, 2002). En los ejercicios de sentadilla se pidió que la fase excéntrica sea realizada de forma controlada, sin dejarse caer por el propio peso externo hasta que las rodillas llegaran a un ángulo aproximado de 90 grados, y posteriormente ejecutar a la mayor velocidad posible la fase concéntrica controlando la zona lumbar. La sentadilla búlgara fue realizada partiendo desde una posición con rodilla extendida de la pierna de adelante y la de atrás con una flexión de 45 grados aproximadamente, para luego realizar la fase excéntrica de forma controlada, y posteriormente la fase concéntrica de forma explosiva. En la sentadilla búlgara se fue alternando la pierna entre cada serie.

Se dividió a los sujetos en dos grupos, bilateral y unilateral. En el grupo GB hubo 6 sujetos mientras que en el grupo GU hubo 3 sujetos.

Se les adjudicó el peso a cada sujeto según la velocidad a la que ejecutaron en el test de cargas del ejercicio a realizar. La misma comprendida entre 0.9 y 1.0 m/s, para sub 15, sub 16, sub 17 y sub 19, mientras que para sub 14 se estableció que debía estar entre 1 y 1,1 m/s. A aquellos jugadores que aumentaron la velocidad de ejecución durante la intervención, se les subió el peso hasta llegar a la pérdida de velocidad establecida.

Una vez que se establecieron los pesos, se pasó a determinar la cantidad de repeticiones que los sujetos fueron capaces de realizar sin pérdidas de velocidad mayores a 10%, recomendación establecida por Sánchez-Medina y González-Badillo (2011). A las cuatro semanas de comenzar la intervención se volvió a proceder con el ajuste de pesos y repeticiones. Las series se mantuvieron en dos por ejercicio durante todo el ciclo (Tabla 2), siguiendo la metodología propuesta por los autores Izquierdo et al., (2006). Las pausas fueron pasivas con tres minutos para los ejercicios de sobrecarga.

Se estableció una dinámica de microciclos de carga-descarga de 3-1, 3-1. En la semana de descarga se bajó el volumen a la mitad realizándose una única sesión de entrenamiento con sobrecarga.

Tabla 2
Programa de entrenamiento.

Sem.	Ejercicios de sobrecarga	Series / Semana S y SB	Rep. S y SB
1	S y SB	4	Hasta 10% de pérdida de vel.
2	S y SB	4	Hasta 10% de pérdida de vel.
3	S y SB	4	Hasta 10% de pérdida de vel.
4	S y SB	2	Hasta 10% de pérdida de vel.
5	S y SB	4	Hasta 10% de pérdida de vel.
6	S y SB	4	Hasta 10% de pérdida de vel.
7	S y SB	4	Hasta 10% de pérdida de vel.
8	S y SB	2	Hasta 10% de pérdida de vel.

Abreviaturas: S = sentadillas con barra hexagonal; SB = sentadilla búlgara; Rep. = repeticiones. Notas: se utilizó una programación estable y regresiva. Para la sentadilla y sentadilla búlgara la intensidad y las repeticiones se ajustaron en las semanas 1 y 5

4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron presentados con Media \pm Desvío Estándar (DE). La normalidad se verificó por medio de la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se valoró la homocedasticidad mediante el Test de Levene. La comparación de los resultados de los test post vs pre intervención de ambas variables, se realizó mediante el test ANOVA de medidas repetidas y la prueba post hoc de Bonferroni. Para la comparación de la magnitud de cambio entre grupos se realizó un T-Test de medias independiente. La magnitud de las diferencias entre grupos fue cuantificada aplicando la diferencia estandarizada (tamaño del efecto, TE) utilizando d de Cohen con intervalo de confianza (IC) del 95%. Los valores iguales o menores a 0.20 se consideraron como ausencia de efecto, valores entre 0.21 y 0.49 como efecto pequeño, valores entre 0.50 y 0.79 como efecto moderado y valores iguales o superiores a 0.80 como efecto grande (Caycho et al., 2016).

