Efectos del método de contraste de trío complejo en la altura del salto vertical en voleibolistas de nivel competitivo

Mateo Jaramillo Hernández
Sergio Andrés Zapata Quintero

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

Tutor
Sebastián Lugo Márquez Magíster (MSc) en Ciencias del deporte y la actividad física con énfasis en entrenamiento deportivo.

Universidad de Antioquia
Instituto Universitario de Educación Física y Deporte
Entrenamiento Deportivo
Medellín, Antioquia, Colombia
2023

Cita	(Jaramillo, M & Zapata S. A., 2023)
Referencia Estilo APA 7 (2020)	Jaramillo Hernández. M., & Zapata Quintero, S. A. (2023). Efectos del método de contraste de trío complejo en la altura del salto vertical en voleibolistas de nivel competitivo, 2017 - 2023 [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

creative commons BY NC SA

UNIVERSID DE ANTIOQ
Vicerrectoría de Docenc

Sistema de Bibli

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.

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, gracias por enseñarnos a afrontar las dificultades, acompañarnos y apoyarnos incondicionalmente en cada paso del camino con el que finalmente culmina nuestra formación como profesionales.

Agradecimientos

Le agradecemos muy profundamente a nuestro tutor, Sebastián Lugo Márquez, por su dedicación y paciencia. Sin sus palabras de aliento y correcciones precisas no hubiésemos podido llegar a esta instancia tan anhelada. Gracias por sus orientaciones y todos sus consejos, los tendremos siempre presentes para desempeñar nuestra labor profesional.

Al profesor Hernán Alonso Osorio Estrada, quien además de compartir su conocimiento y experiencia, nos confió a sus deportistas para la realización de este trabajo.

También a todos los docentes que han hecho parte de nuestro proceso formativo, les queremos agradecer por transmitirnos los conocimientos necesarios y contribuir a nuestra formación como profesionales íntegros.

Agradecerles a todos nuestros compañeros, los cuales se han convertido en nuestros amigos. Gracias por las horas compartidas, los trabajos realizados en conjunto y las historias vividas. Muchas gracias por su apoyo y constancia.

Por último, y no menos importante, agradecer a la Universidad de Antioquia y al Instituto Universitario de Educación Física, que nos han exigido tanto, pero al mismo tiempo nos han permitido obtener tan ansiado título. Agradecemos a cada directivo por su trabajo y por su gestión, sin lo cual no estarían las bases ni las condiciones para formarnos como profesionales competentes.

EFECTOS DEL MÉTODO DE CONTRASTE DE TRÍO COMPLEJO EN LA ALTURA DEL SALTO... 4

Tabla de contenido

Contenido

Resumen 6
Abstract 7
Introducción 8
Materiales y Métodos 14
Muestra 14
Protocolo de entrenamiento 14
Protocolo de intervención 15
Herramientas utilizadas 16
Resultados 17
Discusión 19
Conclusiones 19
Referencias 21

Lista de tablas

Tabla 1 Protocolo de entrenamiento realizado 15
Tabla 2 Resultados prueba T para muestras relacionadas 17
Tabla 3 Resultados prueba T para muestras independientes 18

Lista de figuras

Figura 1 Las tres posiciones clave durante una sentadilla con salto vertical y las tres distancias usadas en las ecuaciones propuestas 9
Figura 2 Secuencia típica de la técnica tradicional (a) y de swing (b) 12
Figura 3 Diferencias en el SV en el pretest y el postest de acuerdo al sexo 18

Resumen

La altura del salto vertical (SV) es uno de los principales indicadores de rendimiento deportivo en el voleibol. Se han sugerido diversos medios y métodos para aumentar la altura del SV. Este estudio evaluó los efectos del método de contraste de trío complejo sobre la altura del SV en voleibolistas de nivel competitivo. Once hombres ($n = 11$; edad[años]: 23.6 ± 6.6; peso corporal[kg]: 83.4 ± 14.1) y 10 mujeres ($n = 10$, edad[años]: 25.0 ± 6.2 años; peso corporal[kg]:66.4 ± 9.3) participaron en esta investigación. El entrenamiento se realizó 3 veces por semana durante 6 semanas. Los ejercicios y la carga empleados para el método de contraste de trío complejo fueron: sentadilla profunda, 4 series / 3-6 repeticiones con el 80% de la repetición máxima (RM); cargada colgante de potencia, 4 series / 3-6 repeticiones con el 70% de la RM; salto Abalakov, 4 series / 6-8 repeticiones con el peso corporal. Sin descanso entre ejercicios y con 3 min de descanso entre cada serie de contraste. Se observaron cambios estadísticamente significativos ($p < 0.01$) en la altura del SV tanto para los hombres como para las mujeres. Se obtuvo un porcentaje de mejora de 7.4% para los hombres y de 13.1% para las mujeres en la altura del SV. Los resultados sugieren que el uso del método de contraste de trío complejo podría ser suficiente para mejorar la altura del SV en voleibolistas de nivel competitivo.

Palabras clave: voleibol, método de contraste, salto vertical, trío complejo

Abstract

Vertical jump (VS) height is one of the main indicators of sport performance in volleyball. Several exercises and methods have been suggested to increase SV height. This study evaluated the effects of contrast triad method on SV height in competitive level volleyball players. Eleven males (n=11; age[years]: 23.6 ± 6.6; body weight[kg]: 83.4 ± 14.1) and 10 females (n=10, age[years]: 25.0 ± 6.2 years; body weight[kg]:66.4 ± 9.3) participated in this investigation. Training was performed 3 times per week for 6 weeks. The exercises and load used for the contrast triad method were: deep squat, 4 sets / 3-6 repetitions with 80% of repetition maximum (RM); hang power clean, 4 sets / 3-6 repetitions with 70% of RM; Abalakov jump, 4 sets / 6-8 repetitions with body weight. Without rest between exercises and with 3 min rest between each contrast series. There was a statistically significant change ($p < 0.01$) in SV height for both men and women. A percentage improvement of 7.4% for men and 13.1% for women in SV height was obtained. The results suggest that the use of the contrast triad method could be sufficient to improve SV height in competitive level volleyball players.

*Keywords***:** volleyball, contrast method, vertical jump, contrast triad

Introducción

El voleibol es un deporte que tuvo sus inicios en Estados Unidos a finales del siglo XIX y que se ha extendido por todo el mundo, convirtiéndose en uno de los deportes de equipo más populares y competitivos a nivel internacional. Su inclusión en los Juegos Olímpicos de Tokio en 1964 ha contribuido significativamente a su crecimiento y desarrollo ya que se volvió más popular y accesible (Real Federación Española de Voleibol, s. f.).

El voleibol es un deporte de dos equipos que compiten para lograr que una pelota toque el suelo en el campo contrario. Las reglas básicas incluyen seis jugadores por equipo, una cancha dividida por una red, y el objetivo deportivo es sumar puntos. Cada equipo tiene tres toques para pasar la pelota al otro lado y gana un punto cuando el balón toca el piso de la cancha contraria. El primer equipo en llegar a 25 puntos (generalmente) con una ventaja de al menos 2 puntos gana el set, y se juega al mejor de cinco sets. Se utilizan saques, bloqueos y golpe de ataque, antebrazo y voleo para ganar puntos y evitar faltas. (*Reglas oficiales de voleibol*, 2016; *Voleibol: historia olímpica, reglas, novedades y próximos eventos del deporte de París 2024*, s. f.).

El voleibol es un deporte caracterizado por la alternancia de períodos frecuentes de ejercicio de alta intensidad con momentos de actividad de baja intensidad o recuperación. En este deporte, los jugadores realizan acciones acíclicas que demandan una gran capacidad de reacción y una ejecución rápida. Durante dichos períodos de alta intensidad se ejecutan movimientos cortos y explosivos, como el salto vertical (SV), para llevar a cabo acciones defensivas, como bloqueos, u ofensivas, como ataques y saques. (Rodríguez et al., 2017; Sattler et al., 2015; Sheppard et al., 2008). El SV es ejecutado con frecuencia a lo largo de los partidos de voleibol (Esper et al., 2013) en los cuales las acciones de ataque y bloqueo representan el 80% de los puntos anotados en competiciones internacionales y los hombres de élite pueden realizar entre 250 y 300 de estos movimientos durante un partido de 5 sets (Stanganelli et al., 2008). Por otro lado, las mujeres pueden ejecutar 78 saltos por set y 390 saltos en un partido de 5 sets (Esper, 2003). De este modo, el SV es una acción multiarticular que requiere fuerza y potencia y es de las más relevantes en un partido de voleibol (Sáez de Villarreal, 2004). Es por eso que la potencia del tren inferior es una de

las características más importantes en el voleibol ya que influye sobre el rendimiento en el SV (Sheppard et al., 2008).

El SV es probablemente el protocolo de test de potencia más relevante para el jugador de vóleibol porque es una habilidad crucial del deporte (Lidor & Ziv, 2013). En 1983, Carmelo Bosco y colaboradores idearon una prueba sencilla para medir la potencia mecánica durante una serie de saltos de rebote vertical, y tras varias intervenciones, se confirmó su alta confiabilidad (r = 0,95) para evaluar la producción de potencia de los músculos extensores de las piernas durante el movimiento natural. Así se dispone de una herramienta adicional para valorar las características individuales y seleccionar la cualidad específica de cada atleta o persona. Esta prueba requiere una plataforma en donde se efectuarán los mismos y se contará con un dispositivo que envíe las señales necesarias por el puerto de la computadora, la cual mediante un software calcula los distintos datos que se desean conocer: la altura promedio, el número de saltos, la mayor, la menor altura y la potencia desarrollada (González Lorenzo & Garrido Chamorro, 2004). Este test consiste principalmente en seis saltos: squat jump, countermovement jump, squat jump con carga, Abalakov, drop jump, Saltos durante 15 segundos. De los cuales en la presente investigación se usó solamente el Abalakov debido a su especificidad con el deporte.

Cuando se aplica esta prueba para evaluar la potencia muscular del tren inferior, es común que la altura del SV sea reportada como resultado de la evaluación. La altura del SV puede ser considerada como un indicador de potencia muscular (Markovic et al., 2007). Además, existe una relación física entre la altura del SV y la potencia, que se evidencia mediante la siguiente ecuación (Samozino et al., 2008):

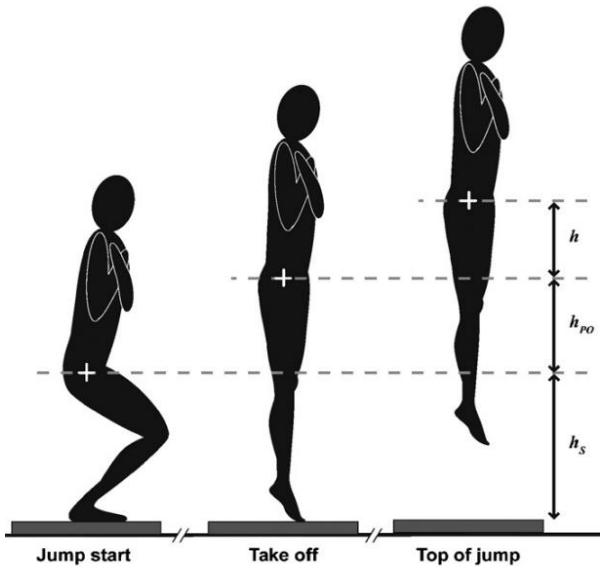
$$\underline{P} = mg(\frac{h}{h_{po}} + 1)\sqrt{\frac{gh}{2}}$$

Donde $\underline{P}$ es la potencia vertical media medida en watts [w], m es la masa corporal medida en kilogramos [kg], g es la aceleración gravitacional [9.81 ms^{-1}], h es la altura del salto correspondiente a la distancia vertical cubierta por el centro de masa durante la fase aérea medida en metros [m] y h_{po} es la distancia de empuje vertical medida en metros [m] (*Figura 1*). Así, al

analizar el papel de las variables de altura en la ecuación y en la figura, es evidente que es posible reportar la altura como un indicador indirecto de potencia.

Figura 1

Las tres posiciones clave durante una sentadilla con salto vertical y las tres distancias usadas en las ecuaciones propuestas



Nota: Samozino, P (2008), Las tres posiciones clave durante una sentadilla con salto vertical y las tres distancias usadas en las ecuaciones propuestas. DOI: 10.1016/J.JBIOMECH.2008.07.028. Se pueden apreciar las diferentes alturas del centro de masa asociadas a cada una de las fases del salto.

Dada la relevancia de la potencia y del SV en el voleibol, existen diferentes métodos y medios para mejorar el rendimiento de los deportistas en dicho gesto. Así, en la búsqueda de literatura se encontraron diferentes métodos de entrenamiento y, en particular, uno de los más recurrentes es el método de contraste.

Los primeros precursores del método de contrastes son Miguel Angel Spassov e Ivan Abadjiev, nacidos en Bulgaria, por eso tradicionalmente se le ha conocido como método búlgaro

(Tous, 1999). La principal característica de este método es el contraste entre cargas pesadas y ligeras.

El método búlgaro consiste en alternar en la misma sesión series con cargas pesadas, en torno al 90% de una repetición máxima (1RM), y ligeras, 40-50% de 1RM, realizando los movimientos a máxima velocidad (Cometti, 1998). Por otro lado, en 1966, Yuri Verkhoshansky recomendó la combinación de sentadillas y saltos como método para el desarrollo de fuerza explosiva (Verkhoshansky, 1966). Verkhoshansky denominó esta combinación como el método complejo donde se realizó una serie de ejercicios en sucesión, uno con grandes cargas y otro con cargas más pequeñas movidas a gran velocidad, con el objetivo de mejorar la potencia y la velocidad (Fleck & Kontor, 1986). En ocasiones, debido a la similitud de estos métodos, los términos método de contraste y método complejo se emplean indistintamente por los investigadores (Santos Garcia, 2007).

En la literatura, se ha observado que a lo largo del tiempo varios autores continúan definiendo el método complejo como la alternancia de entrenamiento con cargas moderadas a altas usando diferentes materiales y medios. Una combinación apropiada para el método complejo puede ser ejercicios de pliometría, entrenamiento de sprint o entrenamiento específico del deporte en la misma sesión de trabajo (Chu, 1998). Del mismo modo, se considera como entrenamiento complejo la combinación de ejercicios olímpicos de halterofilia y pliometría (Ebben & Watts, 1998). Aunque normalmente se encadenan dos ejercicios, también es factible realizar un encadenamiento de tres ejercicios. Cuando se emplea la alternancia de dos ejercicios, se denomina "par complejo", mientras que, si se realiza con tres ejercicios, se conoce como "trío complejo" (Blackard & Ebben, 1997).

Chu (1998) propone un modelo de periodización en el cual el trabajo de peso se debe realizar con pocas repeticiones y con cargas moderadas a pesadas en el método de contraste. Por otra parte, el volumen de los ejercicios pliométricos debe ser reducido, de tal manera que no disminuya el rendimiento a causa de la fatiga. Se ha indicado la necesidad de trabajar a una alta intensidad tanto en el entrenamiento de peso como en el pliométrico. Con los ejercicios con cargas externas se recomienda un volumen de 2 a 5 series y de 2 a 10 repeticiones. Con el entrenamiento pliométrico se recomienda de 5 a 15 repeticiones. Los descansos entre series que Chu recomendó abarcan desde los 2 a los 10 min. Mientras que los descansos entre los ejercicios del par o del trío

complejo son de 0 a 30 s. En cuanto a la frecuencia de entrenamiento, se propuso de 1 a 3 veces por semana con 48-96 horas de recuperación si se trabajaron los mismos grupos musculares.

Como se mencionó, la pliometría es uno de los tipos de trabajo que se puede emplear en el método de contraste, definiéndose como un método de entrenamiento de la fuerza explosiva que utiliza el almacenamiento de energía en los músculos durante la fase excéntrica para potenciar la fase concéntrica del movimiento (Prieto-Barriga, 2021). Este método ha demostrado ser altamente efectivo para mejorar la altura del SV en hombres y mujeres voleibolistas de diferentes edades (Gjinovci et al., 2017; Harmandeep et al., 2015; Pueo et al., 2020; Ramirez-Campillo et al., 2020; Silva et al., 2019).

Existen varios gestos a los cuales se puede aplicar el método pliométrico. Uno de ellos es el salto Abalakov, el cual, según Lago Peñas (2011), se utiliza como medio para evaluar la fuerza explosiva. Para ejecutarlo, el atleta se coloca de pie con el peso distribuido uniformemente en ambos pies. Cuando el atleta esté listo, realiza una sentadilla hasta que las rodillas estén flexionadas a 90°, al mismo tiempo que balancea los brazos hacia atrás. Sin pausa, los brazos se balancean hacia adelante y el atleta salta tan alto como pueda, aterrizando con ambos pies al mismo tiempo.

El salto Abalakov es un medio idóneo para trabajar con el método pliométrico ya que permite lograr una mayor altura y es específico para múltiples gestos del voleibol, como se evidencia en el estudio realizado por Ficklin et al., (2014), en el que se ejecutó la técnica tradicional y la técnica con swing en un bloqueo. Ambas técnicas requieren un juego de pies similar llamado aproximación. En la técnica tradicional, el jugador realiza la aproximación con las manos en posición neutral frente a los hombros (*Figura 2a*). En la técnica de swing, la aproximación es realizada mientras se permite que los brazos se balanceen, de forma similar a la aproximación usada por un atacante en el gesto de bloqueo (*Figura 2b*) y se encontró que la técnica de swing permite lograr una mayor altura en el salto.

Figura 2
Secuencia típica de la técnica tradicional (a) y de swing (b)



Nota: Ficklin, T., Lund, R., & Schipper, M. (2014). Secuencia típica de la técnicas tradicional (a) y de swing (b). PMID: 24570609. Se observan cada una de las técnicas descritas usadas para el bloqueo.

Por otro lado, además de los ejercicios pliométricos, en el método de contraste también son usados los levantamientos olímpicos, entendidos como el snatch, el clean and jerk y sus variantes, es decir, las variaciones de éstos que también requieren triple extensión de las articulaciones del tobillo, rodilla y cadera, pero que eliminan partes de los movimientos completos (Roberts & Debeliso, 2018). Los levantamientos olímpicos también han demostrado ser efectivos como el entrenamiento pliométrico para la mejora del SV (Ayers et al., 2016; Berton et al., 2018; Hackett et al., 2016; Morris et al., 2022). Entre dichas variantes, se encuentra la cargada colgante de potencia, la cual es una variante del power clean en la que el sujeto inicia de pie sosteniendo la barra por delante del cuerpo con sus manos, desciende hasta que la barra llegue justo sobre la rodilla y explosivamente mueve la barra hacia arriba para atraparla a la altura de los hombros (Townsend et al., 2019).

De forma similar, uno de los ejercicios más usados en la preparación física en el voleibol para la mejora del salto vertical, es la sentadilla, ya que es un ejercicio fundamental para trabajar la parte inferior del cuerpo logrando el desarrollo de la fuerza o el fortalecimiento muscular, siendo un ejercicio básico en el deporte y en la actividad física (Cardona & Avella, 2015). La técnica de la sentadilla profunda inicia con una posición vertical del cuerpo, luego se flexionan las rodillas y la cadera hasta que el ángulo entre el muslo y la pierna es menor a 90º, para posteriormente extender dichas articulaciones hasta quedar completamente erguido (Lucio, 2016; Carballo, 2022).

Por otra parte, en la mayoría de los estudios revisados por Santos Garcia, (2007) se concluyó que los programas combinados producen mayores ganancias de fuerza y potencia que otros programas no combinados. Asimismo, este método ha demostrado brindar resultados beneficiosos para mejorar el rendimiento en el SV (Berriel et al., 2022; Mesfar et al., 2022; Pagaduan et al., 2019).

La capacidad de SV es fundamental para el éxito en el voleibol, siendo los voleibolistas con mejor desempeño los que tienen valores de SV más altos. Esto debido a que una mayor capacidad de SV influye en el ataque, obteniendo una gran altura para golpear sobre el bloqueo/ángulo de ataque superior, y también en la defensa, obteniendo una posición de bloqueo más alta (Sheppard et al., 2008; Ziv & Lidor, 2010). Por ello es importante desarrollar la fuerza y las cualidades de potencia de las extremidades inferiores en los jugadores de voleibol para potenciar su rendimiento (Sattler et al., 2015).

Dada la importancia del SV en el rendimiento en el voleibol y que el método de contrastes tiene evidencia de que mejora el SV, el objetivo de esta investigación fue: evaluar los efectos del método de contraste de trío complejo sobre la altura del SV en voleibolistas de nivel competitivo. Finalmente, los hallazgos resultantes de este estudio podrían resultar de gran importancia para la preparación física en los voleibolistas de Antioquia de nivel competitivo.

Materiales y Métodos

En este apartado, se describen detalladamente la muestra, el protocolo de entrenamiento, el protocolo de test realizados, las herramientas utilizadas y la estadística utilizada para el análisis de los datos, con el fin de garantizar la reproducibilidad y la validez de los resultados obtenidos.

Muestra

En esta investigación participaron 11 hombres ($n = 11$; edad[años]: 23.6 ± 6.6; peso corporal[kg]: 83.4 ± 14.1) y 10 mujeres ($n = 10$, edad[años]: 25.0 ± 6.2 años; peso corporal[kg]:66.4 ± 9.3), jugadores de voleibol, pertenecientes a la selección Antioquia y al equipo representativo del Politécnico Jaime Isaza Cadavid, respectivamente. Los deportistas no

mostraron ningún tipo de lesión o limitación músculo-esquelética que pudiera afectar los test. Todos los jugadores y jugadoras fueron informados sobre los objetivos y factores de riesgo de este estudio, y estuvieron de acuerdo en participar en él, después de explicar la intervención.

Protocolo de entrenamiento

Cada sesión inició con un calentamiento general, seguido de uno específico para el cuerpo entero. Donde se realizó actividad aeróbica de baja intensidad para elevar tanto la temperatura como el ritmo cardiaco. Posteriormente, se ejecutó un trabajo de movilidad para hombro, cadera y tobillo, finalizando con series de aproximación empleando los ejercicios del trío complejo. Luego se procedió a realizar la serie de contraste empezando con la sentadilla, luego la cargada colgante y por último el salto Abalacov.

- **Sentadilla profunda:** la serie del contraste inicia con este ejercicio. El rango es de 3 a 6 repeticiones. En cuanto a la intensidad, se emplea la propuesta de la revisión sistemática y metaanálisis de Melanie Lesinski y colaboradores (2016), en la que se sugiere emplear una intensidad del 80-89% del RM para trabajar la fuerza en este ejercicio. Inmediatamente de terminada la sentadilla, sin descanso, se procede con el siguiente ejercicio.
- **Cargada colgante de potencia:** el rango del ejercicio varía entre 3 y 6 repeticiones. Para la intensidad, se emplea la propuesta del metaanálisis de Marco Soriano y colaboradores (2015), en la que se sugiere emplear una intensidad de al menos el 70% del RM para trabajar la potencia en este ejercicio. Inmediatamente terminada la cargada colgante de potencia, sin descanso, se procede con el siguiente ejercicio.
- **Salto Abalakov:** se ejecutan entre 6 y 8 repeticiones con el peso corporal. Con este ejercicio se completa la serie, se descansa 3 min y luego se realiza la siguiente serie. En total se realizan 4 series de contraste.

La intervención se realizó durante 6 semanas en las cuales la carga osciló de la siguiente forma: se realizó 4 series de todos los ejercicios, para la sentadilla y la cargada colgante de potencia las repeticiones oscilaron entre 3 y 6 con una intensidad del 80% y 70% del RM respectivamente,

y finalmente, para el salto Abalakov se ejecutó entre 6 y 8 repeticiones. Es importante mencionar que los tres ejercicios se ejecutaron de forma consecutiva sin descanso y que al finalizar el tercer ejercicio se descansó 3 minutos y luego se realizó la siguiente serie. En total se realizan 4 series de contraste. (*Tabla 1)*.

Tabla 1
Protocolo de entrenamiento realizado

Sem	Sentadilla (SP)	Cargada (CCP)	Salto Abalakov	Observaciones
1	4x4 (80%)	4x5 (70%)	4x8 (SCE)	Se realizaron los tres ejercicios de forma consecutiva sin descanso. Al finalizar el tercer ejercicio se descansa 3 min y luego se realiza la siguiente serie. En total se realizan 4 series de contraste
2	4x5 (80%)	4x4 (70%)	4x7 (SCE)	
3	4x3 (80%)	4x3 (70%)	4x6 (SCE)	
4	4x5 (80%)	4x4 (70%)	4x7 (SCE)	
5	4x6 (80%)	4x5 (70%)	4x8 (SCE)	
6	4x4 (80%)	4x6 (70%)	4x8 (SCE)	

Nota: Sem = Semana, SP = Sentadilla profunda, CCP = Cargada colgante de potencia
% = porcentaje del RM empleado, SCE = Sin carga externa
Dosificación de la carga para cada uno de los ejercicios de la serie de contraste a lo largo de las 6 semanas de intervención

Protocolo de intervención

Inicialmente se realizó una reunión con los deportistas y el entrenador cuyo objetivo fue socializar el proyecto de investigación. A los deportistas se les facilitó el consentimiento y/o asentimiento informado para que lo firmaran. Dado que los participantes tenían experiencia entrenando fuerza, no se realizó sesiones de familiarización y se procedió a realizar los test directamente.

Test implementados

- **Pretest y postest salto Abalakov:** se empleó el protocolo planteado por Rodríguez-Rosell et al. (2017) en el cual se realizaron 3 intentos del salto Abalakov y se registró la media de los tres intentos. Luego de 5 min de recuperación se procedió a ejecutar el test de RM en sentadilla profunda.
- **RM sentadilla profunda:** cada participante realizó repeticiones de sentadilla profunda con una carga del 60% del RM estimado reportado por cada sujeto. Con dicha carga y

empleando un encoder lineal, los sujetos realizaron cinco repeticiones y el software Chronojump Boscosystem versión 2.3.0-63 (2023) calculó el RM de cada uno. Después de una recuperación de 5 min se procedió a ejecutar el test de RM en la cargada colgante de potencia.

- **RM cargada colgante de potencia:** se halló de forma directa utilizando el protocolo establecido por Urquhart et al., (2015): se pidió a cada sujeto reportar el RM estimado en la cargada colgante de potencia. Cada sujeto realizó 5 repeticiones al 60% de su RM reportado, 3 repeticiones al 75%, 2 repeticiones al 85%, 1 repetición al 90% y 1 repetición al 100%. Si el sujeto levanta con éxito el 100% del RM reportado, la carga aumentará aproximadamente un 2%, es decir, el sujeto levantará el 102% (incremento mínimo 2,5 kg). Si el sujeto vuelve a tener éxito, la carga se incrementará en un 2% más hasta que el sujeto no sea capaz de levantar el peso. El RM será el último levantamiento completo realizado. En esta investigación el tiempo de descanso que se aplicó fue de 2 a 5 min dependiendo del % del RM ejecutado, a mayor % del RM, mayor descanso.

Según Sanagua et al., (2005) el efecto retardado del entrenamiento de pliometría se manifiesta en las semanas 2, 4, y 6. En esta investigación se implementó el postest dos semanas después de finalizar las 6 semanas de intervención, el cual tuvo el mismo protocolo para la medición del salto de Abalakov realizado en el pretest.

Las herramientas utilizadas para realizar los test y procesar los datos en la presente investigación fueron:

- Linear Encoder (Chronojump-Boscosystem Association, 2014).
- Plataforma de salto Chronojump Boscosystem 70 x 92 x 5,5 cm (Chronojump-Boscosystem Association, 2014).
- Chronojump Boscosystem v.2.3.0-63 (Chronojump-Boscosystem Association, 2023)
- Microsoft Excel 2019 v.2006-Compilación 13001.20384 (Microsoft Corporation, 2020)
- IBM SPSS Statistics v.25 (IBM Corporation, 2017)

Resultados

Dado que la muestra fue de 21 sujetos se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de las variables edad, peso, altura del salto Abalakov en el pretest (PreABK), altura del salto Abalakov en el postest (PostABK) y cada una de las variables se estudió en la población femenina y masculina. Las variables medidas son normales, específicamente PreABK y PostABK tienen significancia de p = 0.145 y p = 0.539 respectivamente. Al realizar el análisis por sexo, se evidenció que la variable PreABK también se encuentra distribuida de forma normal con una significancia de p = 0.415 para los hombres y p = 0.752 para las mujeres. De igual manera, la variable PostABK también se encuentra distribuida de forma normal con una significancia de p = 0.697 para los hombres y p = 0.796 para las mujeres.

Para toda la muestra ($n = 21$; PreABK[cm]: 40.5 ± 12.1; PostABK[cm]: 44.3 ± 12.0) se realizó una prueba T para muestras relacionadas, en la que se obtuvo una significancia de p < 0,01 (*Tabla 2*). Así, se determinó que el resultado es estadísticamente significativo, es decir, el método de contraste de trío complejo tuvo un efecto positivo sobre la altura del SV en voleibolistas de nivel competitivo, obteniendo una mejora de 9.4% en la altura del SV luego de la intervención.

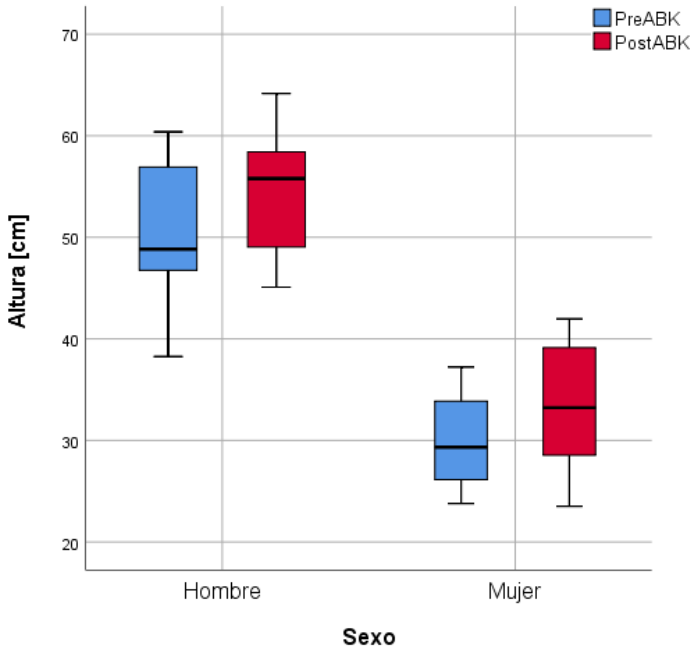
Tabla 2
Resultados prueba T para muestras relacionadas

Variables		p
PreABK PostABK	-	0,000029

p = p-valor (significancia)

Sin embargo, al realizar un análisis de acuerdo al sexo, se pudo observar una diferencia entre los hombres y las mujeres en la altura del salto vertical (*Figura 3*). Debido a la diferencia entre hombres y mujeres se realizó una prueba T para muestras independientes cuya variable de agrupación fue el sexo.

Figura 3
Diferencias en el SV en el pretest y el postest de acuerdo al sexo



Al analizar la muestra diferenciando los hombres ($n = 11$; PreABK[cm]: 50.3 ± 7.5; PostABK[cm]: 54.0 ± 6.2) y las mujeres ($n = 10$; PreABK[cm]: 29.8 ± 4.6; PostABK[cm]: 33.7 ± 6.2) se obtuvo una significancia de $p < 0.01$ en las variables PreABK y PostABK, luego de realizar una prueba T para muestras independientes (Tabla 3). Esto indicó que el resultado es estadísticamente significativo, es decir, el método de contraste de trío complejo tuvo un efecto positivo sobre la altura del SV en voleibolistas de nivel competitivo, obteniendo una mejora en la altura del SV de 7.4% en los hombres y de 13.1% en las mujeres, luego de la intervención.

Tabla 3
Resultados prueba T para muestras independientes

Variables	p
PreABK	0.00000048199
PostABK	0.00000041232

p = p-valor (significancia)

Discusión

El principal resultado de este estudio fue que el entrenamiento de contraste de trío complejo aplicado durante 6 semanas aumentó significativamente ($p < 0.01$) la altura del salto vertical (SV) en hombres y mujeres, en un 7.4% y 13.1%, respectivamente. Estos resultados son similares a los observados en el estudio de Mesfar et al. (2022), en el que el entrenamiento de contraste produjo mejoras de 16.2% en la altura del SV en voleibolistas jóvenes.

Sin embargo, los resultados de la investigación de Berriel et al. (2022) no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el entrenamiento de contraste y el entrenamiento de pliometría, ya que ambos mejoraron la altura del SV en un 8.3% y 7.6%, respectivamente en voleibolistas de élite. Esto sugiere que la inclusión de un estímulo con cargas altas no brindó mejoras adicionales en el rendimiento del SV.

Una de las principales limitaciones del estudio fue que la muestra al final de la investigación fue muy reducida debido a la inasistencia en las sesiones de entrenamiento de fuerza, lo cual es común en el voleibol colombiano por factores como: trabajo, estudio, dificultades familiares torneos de fogueo, competencias, convocatorias a selecciones departamentales y nacionales, entre otros factores.

En el transcurso de la presente investigación, han surgido incertidumbres respecto a la aplicación del método de contraste, las cuales podrían constituir el foco de futuras investigaciones. Un ejemplo de estas interrogantes es la falta de claridad en relación con la duración óptima del método de contraste, así como su dosificación en términos de volumen e intensidad. Es crucial abordar estos aspectos para mejorar la comprensión de la eficacia y los parámetros óptimos de este enfoque en el contexto del entrenamiento deportivo.

Otra cuestión de relevancia que ha emergido es la ausencia de investigaciones que evidencien posibles diferencias entre el método de contraste aplicado de pares complejos y tríos complejos. Este vacío en la literatura resalta la necesidad de llevar a cabo investigaciones adicionales con el fin de discernir posibles variaciones en los resultados y beneficios obtenidos mediante ambos enfoques.

Aunque existe una diferencia en el rendimiento entre hombres y mujeres, el método de contraste de trío complejo mejoró el rendimiento de los sujetos de ambos sexos en el SV. Además de los hallazgos cuantitativos, los jugadores informaron que percibían mejoras en su rendimiento en el salto en semanas posteriores a la intervención. En conclusión, el presente estudio aporta evidencia de la efectividad del entrenamiento de contraste para mejorar el SV, lo cual podría tener implicaciones en el rendimiento de deportes como el voleibol, en los que el SV es una habilidad importante.

Conclusiones

Los resultados de la presente investigación sugieren que el uso del método de contraste de trío complejo podría ser suficiente para mejorar la altura del salto vertical (SV) en voleibolistas de nivel competitivo. Aunque existe una diferencia en el salto entre hombres y mujeres, el método de contraste de trío complejo mejoró el rendimiento de los sujetos de ambos sexos. En los hombres se obtuvo una mejora en el SV del 7.4% y en las mujeres del 13.1%.

Es necesario continuar investigando la combinación óptima de ejercicios, volumen, intensidad y frecuencia que proporcione mejoras significativas en jugadores de voleibol de nivel competitivo.

Referencias

Ayers, J. L., Debeliso, M., Sevene, T. G., & Adams, K. J. (2016). Hang cleans and hang snatches produce similar improvements in female collegiate athletes. Biology of Sport, 33(3), 251-256. https://doi.org/10.5604/20831862.1201814

Blackard, D. O., & Ebben, W. P. (1997). Complex training with combined explosive weight training and plyometric exercises. 7(4).

Esper, A. (2003). Cantidad y tipos de saltos que realizan las jugadoras de voleibol en un partido. Lecturas: Educación física y deportes, ISSN 1514-3465, Nº. 58, 2003.

