

Efectos de un programa basado en *hang power clean* sobre la capacidad de salto de un equipo profesional de balonmano femenino

Effects of a program based on hang power clean on the jumping ability of a professional women's handball team

Efeitos de um programa baseado em hang power clean na habilidade de salto de uma equipe profissional feminina de handebol

Ibai Guridi ^{1,2*} , Ander Formoso ^{1,2} , Julen Castellano ¹ 

¹ Universidad del País Vasco, Spain.

² Ammma centro integral de bienestar, Spain.

* Correspondence: ibaiguridi@hotmail.com

DOI: <https://doi.org/10.17398/1885-7019.20.13>

Recibido:10/03/2023; Aceptado: 04/03/2024; Publicado: 01/04/2024

OPEN ACCESS

Sección / Section:
Balonmano / Handball

Editor de Sección / Edited by:
Sebastián Feu
Universidad de Extremadura,
España

Citación / Citation:
Guridi, I., Formoso, A., & Castellano, J. (2024). Efectos del hang power clean en balonmano femenino de élite. *E-balonmano Com*, 20(1), 13-22.

Fuentes de Financiación:
Sin financiación externa.

Agradecimientos:
Al club y jugadoras del Super Amara Bera Bera por su participación desinteresada. Al centro y profesionales de Ammma Donostia por su implicación y por cedernos las instalaciones.

Conflicto de intereses:
Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Resumen

Los preparadores físicos utilizan el entrenamiento con ejercicios olímpicos para la mejora de la generación de potencia de las deportistas, al contar este con un alto potencial para aumentar el ratio de desarrollo de la fuerza, y de esta forma, el rendimiento deportivo. El objetivo del presente estudio fue describir los efectos de una intervención mediante el hang power clean en jugadoras de balonmano de élite. Participaron 15 jugadoras de un mismo equipo, que competían en la primera división española (DHF guerreras Iberdrola) durante la temporada 2021-2022 (edad: 25,2 ±2,4 años, peso: 70,4 ±7,9 kg, altura: 171,2 ±5,3 cm). Las jugadoras fueron evaluadas tanto al principio como al final de la intervención de 6 semanas, en dos tipos de salto vertical: Abalakov y Double contact jump. Los resultados mostraron mejoras significativas del pre- al post- test en la totalidad de las variables analizadas, a excepción de las relacionadas con la velocidad de salida. Esta información parece indicar que un programa corto de entrenamiento en el que se enfatiza el trabajo con hang power clean podría aumentar la capacidad de salto vertical en jugadoras profesionales de balonmano, así como mejorar su stiffness muscular. Los resultados hallados pueden ser extrapolados a otras atletas femeninas en las que los requerimientos de gestión de fuerzas sean similares.

Palabras clave: Fuerza; potencia; salto; pliometría; levantamientos olímpicos.

Abstract

Coaches use olympic exercise training to improve the power generation of athletes, as it has a high potential to increase the ratio of force development, and thus, sports performance. The aim of this study was to describe the effects of an intervention using the hang power clean in elite female handball players. Fifteen players from the same team participated, who competed in the Spanish first division (DHF guerreras Iberdrola) during the 2021-2022 season (age: 25.2 ±2.4 years, weight: 70.4 ±7.9 kg, height: 171.2 ±5.3 cm). The players were evaluated both at the beginning and at the end of the 6-week intervention, in two types of vertical jump: Abalakov and Double contact jump. The results showed significant improvements from pre- to post-test in all the variables analyzed, with the exception of those related to starting speed. This information seems to indicate that a short training program in which hang power clean work is emphasized could increase the vertical jump capacity of professional handball players, as well as improve their muscular stiffness. The results found can be extrapolated to other female athletes in which the force management requirements are similar.

Keywords: Strength; power; jump; plyometrics; Olympic lifts.

Resumo

Os preparadores físicos usam o treinamento de exercícios olímpicos para melhorar a geração de potência dos atletas, pois tem um alto potencial para aumentar a taxa de desenvolvimento de força e, portanto, o desempenho esportivo. O objetivo deste estudo foi descrever os efeitos de uma intervenção usando o hang power clean em jogadoras de handebol feminino de elite. Participaram 15 jogadoras da mesma equipe, que competiram na primeira divisão espanhola (DHF guerreras Iberdrola) durante a temporada 2021-2022 (idade: $25,2 \pm 2,4$ anos, peso: $70,4 \pm 7,9$ kg, altura: $171,2 \pm 5,3$ cm). Os jogadores foram avaliados no início e no final da intervenção de 6 semanas, em dois tipos de salto vertical: Abalakov e Double contact jump. Os resultados mostraram melhorias significativas do pré para o pós-teste em todas as variáveis analisadas, com exceção daquelas relacionadas à velocidade inicial. Esta informação parece indicar que um curto programa de treinamento em que o trabalho de hang power clean é enfatizado poderia aumentar a capacidade de salto vertical de jogadores profissionais de handebol, bem como melhorar sua rigidez muscular. Os resultados encontrados podem ser extrapolados para outras atletas femininas nas quais os requisitos de gerenciamento de força são semelhantes.