El nivel de significancia elegido para todos los cálculos estadísticos fue de $p < 0.05$. Los cálculos fueron realizados utilizando el software libre JASP 0.14.1 (Universidad de Ámsterdam).

5. RESULTADOS

Las características de los sujetos (edad, talla y masa corporal promedios) se presentan en la Tabla 1. Para un nivel de confianza del 95%, hubo diferencias de edad ($p = 0,952$), talla ($p = 0,797$) y masa corporal ($p = 0,964$) entre los grupos.

Tanto para el GB y el GU no hubo un efecto positivo del entrenamiento estadísticamente significativo para las variables V-CUT Test y CMJ ($p > 0,05$). Aunque hubo una tendencia a la mejora en ambos grupos como se puede ver el anexo 3. En relación al CMJ existe una tendencia a la mejora en el rendimiento en los grupos GB y GU, pero en ninguno de los casos es significativa con un TE pequeño ($d = 0,24$).

En cuanto a los COD, no se obtuvieron resultados significativos ($p > 0,05$) y con un TE pequeño ($d = 0,21$) y existe una tendencia a la mejora del rendimiento de los GB y GU.

El porcentaje de cambio de CMJ no tuvo un efecto significativo ($p > 0,05$) con un TE grande ($d = 1,27$). Mientras que el porcentaje de cambio de COD no tuvo un efecto significativo ($p \geq 0,05$) con un TE pequeño ($d = 0,25$)

Los resultados obtenidos para CMJ y CODs comparando el rendimiento post vs pre intervención se pueden observar en la Tabla 3.

Tabla 3
Rendimiento CMJ y COD.

Variables de rendimiento.	Pre (media \pm SD)	Post (media \pm SD)	p-valor	% de cambio
CMJ GB (cm)	30,52 \pm 3,45	32,4 \pm 3,7	$p = 0,084$	4,98 \pm 2,59
CMJ GU (cm)	33,19 \pm 4,61	33,31 \pm 4,24	$p = 1$	0,59 \pm 4,94
CODs GB (s)	6,85 \pm 0,44	6,79 \pm 0,21	$p = 1$	0,89 \pm 3,73
CODs GU (s)	6,72 \pm 0,46	6,6 \pm 0,32	$p = 1$	1,79 \pm 2,8

Abreviaturas: SD = desvío estándar; CMJ: altura en salto con contramovimiento; COD: cambios de dirección; Pre = resultados previos a la intervención; Post = resultados posteriores a la intervención.

6. DISCUSIÓN

En la presente investigación se comparó el resultado de un programa de entrenamiento de 8 semanas de fuerza de MMII en goleros juveniles, utilizando ejercicios bilaterales (sentadilla con barra hexagonal y saltos al banco bipodal) y unilaterales (sentadilla búlgara y saltos al banco unipodal) sobre el rendimiento en CMJ y COD.

El entrenamiento de fuerza bilateral vs unilateral conlleva un gran número de limitaciones como las presentadas por los autores Appleby et al. (2020), en donde se hace referencia a que es sumamente complejo diseñar una metodología de entrenamiento. Las limitaciones son entre ellas, la falta de familiarización de los deportistas con los propios ejercicios o diferencias en el grupo previo a la intervención. Esto entra en concordancia con lo sucedido durante la intervención, en donde fueron necesarias sesiones de familiarización con los ejercicios seleccionados. En relación a las diferencias de los grupos pre intervención, podemos asociarlo con lo sucedido en los sujetos sub 14, en donde el entrenamiento unilateral

se les dificultó por su corta experiencia con el entrenamiento con sobrecarga, no obstante, los sujetos sub 15, sub 16 y sub 17 sí lograron desarrollar los ejercicios unilaterales prescriptos sin mayores dificultades.