Real Federación Española de Voleibol. (s. f.). Historia del voleibol. Recuperado 4 de octubre de 2023, de https://www.rfevb.com/historia-del-voleibol

Reglas oficiales de voleibol (p. 86). (2016). Fedaración Internacional de Voleibol. https://www.fivb.org/EN/Refereeing-Rules/documents/FIVB-Volleyball_Rules_2017-2020-SP-v01.pdf

Berriel, G. P., Cardoso, A. S., Costa, R. R., Rosa, R. G., Oliveira, H. B., Kruel, L. F. M., & Peyre-Tartaruga, L. A. (2022). Does Complex Training Enhance Vertical Jump Performance and Muscle Power in Elite Male Volleyball Players? International Journal of Sports Physiology and Performance, 17(4), 586-593. https://doi.org/10.1123/IJSPP.2021-0187

Berton, R., Lixandrão, M. E., Silva, C. M. P. e, & Tricoli, V. (2018). Effects of weightlifting exercise, traditional resistance and plyometric training on countermovement jump performance: A meta-analysis. https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1434746, 36(18), 2038-2044. https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1434746

Carballo, I. R. (2022). Efecto del flossing sobre la dorsiflexión de tobillo durante la ejecución de la sentadilla profunda. Universidade Coruña.

Cardona, F. L. R., & Avella, E. R. C. (2015). La sentadilla: Un ejercicio fundamental en la actividad física y el deporte. Revista Digital: Actividad Física y Deporte, ISSN 2462-8948, Vol. 1, Nº. 1, 2015 (Ejemplar dedicado a: Revista digital: Actividad Física y Deporte. January-June), 1(1), 9.

Chu, D. (1998). A Jumping into plyometrics (Human Kinetics).

Cometti, G. (1998). Los métodos modernos de musculación (Paidotribo).

Ebben, W. P., & Watts, P. B. (1998). A review of combined weight training and plyometric training modes: complex training. strength and conditioning journal, 20(5). https://doi.org/10.1519/1073-6840(1998)020<0018:AROCWT>2.3.CO;2

Esper, A. (2003). Cantidad y tipos de saltos que realizan las jugadoras de voleibol en un partido. Lecturas: Educación física y deportes, ISSN 1514-3465, Nº. 58, 2003

Esper, A. E. (2013). Estudio de los saltos que realizan los jugadores de vóleibol masculino de un equipo de la Liga Argentina de Clubes [Universidad Nacional de La Plata]. En Congreso Argentino y Latinoamericano de Educación Física y Ciencia. https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.3194/ev.3194.pdf

Ficklin, T., Lund, R., & Schipper, M. (2014). A Comparison of Jump Height, Takeoff Velocities, and Blocking Coverage in the Swing and Traditional Volleyball Blocking Techniques. Journal of Sports Science & Medicine, 13(1), 78.

Fleck, S., & Kontor, K. (1986). Complex training. National Strength and Conditioning Association Journal.

Gjinovci, B., Idrizovic, K., Uljevic, O., & Sekulic, D. (2017). Plyometric Training Improves Sprinting, Jumping and Throwing Capacities of High Level Female Volleyball Players Better Than Skill-Based Conditioning. Journal of Sports Science & Medicine, 16(4), 527-535.

González Lorenzo, M., & Garrido Chamorro, R. P. (2004). Test de Bosco: Evaluación de la potencia anaeróbica de 765 deportistas de alto nivel. Lecturas: Educación física y deportes, 78, 15.

Hackett, D., Davies, T., Soomro, N., & Halaki, M. (2016). Olympic weightlifting training improves vertical jump height in sportspeople: A systematic review with meta-analysis. British Journal of Sports Medicine, 50(14), 865-872. https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2015-094951

Harmandeep, S., Satinder, K., Amita, R., & Anupriya, S. (2015). Effects of Six-Week Plyometrics on Vertical Jumping Ability of Volleyball Players. Research Journal of Physical Education Sciences ISSN, 3(4), 1-4.

Lago-Peñas, C., Casais, L., Dellal, A., Rey, E., & Domínguez, E. (2011). Anthropometric and physiological characteristics of young soccer players according to their playing positions:

Relevance for competition success. Journal of Strength and Conditioning Research, 25(12), 3358-3367. https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E318216305D

Lesinski, M., Prieske, O., & Granacher, U. (2016). Effects and dose–response relationships of resistance training on physical performance in youth athletes: A systematic review and meta-analysis. British Journal of Sports Medicine, 50(13), 781-795. https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2015-095497

Lidor, R., & Ziv, G. (2013). Características físicas y fisiológicas de las jugadoras de voleibol. un trabajo de revisión—national council on strength & fitness. https://www.semanticscholar.org/paper/Caracter%C3%ADsticas-F%C3%ADsicas-y-Fisiol%C3%B3gicas-de-las-de-Un-Lidor-Ziv/a53262abb17f61452c3aa98f15c8739c694dfa03

Lucio, D. C. V. (2016). Técnica de sentadilla y su incidencia en el rendimiento deportivo de la selección femenina de levantamiento de potencia de la federación deportiva de los ríos. universidad técnica de babahoyo.

Markovic, G., & Jaric, S. (2007). Is vertical jump height a body size-independent measure of muscle power? https://doi.org/10.1080/02640410601021713, 25(12), 1355-1363. https://doi.org/10.1080/02640410601021713

Mesfar, A., Hammami, R., Selmi, W., Gaied-Chortane, S., Duncan, M., Bowman, T. G., Nobari, H., & Tillaar, R. van den. (2022). Effects of 8-week in-season contrast strength training program on measures of athletic performance and lower-limb asymmetry in male youth volleyball players. International Journal of Environmental Research and Public Health 2022, Vol. 19, Page 6547, 19(11), 6547. https://doi.org/10.3390/IJERPH19116547

Morris, S. J., Oliver, J. L., Pedley, J. S., Haff, G. G., & Lloyd, R. S. (2022). Comparison of weightlifting, traditional resistance training and plyometrics on strength, power and speed: a systematic review with meta-analysis. Sports Medicine, 52(7), 1533-1554. https://doi.org/10.1007/S40279-021-01627-2/FIGURES/4

Pagaduan, J., Schoenfeld, B. J., & Pojskić, H. (2019). Systematic review and meta-analysis on the effect of contrast training on vertical jump performance. Strength and Conditioning Journal, 41(3), 63-78. https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000442

Prieto-Barriga, W. F. (2021). Influencia del entrenamiento pliométrico en la agilidad, una aproximación teórica. Revista digital: Actividad Física y Deporte, 7(2). https://doi.org/10.31910/RDAFD.V7.N2.2021.1615

Pueo, B., Jimenez-Olmedo, J. M., Lipińska, P., Buśko, K., & Penichet-Tomas, A. (2018). Concurrent validity and reliability of proprietary and open-source jump mat systems for the assessment of vertical jumps in sport sciences. Acta of Bioengineering and Biomechanics, 20(3), 51-57. https://doi.org/10.5277/ABB-01132-2018-02

Pueo, B., Penichet-Tomas, A., & Jimenez-Olmedo, J. M. (2020). Reliability and validity of the Chronojump open-source jump mat system. Biology of Sport, 37(3), 255-259. https://doi.org/10.5114/BIOLSPORT.2020.95636

Ramirez-Campillo, R., Andrade, D. C., Nikolaidis, P. T., Moran, J., Clemente, F. M., Chaabene, H., & Comfort, P. (2020). Effects of plyometric jump training on vertical jump height of volleyball players: a systematic review with meta-analysis of randomized-controlled trial. Journal of Sports Science & Medicine, 19(3), 489.

Roberts, M., & Debeliso, M. (2018). Olympic lifting vs. Traditional lifting methods for North American high school football players. Turkish Journal of Kinesiology, 4(3), 91-100. https://doi.org/10.31459/TURKJKIN.439870

Rodríguez, A. M., Alcaraz, J. M., Calero, B. J. C., Turpin, J. A. P., & Ramón, P. E. A. (2017). La pliometría en el voleibol femenino. Revisión sistemática. Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación, ISSN 1579-1726, Nº. 32 (2º semestre), 2017 (Ejemplar dedicado a: Análisis del rendimiento deportivo), págs. 208-213, 32, 208-213.

Rodríguez-Rosell, D., Mora-Custodio, R., Franco-Márquez, F., Yáñez-García, J. M., & González-Badillo, J. J. (2017). Traditional vs. Sport-specific vertical jump tests: Reliability, validity, and relationship with the legs strength and sprint performance in adult and teen soccer and basketball players. Journal of Strength and Conditioning Research, 31(1), 196-206. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001476

Sáez de Villarreal, E. (2004). Variables determinantes en el salto vertical. Lecturas: Educación física y deportes, 70, 31.

Samozino, P., Morin, J. B., Hintzy, F., & Belli, A. (2008). A simple method for measuring force, velocity and power output during squat jump. Journal of Biomechanics, 41(14), 2940-2945. https://doi.org/10.1016/J.JBIOMECH.2008.07.028

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2014). Metodología de la investigación. En Metodología De La Investigación Social Cuantitativa. McGraw Hill España. https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008

Sanagua, J., Carrizo, M. E., Cristina, A., Coutín, G. A., García, J., Aparicio, F., Moral, F. B. del, Olivera, J., Cappa, D., & Sarmiento, S. (2005). Efecto retardado de un entrenamiento de pliometría en jugadoras de voleibol. Lecturas Educación física y deportes, 81.

Santos Garcia, D. J. (2007). El método de entrenamiento de contrastes: una opción de desarrollo de la fuerza requerida en acciones explosivas. 0. https://publice.info/articulo/el-metodo-de-entrenamiento-de-contrastes-una-opcion-de-desarrollo-de-la-fuerza-requerida-en-acciones-explosivas-870-sa-y57cfb27195e3e

Sattler, T., Hadžic, V., Dervišević, E., & Markovic, G. (2015). Vertical jump performance of professional male and female volleyball players: Effects of playing position and competition level. Journal of Strength and Conditioning Research, 29(6), 1486-1493. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000781

Sheppard, J. M., Cronin, J. B., Gabbett, T. J., Mcguigan, M. R., Etxebarria, N., & Newton, R. U. (2008). Relative importance of strength, power, and anthropometric measures to jump performance of elite volleyball players. Journal of Strength and Conditioning Research, 22(3), 758-765. https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E31816A8440

Silva, A. F., Clemente, F. M., Lima, R., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2019). The effect of plyometric training in volleyball players: a systematic review. International Journal of Environmental Research and Public Health 2019, Vol. 16, Page 2960, 16(16), 2960. https://doi.org/10.3390/IJERPH16162960

Soriano, M. A., Jiménez-Reyes, P., Rhea, M. R., & Marín, P. J. (2015). The optimal load for maximal power production during lower-body resistance exercises: a meta-analysis. Sports Medicine, 45(8), 1191-1205. https://doi.org/10.1007/S40279-015-0341-8/METRICS

Stanganelli, L. C. R., Dourado, A. C., Oncken, P., Mançan, S., & Costa, S. C. D. (2008). Adaptations on jump capacity in Brazilian volleyball players prior to the under-19 world championship. Journal of Strength and Conditioning Research, 22(3), 741-749. https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E31816A5C4C

Tous, J. (1999). Nuevas tendencias en fuerza y musculación. (Ergo).

Townsend, J. R., Bender, D., Vantrease, W. C., Hudy, J., Huet, K., Williamson, C., Bechke, E., Serafini, P. R., & Mangine, G. T. (2019). Isometric midthigh pull performance is associated with athletic performance and sprinting kinetics in division i men and women's basketball players. Journal of strength and conditioning research, 33(10), 2665-2673. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002165

Urquhart, B. G., Moir, G. L., Graham, S. M., & Connaboy, C. (2015). Reliability of 1rm split-squat performance and the efficacy of assessing both bilateral squat and split-squat 1rm in a single session for non-resistance-trained recreationally active men. Journal of Strength and Conditioning Research, 29(7), 1991-1998. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000824

Verkhoshansky, Y. (1966). Speed training for high level athletes. www.verkhoshansky.com

Ziv, G., & Lidor, R. (2010). Vertical jump in female and male volleyball players: A review of observational and experimental studies. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 20(4), 556-567. https://doi.org/10.1111/J.1600-0838.2009.01083.X

Chronojump-Boscosystem Association (2023). Chronojump Boscosystem v.2.3.0-63. https://chronojump.org/es/programa/

Microsoft Corporation (2020). Microsoft Excel 2019 v.2006-Compilación 13001.20384. https://www.microsoft.com/es-co/microsoft-365/excel

IBM Corporation (2017). IBM SPSS Statistics v.25 https://www.ibm.com/es-es/products/spss-statistics

EFECTOS DEL MÉTODO DE CONTRASTE DE TRÍO COMPLEJO EN LA ALTURA DEL SALTO... 30