Palavras-chave: Força; poder; salto; pliometria; levantamento olímpico.

Introducción

Los preparadores físicos utilizan habitualmente el entrenamiento con sobrecarga para mejorar las capacidades neuromusculares de las deportistas, tales como la fuerza y la potencia (Baker y Nance, 1999; Cormie et al., 2011a; Hackett et al., 2016). Estas mejoras se producen a través de adaptaciones tanto neurales como morfológicas (Aagaard et al., 2002; Ayers et al., 2016; Soto y Bautista, 2022).

A nivel neurológico, las adaptaciones clave incluyen la mejora del impulso neural aferente, el reclutamiento de unidades motoras y la frecuencia de disparo, el ratio de desarrollo de fuerza contráctil (*RDF*) y el incremento del impulso contráctil en cualquier punto de la curva fuerza-tiempo (Aagaard et al., 2002). Estas aplicaciones permiten aumentar la fuerza y la velocidad (y, por lo tanto, la potencia) en la parte inicial de dicha curva, lo que se muestra relevante para las actividades clave del deporte de rendimiento, tales como esprintar, saltar y lanzar.

Desde el punto de vista morfológico, el entrenamiento de fuerza también induce adaptaciones que aumentan la capacidad de generar fuerza y potencia, tales como el aumento del área transversal de las fibras musculares, la hipertrofia preferencial de las fibras tipo II y un cambio en la expresión del subtipo de fibra (p.ej. IIX a IIA) (Cormie et al., 2011a; Cormie et al., 2011b).

Los ejercicios olímpicos son movimientos de una alta demanda de fuerza y velocidad que se utilizan de forma rutinaria en el entrenamiento de las deportistas para la mejora de la generación de potencia (Hori et al., 2008; MacKenzie et al., 2014; Hermassi et al., 2019). Los investigadores han reconocido que existe una cantidad limitada de estudios que respalden la efectividad de estos movimientos, especialmente en atletas femeninas (Ayers et al., 2016; Hoffman et al., 2004). Sin embargo, a pesar de la falta de evidencia científica, los preparadores físicos mantienen una creencia generalizada de que los ejercicios olímpicos y sus variantes (por ejemplo, con salidas colgadas o con carácter unilateral) son altamente efectivos para mejorar el rendimiento deportivo (Scherfenberg y Burns, 2013; Lopes dos Santos, 2019; MacKenzie et al., 2014; McBride et al., 2011). Los entrenadores plantean la hipótesis de que debido a su contribución en los movimientos explosivos de triple flexo-extensión (cadera, rodilla y tobillo), los ejercicios olímpicos cuentan con un alto potencial para aumentar la *RDF* y de esta forma, el rendimiento deportivo de las deportistas (Cormie et al., 2011b; Suchomel et al., 2015; Suchomel et al., 2020).

Las variantes de los levantamientos olímpicos, vienen derivados de los movimientos completos, manteniendo la generación explosiva de triple flexo-extensión. De esta forma, se cree que estos movimientos pueden lograr los mismos objetivos, requiriendo un menor tiempo de aprendizaje (Ayers et al., 2016; Suchomel et al., 2020). De las muchas variantes de los movimientos olímpicos, las posiciones suspendidas o colgadas (a partir de ahora *hang*) se consideran las "posiciones de potencia", debido a la bibliografía científica existente mostrando que la producción de potencia pico y las fuerzas de reacción del suelo más altas ocurren durante la fase del segundo y tercer tirón (desde la mitad del muslo hasta la triple extensión) (Comfort et al., 2011). Por esta razón, muchos autores argumentan que la cargada (a partir de

ahora *clean*) desde posición de *hang* permite al deportista generar un alto ratio de desarrollo de la fuerza (*RDF*) y una alta producción de potencia, sin la necesidad de realizar el levantamiento desde el suelo (Ayers et al., 2016; Duba et al., 2009).

A diferencia de la fase propulsiva, el análisis cinético de la fase del movimiento que comporta la recepción de la barra ha sido menos estudiado en la bibliografía científica (Comfort et al., 2017; Moolyk et al., 2013; Suchomel et al., 2020). Diversos autores optan por la eliminación de la fase de recepción de la barra, alegando que esto disminuye la complejidad del movimiento y permite el uso de cargas más altas que enfatizan en la producción de fuerza (Moolyk et al., 2013). En contraposición, la inclusión de la fase de recepción permite trabajar sobre la capacidad de las deportistas para hacer frente a las demandas mecánicas de la deceleración de la barra. Dicha recepción obliga a una rápida aceptación de una carga externa, lo que puede resultar interesante para aumentar la capacidad de absorción de fuerzas de las deportistas (Moolyk et al., 2013; Suchomel et al., 2015).