Liao et al. (2021) concluyen que el entrenamiento de fuerza bilateral y unilateral no presentan diferencias significativas en cuanto a la mejora en el salto vertical. Estos resultados están en concordancia con los presentados en la intervención, en donde ambos grupos no presentaron diferencias significativas en la variable mencionada.

Al igual que Appleby, Stern et al. (2017), Stern et al. (2020), Fisher y Walin (2014), Ramírez-Campillo et al. (2018), Gonzalo-Skok et al. (2017), los resultados presentados en esta investigación determinan que el tamaño de efecto fue mayor en los sujetos del GB en comparación con el GU y no existieron mejoras estadísticas significativas. Respecto a los resultados, teniendo en cuenta el efecto de las intervenciones en cuanto a porcentaje de cambio y tamaño de efecto es posible que este tipo de entrenamiento sea eficaz en jugadores sin experiencia.

Por su parte, los autores Gonzalo-Skok et al. (2017) mencionan las ventajas del entrenamiento bilateral. Estas son la facilidad de ejecución, sobre todo en sujetos con poca experiencia en entrenamiento de la fuerza, y la economía del tiempo. No obstante, el entrenamiento unilateral puede detectar asimetrías de ambos MMII. El mencionado entrenamiento favorece a disminuir la asimetría a diferencia del bilateral en basquetbolistas juveniles, previniendo así el riesgo de lesión. Sin embargo, Ramírez-Campillo et al. (2018) no presentan resultados similares, por ello no fue posible correlacionar el entrenamiento unilateral con la disminución de asimetrías de los MMII.

El estudio presentó varias limitaciones. En primera instancia, la muestra fue heterogénea. Existía mucha diferencia en el desarrollo de la fuerza y el aprendizaje de los ejercicios seleccionados por motivos de edades, lo que incidió en la asignación de los grupos. Así mismo, las instalaciones no permitieron un desarrollo favorable por la falta de materiales y discos para ser más minuciosos a la hora del control de cargas, lo que llevó a asignar a los sujetos sub 14 al grupo bilateral. Por último, es muy probable que el número tan bajo de sujetos afectara a los resultados estadísticos. Es probable que la no significancia estadística sea por este motivo, ya que el tamaño de efecto y porcentaje de cambio son altos.

7. CONCLUSIONES

El entrenamiento de la fuerza en MMII en goleros juveniles de élite con y sin experiencia en el entrenamiento sistemático de fuerza, durante 8 semanas de entrenamiento de sobrecarga utilizando la sentadilla y su variable no mejora el CMJ ni los CODs. No obstante, se ve una tendencia a que los entrenamientos unilateral y bilateral tuvieron un efecto positivo.

Posiblemente el bajo número de las muestras haya estado implicado en la falta de significancia estadística.

Por otro lado, a diferencia de lo que los autores aseveran, de que el entrenamiento unilateral se transfiere mejor a los gestos unilaterales, como los cambios de dirección, argumentando que hay mayor similitud del gesto en comparación con el entrenamiento bilateral, el presente estudio no muestra que un tratamiento sea superior al otro.

Se sugiere un mayor número de investigaciones con esta población (goleros) y que las mismas contengan un mayor número de participantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Appleby, B. B., Cormack, S. J., & Newton, R. U. (2020). Unilateral and bilateral lower-body resistance training does not transfer equally to sprint and change of direction performance. *Journal of strength and conditioning research*, 34(1), 54–64.
- Balsalobre-Fernández, C., Hovannes, A., Morin, J.B. (2017) The validity and reliability of an Iphone app measuring running mechanics. *National Library of Medicine*.
Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27918692/>
- Beltrán, J., Duglio Urreta, M. (2020). Análisis de los perfiles de fuerza-velocidad y potencia-velocidad en jugadores profesionales de fútbol (Tesis de grado). IUACJ, Montevideo.
- Bompa, T.O. (2004) *Entrenamiento de la potencia aplicado a los deportes. La pliometría para el desarrollo de la máxima potencia*. Barcelona, España. Editorial INDE.
- Bosco, C. (2000). *La fuerza muscular: aspectos metodológicos*. Barcelona, España. Editorial INDE
- Bradley, P.S., Di Mascio, M, Peart, D., Olsen, P., Sheldon, B. (2010) High-Intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2343 - 2351.
- Castelo, J. (1999). *Fútbol. Estructura y dinámica del juego*. Barcelona, España. Editorial INDE
- Caycho, T., Ventura-León, J., & Castillo-Blanco, R. (2016). Magnitud del efecto para la diferencia de dos grupos en ciencias de la salud. *Anales Del Sistema Sanitario De Navarra*, 39(3), 459–461.
- Fisher, J. & Wallin, M. (2014). Unilateral versus bilateral lower-body resistance and plyometric training for change of direction speed. *Journal of Athletic Enhancement*, 3(6).
- García, R. (2007). Fuerza, su clasificación y pruebas de valoración. *Revista de la Facultad de Educación, Universidad de Murcia*, 2-10.

- Gonzalo-Skok, O., Trous-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.
- González-Badillo, J., Gorostiaga, E. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza: Aplicación al alto rendimiento deportivo*. Barcelona, España. Editorial INDE
- González-Badillo, J.J., Ribas, J. (2002) *Bases de la programación del entrenamiento de la fuerza*. Barcelona, España. Editorial INDE
- González-Badillo, J.J., Sanchez, L., Pareja, F., Rodriguez, D. (2017) *La velocidad de ejecución como referencia para la programación, control y evaluación del entrenamiento de la fuerza*. Murcia, España. Editorial Ergotech.
- González-Badillo, J.J., Yañez, J. M., Mora, R., Rodriguez, D. (2017) Velocity loss as a variable for monitoring resistance exercise. *Int. J. Sports Med*.
- Haro Yépez, E. P., y Cerón Ramírez, J. C. (2019). La pliometría y su incidencia en la velocidad y velocidad-fuerza en jugadoras de fútbol. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 38(2), 182-194.
- Hutchins, K. (1992) *Super Slow*. Florida, EE.UU. Editorial Media Support.
- Izquierdo M., González-Badillo J. J., Ibáñez J., Alonso A., y Gorostiaga E. M. (2006). Entrenamiento de fuerza: adaptaciones neuromusculares y hormonales. En: López Chicharro J. L. Y Vaquero A. D. (eds.). *Fisiología del ejercicio. Médica Panamericana*.
- Loturco, I; Pereira, L., Kobal, R., Maldonado, T., Piazzzi, A.F., Bottino, A., Kitamura, K., Cal Abad, C.C., de Arruda, M., Nakamura, F.Y. (2016) Improving sprint performance in soccer: Effectiveness of Jump Squat and Olympic Push Press exercises. *Plos One*.
- Loturco, I.; Pereira, L.; Moraes, J.E.; Kitamura, K.; Cal Abad, C.C.; Kobal, R.; Nakamura, F.Y. (2017) Ejercicios de sentadilla con salto y media sentadilla: Influencias