A pesar de la creencia popular de la eficacia de este tipo de trabajo, no se ha encontrado ningún estudio que haya realizado una intervención similar en balonmano femenino. Por este motivo, el objetivo del presente estudio sería describir los efectos de una intervención mediante los movimientos olímpicos en jugadoras de balonmano de élite. Los resultados servirían para evaluar los efectos de seis semanas de trabajo con *hang power clean* (*HPC*) sobre la capacidad de salto de las jugadoras de un equipo profesional de balonmano. La hipótesis de los autores es que dicha intervención aumentaría la capacidad de generar y absorber fuerza de las deportistas, traducándose en mejoras en los valores relativos a su test de salto.

Materiales y Métodos

Diseño

El presente trabajo consistió en una investigación cuasiexperimental (Ato et al., 2013), mediante el estudio pre-post de un equipo profesional de balonmano, en el que se analiza la respuesta a la intervención planteada. La intervención consistió en 12 sesiones realizadas en el periodo competitivo.

Participantes

Participaron un total de 15 jugadoras de un mismo equipo de balonmano de élite femenino, que competían en la primera división española (DHF guerreras Iberdrola) durante la temporada 2021-2022. Las deportistas tenían una edad media de $25,2 \pm 2,4$ años, un peso de $70,4 \pm 7,9$ kg y una altura de $171,2 \pm 5,3$ cm. Todas las jugadoras tenían una experiencia en el balonmano de entre 8-20 años, y en el entrenamiento de fuerza de entre 3-13 años. Sin embargo, ninguna de ellas contaba con práctica previa en el manejo de ejercicios olímpicos, lo cual implicó un proceso de enseñanza-aprendizaje previo a la intervención.

De manera voluntaria todas las jugadoras firmaron un formulario de consentimiento informado. Las participantes, incluido el cuerpo técnico del equipo, fueron informados sobre el procedimiento y los posibles riesgos y beneficios del estudio. Además, los procedimientos utilizados en este proyecto se ajustaron a la Declaración de Helsinki.

Pruebas

Antes y después del periodo de seis semanas que duró el estudio, las deportistas fueron evaluadas para determinar su rendimiento físico en dos tipos de salto vertical: Abalakov (salto vertical máximo, brazos libres: ABK) y Double contact jump (dos saltos máximos seguidos, brazos libres: DCJ), de acuerdo con los protocolos establecidos por Bosco (1994). Dichos tests fueron seleccionados por su relación práctica con el deporte y su facilidad de testeo (Iacono et al., 2017), eligiendo el test de ABK por su requerimiento de coordinación inter-hemisférica al saltar y el DCJ por la necesidad de generar un salto máximo y, posteriormente, tener que absorber y volver a generar fuerza para elevarse.

Las jugadoras estaban familiarizadas con la realización de los tests, debido a que dichas pruebas forman parte del protocolo de evaluación periódica que se realiza en el club. Efectuaron tres intentos de cada test, con un descanso de 1 minuto entre cada salto, tomando para el análisis el valor más alto registrado. Para la toma de datos se utilizó la plataforma de contacto Chronojump (Barcelona, España), la cual ha sido validada previamente (Pueo et al., 2018; Pueo et al., 2020). Los tests se realizaron en el mismo orden entre el primer y segundo periodo de evaluación, a la misma

hora, en el mismo lugar y condiciones ambientales, con el mismo espacio de tiempo respecto a la competición previa y bajo la supervisión y dirección del mismo profesional, con el objetivo de asegurar la consistencia y fiabilidad de los datos obtenidos. Antes de las pruebas, las jugadoras realizaron un calentamiento estándar similar en ambas fechas, dirigido por el preparador físico. El calentamiento consistió en una secuencia de preparación mediante movimientos progresivamente orientados a los tests. El procedimiento expuesto previamente se ha considerado válido y fiable atendiendo a los protocolos de evaluación recomendados (Santos y Janeira, 2011).

Intervención

La intervención se realizó en el último tercio de la fase competitiva, entre los meses de febrero y marzo de 2022. Este periodo se muestra fundamental en la persecución de los objetivos del equipo, por lo que el cuerpo técnico optó por realizar un ciclo de trabajo donde predominara el entrenamiento orientado hacia la potencia (bajo volumen y alta intensidad), en busca de un pico de forma en las deportistas (Pyne et al., 2009). Las sesiones de entrenamiento se realizaron dos veces por semana durante seis semanas (12 sesiones en total), con un tiempo mínimo de descanso de 48 horas entre ellas y con un margen igual o superior a 72 horas respecto a la competición.

De las 17 jugadoras que conforman el equipo, 15 completaron la totalidad de los entrenamientos (debido a procesos lesivos y/o concentraciones internacionales), formando estas el grupo experimental. Se optó por no establecer un grupo control, ante la imposibilidad de diferenciar dos grupos dentro de un equipo que mantiene una misma dinámica de trabajo; y al considerarse que la totalidad de las jugadoras se beneficiarían de los efectos de la intervención.

Cada sesión tuvo una primera parte en la que se llevó a cabo un calentamiento habitual de sala de pesas, seguido por uno específico centrado en el aprendizaje/progresión del HPC (Tabla 1: calentamiento específico).

Para el trabajo del HPC (Figura 1), se calculó el valor de 1RM la semana antes del inicio de la intervención, el cual sirvió para guiar la intensidad del entrenamiento, junto al uso de las escalas de RPE y RIR/OMNI (Balsalobre-Fernandez et al., 2021; Helms et al., 2016; Robertson et al., 2003; Zourdos et al., 2016). Las jugadoras trabajaron con la premisa de que cada repetición fuera generada con la máxima aceleración posible y que cada serie de trabajo tuviera una intensidad de RPE 9-10 y RIR 0-1, escala con la cual las jugadoras estaban familiarizadas gracias a su uso rutinario en el día a día. La intervención (Tabla 1) fue integrada en la programación habitual del equipo, la cual consistía en dos sesiones de fuerza y una sesión regenerativa por semana.

Tabla 1. Protocolo de intervención: Calentamiento específico y parte principal.

Parte	Ejercicio	Series (n)	Reps (n)	Descanso (min)	Objetivo
Calentamiento específico	<i>Muscle hang high pull</i>	3	3	1	Coordinación de triple extensión
	<i>Muscle hang power clean</i>	2	3	1	Coordinación de triple extensión, acercándose al movimiento final
Parte principal	Día 1: <i>Hang power clean</i>	4	3	2	RPE 9-10 - RIR 0-1
	Día 2: <i>Hang power clean</i>	4	2	1,5	RPE 9-10 - RIR 0-1

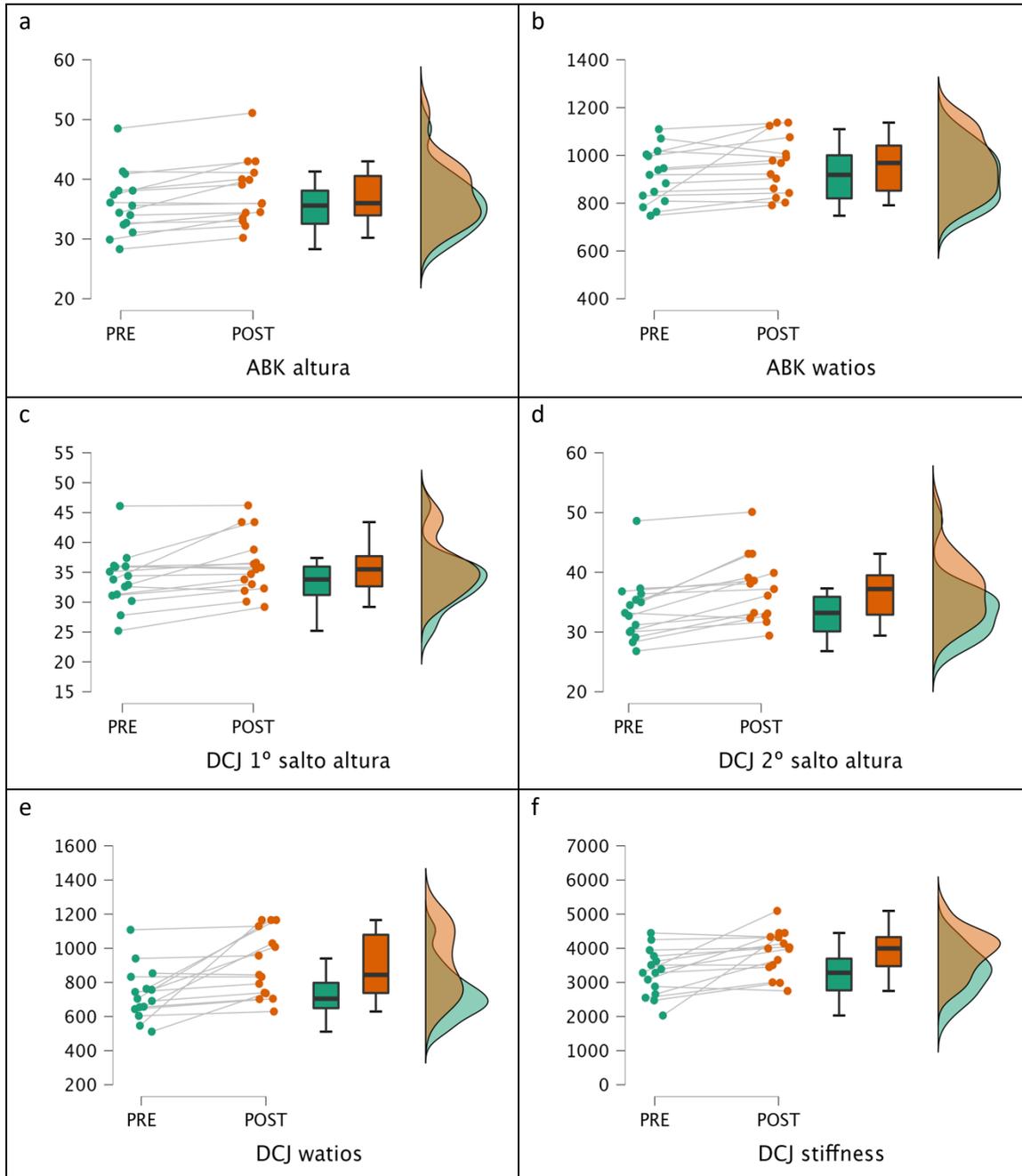
Análisis de datos

Los resultados son presentados como media y desviación estándar ($\pm SD$). La fiabilidad de cada test se calculó a partir del coeficiente de variación, mostrándose valores comprendidos entre el 7-16 % (superando en ciertas variables el 10 % establecido como óptimo) (Atkinson y Nevill, 1998). Para analizar los efectos del programa de intervención se compararon los valores obtenidos por las jugadoras en el pre- y post- test a través de la prueba t-test para muestras relacionadas no paramétrica de Wilcoxon. Además, el tamaño del efecto (ES) se calculó utilizando el Rank-Biserial Correlation (Tomczak y Tomczak, 2014), debiéndose interpretarse como: 0 significa que no hay diferencia, y los valores distintos de 0 indican el tamaño y la dirección: Los valores positivos significan que el primer grupo tiende a ser mayor que el segundo; los valores negativos significan lo contrario. Las diferencias se consideraron significativas al nivel de $p < 0,05$. Para el análisis de datos se utilizó el programa SSPS versión 22 para Windows, (SPSS Inc., Chicago, IL, USA), JASP versión 0.18.1 (JASP Team, 2023) y la hoja de cálculo estadístico de *Excel* configurada *ad-hoc*.

Resultados

La Figura 1 recoge los cambios experimentados por cada una de las jugadoras en las diferentes variables analizadas, permitiendo apreciar la evolución de cada una de las deportistas, así como el cambio producido en la media del equipo.

Figura 1. Desempeño de las participantes en las variables que muestran diferencias significativas ($p < 0,05$), antes y después del período de intervención.



Nota: a) ABK Altura: Altura alcanzada en cm; b) ABK wátios: Wátios alcanzados en W; c) DCJ 1º salto altura: Altura alcanzada en el primer salto; d) DCJ 2º salto altura: Altura alcanzada en el segundo salto; e) DCJ wátios: Wátios alcanzados en W; f) DCJ stiffness: Valor relativo a los newtons por metro de deformación.

En la Tabla 2 se recogen los valores medios y las desviaciones estándar del pre- y post-test, así como el tamaño del efecto y el límite inferior/superior de las diferentes pruebas realizadas. Tal como se puede apreciar mediante el valor de cambio, hubo mejoras en la totalidad de las variables analizadas. Dichas mejoras se mostraron significativas en todos los casos, excepto en las variables relacionadas con la velocidad de salida (*ABK_vel* y *DCJ_vel*). Las variables significativas mostraron tamaños de efecto moderados ($ES = 0,7-0,9$).

Tabla 2. Coeficiente de variación, prueba t-test de Wilcoxon, tamaño del efecto (*ES*) y límite superior e inferior para cada una de los tests, expuesto mediante la media y desviación estándar (*DE*).

Variable	Pre-test	Post-test	Cambio	P	ES	inferior	superior
ABK: Altura (cm)	35,9 ±5,1	37,8 ±5,4	1,9 ±1,8	,00*	-,9	-1,0	-,9
ABK: Vativos (w)	911,2 ±113,7	957,6 ±121,6	46,3 ±95,4	,02*	-,7	-,9	-,2
ABK: Velocidad (m/s)	2,5 ±0,2	2,6 ±0,2	0,1 ±0,2	,14	-,5	-,8	,1
DCJ1: Altura (cm)	33,7 ±4,8	36,1 ±5,0	2,3 ±2,9	,01*	-,8	-,9	-,5
DCJ2: Altura (cm)	33,7 ±5,3	37,2 ±5,5	3,5 ±2,9	,00*	-,9	-1,0	-,9
DCJ: Vativos (w)	734,0 ±154,1	906,6 ±192,2	172,6 ±202,6	,00*	-1,0	-1,0	-,9
DCJ: Velocidad (m/s)	2,4 ±0,2	2,5 ±0,2	0,1 ±0,3	,36	-,3	-,7	,3
DCJ: Stiffness (n/m)	3277,7 ±681,9	3875,7 ±647,1	598,0 ±748,8	,00*	-,8	-,9	-,6

Nota: ABK Altura: Altura alcanzada en cm; ABK vativos y DCJ vativos: Watios alcanzados en W; ABK velocidad y DCJ velocidad: Velocidad de despegue en m/s; DCJ1 altura: Altura alcanzada en el primer salto; DCJ2 altura: Altura alcanzada en el segundo salto; DCJ stiffness: Valor relativo a los newtons por metro de deformación. * $p < ,05$.

Discusión

El objetivo del presente estudio fue evaluar los efectos de una intervención de seis semanas con *HPC* sobre la capacidad de salto de las jugadoras de un equipo profesional de balonmano femenino. Los resultados confirman la hipótesis de que dicha intervención aumentaría la capacidad de generar y absorber fuerza de las deportistas, traduciéndose en mejoras en los valores relativos a sus test de salto. La novedad del presente estudio radica en la posibilidad de evaluar a un equipo de élite de balonmano femenino en su realidad del día a día, valorando los efectos de un programa de entrenamiento basado en una variante de los levantamientos olímpicos (*HPC*) para la mejora de la generación y absorción de la fuerza vertical en el salto. Estos resultados pueden ayudar a los profesionales del ejercicio a tomar decisiones basadas en la ciencia para el diseño de los programas de entrenamiento que tengan por objetivo optimizar las capacidades relacionadas con la potencia de las atletas de élite femeninas, sobre las que existe una investigación limitada en relación a la utilidad de los levantamientos olímpicos y sus variantes.

Dentro de la escasa bibliografía existente que valore los cambios en la capacidad de salto mediante movimientos olímpicos en deportistas femeninas, se ha encontrado un artículo que muestra resultados que van en la línea con los hallados en el presente estudio (Ayers et al., 2016). Dichos autores observaron una mejora media de $5,1 \pm 1,8$ cm en el salto CMJ tras la realización de dos sesiones semanales durante seis semanas de entrenamiento con *hang clean*, en jugadoras de voleibol y de softball femenino. El superior valor de mejora descrito por estos autores respecto al del presente estudio ($1,9 \pm 1,8$ cm) puede ser debido al momento de la temporada en la que se realizaron las intervenciones de los estudios (periodo preparatorio vs periodo competitivo, respectivamente), indicando la necesidad de tener en cuenta dicha variable a la hora de programar un protocolo de entrenamiento que tenga por objetivo mejorar la capacidad de salto de las jugadoras.

Diversos autores han mostrado que el entrenamiento con *HPC* es capaz de mejorar el pico de generación de potencia de los deportistas (Hori et al., 2008; Kilduff et al., 2007; McBride et al., 2011; Hermassi et al., 2019), indicando una correlación significativa entre la producción de potencia máxima y la altura del salto vertical (Turner et al., 2015). Si bien durante la realización del presente estudio no se ha contado con la posibilidad de evaluar el pico máximo de potencia alcanzado por las jugadoras en la realización del *HPC*, se muestra razonable afirmar, atendiendo al cuerpo de la bibliografía presente, que la mejora del pico de potencia puede haber sido el condicionante principal para la mejora de la altura del salto y los wátios alcanzados en este. Turner et al. (2015) expusieron que la naturaleza intermitente y de alta intensidad del balonmano pone de manifiesto la importancia de las capacidades neuromusculares y explosivas del jugador como componentes clave del rendimiento en el deporte (una aceleración lineal y capacidad de salto óptimas, la agilidad para cambiar de dirección, acelerar y frenar en distancias cortas), siendo elementos clave para discriminar las demandas físicas en los niveles más altos (Sánchez López et al., 2017).

La inclusión del *double contact jump* (*DCJ*) en la batería de test ha permitido la identificación de ciertos aspectos reseñables. Se trata de un ejercicio muy utilizado a nivel práctico (doble salto máximo desde el suelo) pero poco empleado como elemento evaluador. Su uso en el presente estudio atiende al interés de evaluar el comportamiento de las atletas ante un segundo salto de carácter máximo, el cual viene precedido por un primer salto también máximo. De esta forma, se provoca la necesidad de generar-absorber-generar fuerza, siendo la altura a absorber dependiente de la capacidad de generación individual de cada atleta, en vez de establecer una altura genérica para todas. Para que el salto fuera válido la diferencia entre el *ABK* realizado y el primer salto del *DCJ* (*DCJ1*) no pudo ser inferior a 1 cm, certificando que las jugadoras realizaran un verdadero salto máximo.

Los resultados hallados indican que tanto el *ABK* como el *DCJ1* (primer salto de los dos que componen el *DCJ*) incrementaron significativamente tras las seis semanas de intervención, revelando la mejora de la capacidad de las jugadoras a la hora de generar fuerza vertical (mejora del ciclo estiramiento-acortamiento: *CEA*). De la misma forma, también se encontró un aumento significativo en la altura del *DCJ2*, indicando una mejora de la fase de absorción (sobrecarga excéntrica debido a la altura de la caída) y posterior generación de fuerza, entre el primer salto y el segundo. Este cambio podría sugerir una mejora del *stiffness* muscular de las jugadoras, elemento clave en el rendimiento deportivo en acciones que requieren acelerar, frenar, saltar y cambiar de dirección a la máxima velocidad, con lo que esto supondría a nivel práctico en un contexto de alto rendimiento como el que se expone. Esta hipótesis debería ser analizada en estudios venideros, debido a su gran repercusión en la actividad deportiva.

Las dos variables que no reportaron mejoras significativas (velocidad de salida, tanto en *ABK* como en *DCJ*) parecen indicar que el trabajo de *HPC* no mejoró la velocidad de salida en estos dos tipos de salto, lo que podría ser debido a que dentro de la curva teórica conocida como "curva de fuerza-velocidad", el tipo de adaptación relativa al entrenamiento con *HPC* tiene una mayor proximidad con la fuerza que con la velocidad, lo que podría orientar una segunda vía de entrenamiento (ya sea de forma paralela o alternada con la presente). Indudablemente, es necesario un mayor estudio en este ámbito para poder formular conclusiones firmes al respecto.

El presente trabajo no está exento de limitaciones. Primero, la falta de un grupo control limita la interpretación de los resultados. La implementación de este tipo de estudio en una población tan específica como un equipo profesional de balonmano femenino tiene como limitación la imposibilidad de ofrecer dos tipos de intervención diferentes al mismo grupo de jugadoras, por la necesidad que tiene el equipo de seguir una misma rutina de conjunto. En segundo lugar, el estudio fue realizado durante un espacio de tiempo de seis semanas, pudiendo considerarse interesante para futuros estudios proponer un periodo de intervención más largo y analizar si los efectos obtenidos difieren de los presentes. En tercer lugar, la intervención mostrada en este estudio fue incorporada al conjunto del programa de entrenamiento habitual del equipo, consistente en sesiones de gimnasio y de pista, siendo una parte constituyente de la totalidad de la preparación que realizan las jugadoras. Por último, el presente trabajo se ha realizado con una muestra total de 15 jugadoras. Si bien es razonable pensar que los resultados hallados puedan ser extrapolados a otras atletas femeninas

en las que los requerimientos de gestión de fuerzas necesarios para desarrollar su práctica deportiva habitual sean similares, es necesaria una mayor investigación que permita confirmar las conclusiones antes citadas, para lo que sugerimos futuros estudios que establezcan un grupo control, un mayor número de atletas y/o un mayor periodo de tiempo para la intervención, pudiendo incluso realizar un seguimiento de las jugadoras en distintos momentos de la temporada.

Conclusiones y aplicaciones prácticas

La principal conclusión del estudio fue que un programa corto de entrenamiento en el que se enfatiza el trabajo con *hang power clean* podría aumentar la capacidad de salto vertical (aplicación del ciclo estiramiento-acortamiento) en jugadoras de balonmano de élite. De la misma forma, la mejora en la capacidad de absorber la fuerza derivada de un primer salto y generar un segundo salto máximo indicaría una mejora del *stiffness* muscular de las jugadoras, elemento clave en el rendimiento deportivo en acciones que requieren acelerar, frenar, saltar y cambiar de dirección a la máxima intensidad.

La principal aplicación práctica reside en evidenciar cómo una pequeña dosis del tipo de entrenamiento implementado, llevado a cabo en jugadoras con un alto grado de especificidad condicional, puede generar mejoras en su rendimiento, lo cual puede ser implementado en otros contextos o ámbitos de intervención similares.

Referencias

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1318-1326. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00283.2002>
- Atkinson, G., & Nevill, A. M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (Reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, 26(4), 217-238. <https://doi.org/10.2165/00007256-199826040-00002>
- Ato, M., López-García, J. J., & Benavente, A. (2013). UN sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, 29(3). <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
- Ayers, J., DeBeliso, M., Sevene, T., & Adams, K. (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>
- Baker, D., & Nance, S. (1999). The relation between strength and power in professional Rugby league players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(3), 224. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(1999\)013<0224:trbsap>2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(1999)013<0224:trbsap>2.0.co;2)
- Balsalobre-Fernández, C., Muñoz-López, M., Marchante, D., & García-Ramos, A. (2021). Repetitions in reserve and rate of perceived exertion increase the prediction capabilities of the load-velocity relationship. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(3), 724-730. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002818>
- Scherfenberg, & Burns, S. (2013). Implementing Hang Cleans for the Improvement of Vertical Jump in High School Athletes. *Journal of Exercise Journal of Exercise Physiology Online*, 16(2), 50-59.
- Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Colección Deporte y Entrenamiento. Ed. Paidotribo. Barcelona.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Routledge.
- Comfort, P., Allen, M., & Graham-Smith, P. (2011). Kinetic comparisons during variations of the power clean. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(12), 3269-3273. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182184dea>
- Comfort, P., Williams, R., Suchomel, T. J., & Lake, J. P. (2017). A Comparison of Catch Phase Force-Time Characteristics during Clean Derivatives from the Knee. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7), 1911-1918. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001660>
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011a). Developing maximal neuromuscular power: Part 1 - Biological basis of maximal power production. *Sports Medicine* 41(1), 17-38. <https://doi.org/10.2165/11537690-000000000-00000>.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011b). Developing maximal neuromuscular power: Part 2 training considerations for improving maximal power production. *Sports Medicine*, 41(2), 125-146. <https://doi.org/10.2165/11538500-000000000-00000>
- Duba, J., Kraemer, W. J., & Martin, G. (2009). Progressing From the Hang Power Clean to the Power Clean: A 4-Step Model. *National Strength and Conditioning Association*, 31(3), 58-66. <http://www.nasca-cc.org/ceus/quizzes.html>

- 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>.
- Helms, E. R., Cronin, J., Storey, A., & Zourdos, M. C. (2016). Application of the Repetitions in Reserve-Based Rating of Perceived Exertion Scale for Resistance Training. *Strength and Conditioning Journal*, 38(4), 42–49. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000218>
- Hermassi, S., Chelly, M. S., Bragazzi, N. L., Shephard, R. J., & Schwesig, R. (2019). In-season weightlifting training exercise in healthy male handball players: Effects on body composition, muscle volume, maximal strength, and ball-throwing velocity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(22), 4520. <https://doi.org/10.3390/ijerph16224520>.
- Hoffman, J. R., Cooper, J., Wendell, M., & Kang, J. (2004). Comparison of olympic vs. traditional power lifting training programs in football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(1), 129–135. <https://doi.org/10.1519/00124278-200402000-00019>
- Hori, N., Newton, R. U., Andrews, W. A., Kawamori, N., Mcguigan, M. R., & Nosaka, K. (2008). Does performance of hang power clean differentiate performance of jumping, sprinting, and changing of direction? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 412–418. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318166052b>
- Iacono, A. dello, Martone, D., Milic, M., & Padulo, J. (2017). Vertical- vs. Horizontal-Oriented Drop Jump Training: Chronic Effects on Explosive Performances of Elite Handball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 921–931. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001555>
- Kilduff, L. P., Bevan, H., Owen, N., Kingsley, M. I. C., Bunce, P., Bennett, M., & Cunningham, D. (2007). Optimal loading for peak power output during the hang power clean in professional rugby players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(3), 260–269. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2.3.260>
- Lopes dos Santos, M. (2019). *Body Mass As The Optimal Load Predictor For Power Clean Body Mass As The Optimal Load Predictor For Power Clean Variations: A Practical Approach Variations: A Practical Approach*. Master's thesis, School of Kinesiology and Recreation. Illinois state university.
- Mackenzie, S. J., Lavers, R. J., & Wallace, B. B. (2014). A biomechanical comparison of the vertical jump, power clean, and jump squat. *Journal of Sports Sciences*, 32(16), 1576–1585. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.908320>
- McBride, J. M., Haines, T. L., & Kirby, T. J. (2011). Effect of loading on peak power of the bar, body, and system during power cleans, squats, and jump squats. *Journal of Sports Sciences*, 29(11), 1215–1221. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.587444>
- Moolyk, A. N., Carey, J. P., & Chiu, L. Z. F. (2013). Characteristics of lower extremity work during the impact phase of jumping and weightlifting. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(12), 3225–3232.
- Pueo, B., Jimenez-Olmedo, J. M., Lipińska, P., Buško, 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/biolisport.2020.95636>
- Pyne, D. B., Mujika, I., & Reilly, T. (2009). Peaking for optimal performance: Research limitations and future directions. *Journal of Sports Sciences*, 27(3), 195–202. <https://doi.org/10.1080/02640410802509136>
- Robertson, R. J., Goss, F. L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., Frazee, K., Dube, J., & Andreacci, J. (2003). Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(2), 333–341. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000048831.15016.2A>
- Sánchez López, S., Rodríguez Pérez, M. A., & Sánchez López, S. (2017). Strategies to Optimize Strength and Endurance Concurrent Training in Elite Handball. *E-Balonmano.com*, 13(1), 15–26.
- Santos, E. & Janeira, M. (2011). The effects of plyometric training followed by detraining and reduced training periods on explosive strength in adolescent male basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 441–452. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b62be3>
- Soto, D., & Bautista, I. (2022). Efectos de un protocolo de entrenamiento de fuerza con autocargas y pliometría sobre el rendimiento físico en balonmano: Categoría de primera nacional femenina. *E-Balonmano.com*, 18(2), 83–92.
- Sucomel, T. J., Comfort, P., & Stone, M. H. (2015). Weightlifting Pulling Derivatives: Rationale for Implementation and Application. *Sports Medicine*, 45(6) 823–839. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0314-y>
- Sucomel, T. J., McKeever, S. M., & Comfort, P. (2020). Training With Weightlifting Derivatives: The Effects of Force and Velocity Overload Stimuli. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(7), 1808–1818. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003639>
- Tomczak, M., & Tomczak, E. (2014). The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size. *In TRENDS in Sport Sciences*, 1(21).

- Turner, T. S., Tobin, D. P., & Delahunt, E. (2015). Peak power in the hexagonal barbell jump squat and its relationship to jump performance and acceleration in elite rugby union players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1234–1239. www.nscs.com
- Zourdos, M. C., Klemp, A., Dolan, C., Quiles, J. M., Schau, K. A., Jo, E., Helms, E., Esgro, B., Duncan, S., Garcia Merino, S., & Blanco, R. (2016). Novel Resistance Training-Specific Rating of Perceived Exertion Scale Measuring Repetitions in Reserve. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(1), 267–275. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001049>