- selectivas sobre el rendimiento de velocidad-potencia de jugadores de rugby seven de élite. *Revista de entrenamiento deportivo*. 31(3)
- Maly, T., Zahalka, F., & Mala, L. (2016). Asimetría de fuerzas unilateral e ipsilateral en jugadores de fútbol de elite juveniles con respecto al grupo muscular ya la dominancia de miembros. *International Journal of Morphology*, 34(4), 1339-1344.
- Márquez, G. T. (2020). Análisis electromiográfico de la coactivación de cuádriceps e isquiotibiales en jugadores de fútbol (Tesis doctoral). Facultad de Ciencias de la Actividad Física, Universidad Politécnica de Madrid.
- Negra, Y., Chaabéne, H. et al (2016) Effectiveness and time-course adaptation of resistance training vs plyometric training in prepubertal soccer players. *Journal of Sport and Health Science*. 9(6), 620-627.
- Ojeda Antón, G., & Falcón Miguel, D. (2021) Efectos de un programa de entrenamiento de fuerza sobre la fuerza explosiva del tren inferior, sprints lineales, cambios de dirección y el porcentaje de grasa corporal en futbolistas juveniles (Tesis de grado). Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- Pérez, S., Dominguez, R., Rodríguez, A., López, S., Sánchez, A. (2009) Estudio de las acciones técnicas del portero de futbol profesional a lo largo de una temporada: Implicaciones para el entrenamiento. *Revista EmásF*. (42) 22-37.
- Ramírez-Campillo, R., Sanchez-Sanchez, J., Gonzalo-Skok, O., Rodríguez-Fernandez, A., Carretero, M., & Nakamura, F. Y. (2018). Specific changes in young soccer player's fitness after traditional bilateral vs. unilateral combined strength and plyometric training. *Frontiers in physiology*, 9, 265. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00265>
- Ramírez, E. S., Malavés, R. A., & Ródenas, J. G. (2019). Aplicación de un programa para la mejora de la manifestación de fuerza unilateral y bilateral en jóvenes futbolistas. *Revista Internacional de Deportes Colectivos*, (39), 5-15.
- Raya, J., Sánchez, J. (2018) Métodos de entrenamiento de la fuerza para la mejora de las acciones en el fútbol. *Apunts. Educación Física y Deportes*. (132) 72-93.

- 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.
- Rodríguez-Rosell, D. (2017) La velocidad de ejecución como variable para el control y la dosificación del entrenamiento y como factor determinante de las adaptaciones producidas por el entrenamiento de fuerza. (Tesis doctoral). Facultad del Deporte, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España.
- Salazar, J.D. (2018) Entrenamiento de potencia para miembros inferiores y su relación con la velocidad lineal y velocidad con cambios de dirección en jugadores de fútbol base sub 15 y sub 16 (Trabajo de grado). *Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Bogotá D.C.*
- Sánchez-Medina, L., & González-Badillo, J. J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine and science in sports and exercise*. 43(9) 1725-1734.
- Santiago, A., Granados, C., Quintela, K., Yanci, J. (2015). Diferencias entre jugadores de fútbol de distintas edades en la capacidad de aceleración, cambio de dirección y salto. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 10(29), 135-143
- Sanz, E. (2015) Efectos de un programa de entrenamiento de fuerza unilateral o bilateral sobre el rendimiento en gestos de fuerza velocidad y la asimetría bilateral en jóvenes futbolistas (Tesis de grado). Facultat de Ciències de l'Activitat Física i l'Esport, Valencia.
- Stern, D., Gonzalo-Skok, O., Loturco, I., Turner, A., & Bishop, C. (2020). A comparison of bilateral vs. unilateral-biased strength and power training interventions on measures of physical performance in elite youth soccer players. *Journal of strength and conditioning research*, 34(8), 2105–2111.
- Tagliaferri, H. (2019). Fuerza general y específica en el fútbol. Recuperado de: <https://www.academia.edu>

Tober, J., Tober, D., Lauder, M., McInnis, D., McInnis, T. (2021) Reliability and validity of the MetricVBT application (v0.3). Internal study.

Verhoshansky, Y., Siff, M.C. (2000) *Superentrenamiento*. Editorial Paidotribo.

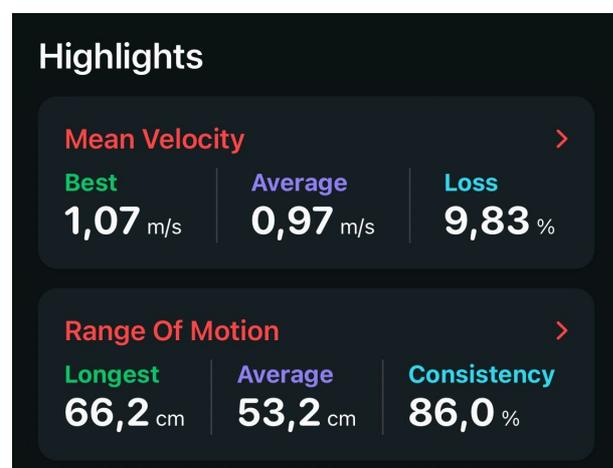
Westcott, W.L., Winett, R.A., Anderson, E.S., Wojcik, J.R., Cleggett, E., Glover, S. (2001). Effects of regular and slow speed resistance training on muscle strength. *J Sports Med Phys Fitness*. 41(2) 154-158

Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., Hoff, J. (2003) Strong correlation of maxima squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*. 38(3), 285-8.

ANEXO 1



Sujeto ejecutando el ejercicio: Sentadilla con barra hexagonal



Análisis de la serie ejecutada

ANEXO 2

TURNO MATUTINO						
5-Set			3-Oct			
PROGRESO	PRE		POST			
NOMBRE	CARGA	VMP	CARGA (KG)	VMP m/s	GRUPO	
Santiago Cantos	70 (6r)	0.92	75 (6r)	0.92	BIPODAL	
Mateo Stefan	80 (7r)	0.9	83 (6r)	0.91	BIPODAL	
5-Set			3-Oct			
PROGRESO	PRE		POST			
NOMBRE	CARGA (KG)	VMP - D	VMP - I	CARGA	VMP - D	VMP - I
Luciano Perdomo	23 (8r)	0,95	0,96	28 (6r)	0.91	0.9

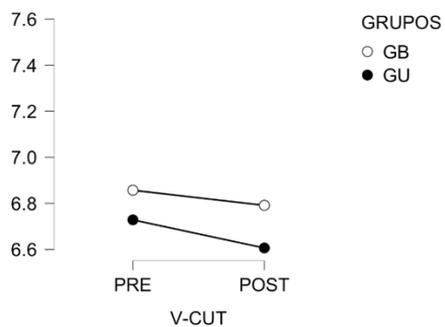
Control de la carga del turno matutino

TURNO VESPERTINO										
PRE		POST								
PROGRESO	CARGA	VMP	CARGA (KG)	VMP m/s	GRUPO					
Gianfranco Fazzio	63 (6r)	0.94	68 (6r)	0.96	BIPODAL					
Lucas Silvera	63 (6r)	0.97	65 (6r)	0.97	BIPODAL					
Facundo Pastorino	43 (6r)	1.04	48 (6r)	1.05	BIPODAL					
Renzo Rodríguez	33 (6r)	1.02	35 (6r)	1.09	BIPODAL					
6-Set			4-Oct							
PROGRESO	PRE		POST							
NOMBRE	CARGA (KG)	VMP - D	VMP - I	CARGA (KG)	VMP - D	VMP - I	CARGA (KG)	VMP - D	VMP - I	GRUPO
Exequiel Monzón	25 (6r)	0.93	0.92	28 (6r)	0.87	0.85	25 (6r)	0.98	0.96	UNIPODAL
Giuliano Maneiro	25 (6r)	0.91	0.91	28 (6r)	0.85	0.86	25 (6r)	0.96	0.97	UNIPODAL

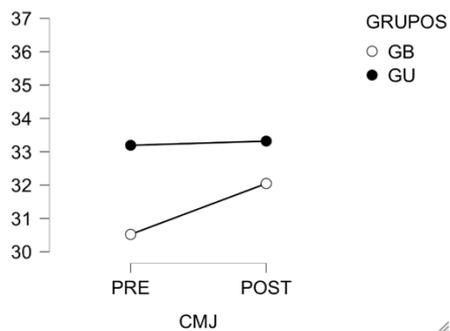
Control de la carga del turno vespertino

ANEXO 3

Test V-CUT. Tendencia a la mejora en ambos grupos.



Test CMJ. Tendencia a la mejora en ambos grupos.



Firma tutor: