

## Efecto de modificar la profundidad y velocidad del contramovimiento durante el salto vertical

### Effects of countermovement depth and velocity modifications during the vertical jump

\*Alberto Sánchez-Sixto, \*Julio López-Álvarez, \*\*Pablo Floría

\*Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spinola CEU, \*\*Universidad Pablo de Olavide

**Resumen.** *Objetivo.* El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de modificar la profundidad y la velocidad del contramovimiento en el salto vertical. *Material y método.* Once jugadores de deportes colectivos participaron en este estudio y realizaron 9 saltos con contramovimiento: 3 en los que ellos seleccionaban la velocidad y profundidad del contramovimiento (CMJ), 3 en los que incrementaban la profundidad del contramovimiento y seleccionaban libremente su velocidad (CMJP) y 3 en los que incrementaban la profundidad y velocidad del contramovimiento (CMJPR). La altura máxima, el tiempo, la fuerza, la velocidad y el desplazamiento del centro de masas fueron calculadas durante la fase de contramovimiento y de propulsión. *Resultados.* No se encontraron mejoras substanciales entre ninguno de los tres tipos de salto llevados a cabo por los participantes. En el CMJPR se consiguió incrementar substancialmente la fuerza máxima y la fuerza inicial con respecto al CMJ. En el CMJP todas las variables de fuerza fueron inferiores que en el CMJ. El tiempo de la fase de contramovimiento fue inferior en el CMJ en comparación con el CMJP, no existiendo diferencias con el CMJPR. El tiempo de la fase de propulsión fue inferior en el CMJ en comparación con los otros dos saltos. *Conclusión.* Incrementos en la profundidad del contramovimiento del CMJ a través de una orden simple, no fueron capaces de conseguir un aumento del rendimiento en el salto vertical en la presente investigación.

**Palabras clave.** Biomecánica; cinética; cinemática.

**Abstract.** *Purpose.* The aim of the study was to evaluate the effects of countermovement depth and velocity modification in the vertical jump. *Materials and methods.* Eleven team sport players participated in this investigation performing nine countermovement jumps: 3 self-selected countermovement jumps (CMJ), 3 countermovement jumps with a deeper countermovement depth (CMJP) and 3 countermovement jumps with a deeper countermovement depth and a higher downward movement velocity (CMJPR). Jump height, time, force, velocity and center of mass displacement were measured during the countermovement and the propulsion phase. *Results.* No differences in jump height were found between the three types of jump. CMJPR showed a substantial increase in maximum force and initial force in comparison with the CMJ. CMJP force variables were lower than the values obtained during the CMJ. The time of the countermovement phase was lower in the CMJ in comparison with the CMJP, and no differences were found between the CMJ and the CMJPR. The time of the propulsion phase was lower than the other countermovement jumps performed. *Conclusion.* Increases in the countermovement depth of the CMJ through a simple instruction did not increase the vertical jump performance in the present investigation.

**Keywords.** Biomechanics, kinetics, kinematics.

### Introducción

El salto vertical es una habilidad que está presente en multitud de deportes, tanto a nivel individual como a nivel colectivo. En deportes de equipo, la posibilidad de saltar más que un rival, puede ser una ventaja para conseguir el objetivo, mientras que en deportes individuales, como el salto de altura, supone ganar la competición. Por este motivo, conseguir una mayor altura en el salto, es un objetivo de multitud de preparadores físicos e investigadores con sus jugadores. Son muchas las investigaciones que han evaluado los parámetros biomecánicos que intervienen en el salto vertical (Bobbert, Casius, Sijpkens, & Jaspers, 2008; Domire & Challis, 2007; Gheller et al., 2015; González-Badillo & Marques, 2010; Mandic, Jakovljevic, & Jaric, 2015; Salles, Baltzopoulos, & Rittweger, 2011). Entre todas las variables investigadas, el impulso neto relativo ha sido el que ha explicado en mayor medida el rendimiento del salto vertical (Kirby, McBride, Haines, & Dayne, 2011). Se entiende por impulso neto relativo a la integral de la fuerza y el tiempo dividida entre la masa corporal (McBride, Kirby, Haines, & Skinner, 2010). En este sentido, una mejora de la fuerza o del tiempo, podría traer como consecuencia un incremento en el impulso neto relativo y el consecuente aumento de la altura saltada.

Desde el punto de vista práctico, la única forma lógica de incrementar el tiempo que se aplica fuerza, es aumentando el rango de movimiento. Esto es debido a que los participantes para alcanzar la máxima altura posible tienen que realizar la mayor cantidad de fuerza en la unidad de tiempo (González-Badillo & Marques, 2010). Varias investigaciones han evaluado el efecto de realizar diferentes estrategias modificando la profundidad del contramovimiento para mejorar la altura del salto vertical (Bobbert et al., 2008; Domire & Challis, 2007; Gheller et al., 2015; Kirby et al., 2011; Mandic et al., 2015; Sánchez-Sixto, Harrison, & Floría, 2016). Todas ellas observaron que al reducir el desplazamiento

del centro de masas, la altura saltada se veía disminuida (Bobbert et al., 2008; Domire & Challis, 2007; Gheller et al., 2015; Kirby et al., 2011; Mandic et al., 2015; Sánchez-Sixto et al., 2016). Cuando se incrementaba la profundidad del contramovimiento, en comparación con la seleccionada por los participantes libremente, los estudios de simulación, realizados a través de modelos matemáticos, mostraron que el rendimiento del salto vertical se veía incrementado (Domire & Challis, 2007; Kirby et al., 2011). Sin embargo, tan solo un estudio experimental que siguió esta estrategia, encontró una mejora significativa en la altura del salto vertical (Sánchez-Sixto et al., 2016), mientras que en el resto de trabajos, la altura no se modificó al incrementar el desplazamiento del centro de masas (Gheller et al., 2015; Kirby et al., 2011; Mandic et al., 2015; Salles et al., 2011). Las diferentes condiciones que se les impusieron a los participantes en las distintas investigaciones, pudieron ser las causantes de las discrepancias entre los estudios de simulación y los experimentales. Futuros estudios se hacen necesarios para aclarar si es posible incrementar el rendimiento a través de modificaciones en la ejecución del salto.

Por otro lado, conseguir una mayor altura no es el único determinante cuando el salto vertical es ejecutado durante competiciones de deportes colectivos, en los que en varias ocasiones, el tiempo para saltar es limitado (Domire & Challis, 2015). Para evitar incrementar el tiempo de ejecución del salto ante mayores profundidades del contramovimiento, una solución podría ser incrementar la velocidad a la que esta fase es realizada. Además, un estudio previo, mostró una relación entre la máxima velocidad alcanzada por el centro de masas durante la fase de contramovimiento y la altura conseguida en el salto vertical (González-Badillo & Marques, 2010). La realización de un trabajo experimental en el que se incremente la profundidad y velocidad de la fase de contramovimiento podría contribuir en la búsqueda de alternativas para incrementar el rendimiento del salto vertical. Por este motivo, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de modificar la profundidad y la velocidad del contramovimiento en el salto vertical.

## Metodología

### Participantes

Once jugadores de diferentes deportes colectivos participaron en la presente investigación (edad:  $22,17 \pm 3,43$  años; altura:  $1,81 \pm 0,06$ ; peso:  $77,44 \pm 10,50$  kg). Todos ellos tenían una experiencia previa de al menos 2 años de práctica deportiva en equipos de nivel amateur. Ninguno de los participantes había presentado lesión musculoesquelética o de algún otro tipo al menos en los 3 meses previos a la realización del estudio. Se presentaron de manera voluntaria y desinteresada a participar en la investigación, firmando el consentimiento informado individual que les fue facilitado antes de iniciar el protocolo.

### Procedimiento

Los participantes desarrollaron un calentamiento previo a la medición. El cual consistió en la realización de 2 minutos de carrera continua, ejercicios de estiramientos dinámicos (tres segundos durante la fase concéntrica y tres segundos durante la fase excéntrica), elevaciones de tobillo, skipping delante, skipping detrás y un total de 6 saltos con contramovimiento (Vetter, 2007). Tras el calentamiento los participantes realizaron un total de 9 saltos variando la profundidad y velocidad del contramovimiento sobre una plataforma de fuerza (Accupower; AMTI, Watertown, MA), registrando a 1000 Hz: 3 en los que ellos seleccionaban la velocidad y profundidad del contramovimiento (CMJ), 3 en los que incrementaban la profundidad del contramovimiento y seleccionaban la velocidad (CMJP) y 3 en los que incrementaban la profundidad y velocidad durante el contramovimiento (CMJPR). En todos los saltos los participantes tenían que tratar de saltar lo más alto posible. Las órdenes dadas a los participantes fueron estandarizadas: para los CMJ: «salta lo más alto posible», para los CMJP «salta lo más alto posible bajando un poco más» y para los CMJPR «salta lo más alto posible bajando un poco más y un poco más rápido». Todos los saltos fueron realizados con las manos en la cadera. El orden de los saltos fue aleatorizado y se dejaron 2 minutos de descanso entre cada intento.

### Análisis de los datos

Los registros de fuerza y tiempo de los diferentes tipos de salto realizados sobre la plataforma, fueron analizados para obtener las variables biomecánicas del salto vertical. El procedimiento llevado a cabo se hizo a través de la relación impulso-momento (Linthorne, 2001) y se siguieron las recomendaciones propuestas por Street, McMillan, Board, Rasmussen, & Heneghan (2001). Una descripción completa del proceso llevado a cabo se puede encontrar en una investigación previa (Sánchez-Sixto & Floría, 2017). Las variables biomecánicas calculadas fueron: la altura máxima del salto, el tiempo de duración de la fase de contramovimiento, la máxima velocidad negativa alcanzada por el centro de masas durante la fase de contramovimiento, la profundidad del contramovimiento, el tiempo de duración de la fase de propulsión (desde el punto en el que el centro de masas se encuentra en el punto más bajo hasta el instante de despegue), la fuerza inicial (fuerza en el instante en el que el centro de masas se encontraba en el punto más bajo del movimiento), la fuerza media durante la fase de propulsión y la fuerza máxima durante la fase de propulsión. Las variables de fuerza fueron relativizadas, dividiendo el valor de fuerza entre la masa corporal (BW).

### Análisis estadístico

Las medias y desviaciones estándar fueron calculadas para todas las variables. El cambio relativo en las variables fue expresado con un intervalo de confianza fijado al 90%. Se calculó el tamaño del efecto con los siguientes umbrales:  $>0,2$  (pequeño),  $>0,6$  (moderado) y  $>1,2$  (largo) (Hopkins, Marshall, Batterham, & Hanin, 2009). Los cambios en las variables analizadas fueron expresados en función del menor cambio significativo, basado en el principio del tamaño del efecto de Cohen:  $0,2 \times$  la desviación estándar entre atletas (Hopkins et al., 2009). El cambio cuantitativo del efecto positivo o negativo fue evaluado cualitativamente del siguiente modo: 25 – 75%, posible; 75 – 95%, probable, 95 – 99%, muy probable;  $> 99\%$ , prácticamente seguro. Si la probabilidad del

efecto era positivo o negativo en ambos casos superior al 5%, el efecto era considerado confuso. Para que el efecto fuera considerado substancial, la probabilidad debía ser superior al 75%.

## Resultados

La media y desviación estándar de la altura alcanzada con cada uno de los saltos aparece representada en la Figura 1. No se encontraron diferencias substanciales en la altura máxima, siendo de  $0,45 \pm 0,05$  para el CMJ, de  $0,46 \pm 0,04$  para el CMJP y de  $0,44 \pm 0,07$ .

Las medias y desviación estándar de las variables de la fase de contramovimiento aparecen en la Tabla 1. Se encontró un incremento del tiempo de duración de la fase de contramovimiento en el CMJP en comparación con el CMJ de un 21%, siendo la diferencia probable y substancial. En cuanto a la velocidad máxima durante esta fase de contramovimiento, un incremento ( $\Delta 27\%$ ) se observó en el CMJPR sobre el CMJ, siendo prácticamente seguro y substancial y con un tamaño del efecto moderado. Por último, la profundidad del contramovimiento se incrementó, con respecto al CMJ, en un 59% para el CMJP y en un 33% para el CMJPR. Para los dos tipos de saltos el cambio fue prácticamente seguro y substancial con un tamaño del efecto largo.

Tabla 1.  
Variables de la fase de contramovimiento (Media  $\pm$  DE).

	$T_{ECC}$	$V_{maxneg}$	$D_{contranov}$
CMJ	$0,64 \pm 0,20$	$-1,16 \pm 0,20$	$-0,32 \pm 0,07$
CMJP	$0,78 \pm 0,17$	$-1,13 \pm 0,20$	$-0,51 \pm 0,11$
CMJPR	$0,67 \pm 0,12$	$-1,48 \pm 0,20$	$-0,43 \pm 0,07$
ES CMJ-CMJPR	$0,66 (92/7/1)$	$0,17 (47/39/4)$	$-2,55 (0/0/100)$
ES CMJ-CMJPR	$0,20 (49/45/6)$	$-1,15 (0/0/100)$	$-1,33 (0/0/100)$

Abreviaturas:  $T_{ECC}$ : tiempo de fase de contramovimiento,  $V_{maxneg}$ : máxima velocidad negativa,  $D_{contranov}$ : profundidad del contramovimiento, ES: tamaño del efecto.

Tabla 2.  
Variables de la fase de propulsión (Media  $\pm$  DE).

	$T_{CON}$	$F_{max}$	$F_{inicial}$	$F_{media}$	$V_{max}$
CMJ	$0,27 \pm 0,04$	$2,46 \pm 0,20$	$2,38 \pm 0,24$	$1,98 \pm 0,15$	$2,67 \pm 0,13$
CMJP	$0,34 \pm 0,04$	$2,31 \pm 0,29$	$2,22 \pm 0,34$	$1,77 \pm 0,11$	$2,66 \pm 0,13$
CMJPR	$0,33 \pm 0,04$	$2,55 \pm 0,44$	$2,55 \pm 0,43$	$1,79 \pm 0,12$	$2,67 \pm 0,15$
ES CMJ-CMJPR	$1,43 (100/0/0)$	$-0,75 (2/8/91)$	$-0,60 (2/12/86)$	$-1,25 (0/0/100)$	$-0,08 (8/65/27)$
ES CMJ-CMJPR	$1,30 (100/0/0)$	$0,33 (61/26/14)$	$0,65 (84/12/4)$	$-1,14 (0/0/100)$	$0,01 (20/64/16)$

Abreviaturas:  $T_{CON}$ : tiempo de fase de propulsión,  $F_{max}$ : fuerza máxima,  $F_{inicial}$ : fuerza inicial,  $F_{media}$ : fuerza media durante la fase de propulsión,  $V_{max}$ : velocidad máxima ES: tamaño del efecto.

Las medias y desviación estándar de las variables de la fase de propulsión aparecen representadas en la Tabla 2. El tiempo de la fase de propulsión se vio incrementado, un 24% en el CMJP y un 21% en el CMJPR frente al CMJ, siendo el tamaño de efecto largo y substancial en ambos casos. Las variables de fuerza también se modificaron, en el CMJP frente al CMJ, todas las variables analizadas disminuyeron de manera substancial. En el caso del CMJPR en comparación con el CMJ, se disminuyó la fuerza media siendo substancial el decremento y

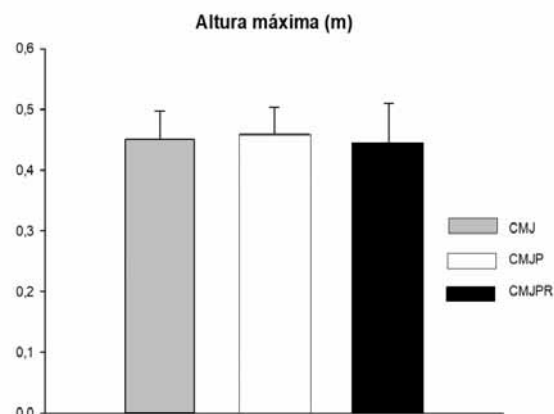


Figura 1. Altura máxima de los tres tipos de salto con contramovimiento.

con un tamaño del efecto moderado. Por el contrario, la fuerza inicial se vio incrementada en un 7,15% en el CMJPR sobre el CMJ, el cambio fue substancial y con un tamaño del efecto moderado. Por último, la velocidad máxima durante la fase de propulsión no se vio alterada ante los distintos saltos realizados.

## Discusión

La presente investigación no mostró diferencias en la altura alcanzada en el salto vertical cuando la profundidad y la velocidad del centro de masas durante el contramovimiento eran incrementadas. Estos resultados contrastan con los obtenidos en estudios de simulación, en los que a través de modelos matemáticos, el rendimiento del salto vertical se vio incrementado con los aumentos en el desplazamiento de centro de masas (Bobbert et al., 2008; Domire & Challis, 2007). Sin embargo, los resultados del trabajo actual están en la línea de aquellos estudios experimentales, en los que al incrementar la profundidad del contramovimiento, la altura alcanzada en el salto vertical no fue significativamente distinta (Gheller et al., 2015; Kirby et al., 2011). No obstante, el presente estudio modificó la manera en la que los participantes eran instruidos para ejecutar los diferentes tipos de salto, dando órdenes sencillas a los participantes. Esto fue debido, a que en algunos trabajos previos los participantes quedaban condicionados al limitar el movimiento del tronco (Gheller et al., 2015) o tenían que bajar hasta un punto concreto (Kirby et al., 2011), lo que pudo limitar la consecución de una mayor altura. Otra investigación previa, en la que los participantes recibieron órdenes similares a las del presente estudio, encontró un incremento en la altura saltada cuando la profundidad del contramovimiento era mayor (Sánchez-Sixto et al., 2016). Una posible explicación a los datos contrapuestos con el CMJP del presente trabajo, podría ser la diferencia en el incremento de la profundidad del contramovimiento. En este estudio previo, los participantes incrementaron un 34% su desplazamiento del centro de masas, mientras que en el actual, el incremento fue de un 59%. Un aumento excesivo en la profundidad del centro de masas podría ser contraproducente en el intento de conseguir una mayor altura en el salto (Kirby et al., 2011; Mandić, Knezevic, Mirkov, & Jaric, 2016). En el caso del CMJPR el incremento en la profundidad del salto fue muy similar al del estudio de Sánchez-Sixto et al. (2016), sin embargo, tampoco se consiguió una mayor altura saltada con esta ejecución. Estos resultados coinciden con otro trabajo previo en la que la orden dada a los participantes fue la misma (Jidovtseff, Quievre, Nigel, & Cronin, 2014). Es posible que el incremento de la velocidad durante la fase de contramovimiento provocara un detrimento en la coordinación del salto o que dos órdenes dificultaran la ejecución del salto. Futuras investigaciones deberían de aclarar los motivos por los que al incrementar la velocidad del desplazamiento de masas junto con un incremento de su profundidad no se aumenta la altura saltada.

Las variables de fuerza se vieron afectadas de diferente modo al variar la profundidad y velocidad del contramovimiento en los saltos ejecutados. Este efecto del desplazamiento del centro de masas sobre las variables de fuerza del salto vertical ya ha sido puesto de manifiesto previamente (Markovic, Mirkov, Knezevic, & Jaric, 2013; Markovic, Mirkov, Nedeljkovic, & Jaric, 2014). En la línea de trabajos previos, los incrementos en la profundidad del contramovimiento trajeron como consecuencia valores inferiores de fuerza máxima y fuerza inicial durante el CMJP (Kirby et al., 2011; Sánchez-Sixto et al., 2016). Esto podría ser debido a que estos valores suelen alcanzarse en los primeros instantes de la fase de propulsión, donde el centro de masas se encuentra próximo o en el punto más bajo del salto. Una posición más profunda del centro de masas traería como consecuencia una mayor dificultad para aplicar fuerza contra el suelo, dando lugar a valores inferiores de fuerza máxima e inicial (Moran & Wallace, 2007). A pesar de ello, en el CMJPR los valores alcanzados en estas dos variables fueron superiores a los del CMJ. Una posible explicación a este hecho es la velocidad máxima alcanzada durante la fase de contramovimiento. Para frenar una mayor velocidad negativa, es necesaria una mayor cantidad de fuerza

(Sánchez-Sixto et al., 2016). Ello podría explicar los valores superiores en fuerza máxima e inicial alcanzados en el CMJPR en comparación con el CMJ, a pesar de que la profundidad del primero fuera superior. No obstante, este hecho no dio lugar a un incremento en el rendimiento del salto. Si observamos los valores de fuerza media, tanto para el CMJP como para el CMJPR estos son inferiores a los del CMJ. Teniendo en cuenta que el CMJPR comenzó con un valor superior la fase de propulsión y que tenía un mayor recorrido para aplicar fuerza, necesariamente los valores de fuerza no fueron capaces de mantenerse durante el desarrollo de la fase propulsiva. Es posible que los participantes no estuvieran capacitados para mantener valores elevados de fuerza durante tanta duración y se necesitará de un entrenamiento para conseguir mantenerla (Sánchez-Sixto & Floría, 2017). Futuras investigaciones deberían investigar si deportistas de un mayor nivel serían capaces de mantener valores altos de fuerza ante mayores velocidades y profundidades durante la fase de contramovimiento.

El tiempo de la fase de contramovimiento se vio incrementado cuando se realizó el CMJP en comparación con el CMJ. Un mayor recorrido del centro de masas, si no es realizado a una mayor velocidad, necesariamente tendrá una duración superior. Debido a la mayor velocidad del centro de masas durante la fase de contramovimiento obtenida en el CMJPR, la duración de dicha fase no fue significativamente distinta. Ha sido descrito previamente la necesidad no solo de alcanzar una gran altura en el salto sino de conseguirlo en el menor tiempo posible (Domire & Challis, 2015). La estrategia llevada a cabo en el CMJPR podría ser una buena alternativa para incrementar el recorrido sobre el cual aplicar fuerza. No obstante, ello no consiguió una altura de salto superior en este estudio, probablemente debido a que los participantes no entrenaron para conseguirlo y su coordinación en el salto se viera comprometida (Gheller et al., 2015). Al no conseguir una altura de salto superior y tener que realizar un recorrido mayor en ambos saltos (CMJP y CMJPR) sobre el CMJ, la velocidad del centro de masas durante la fase de propulsión fue similar, dando lugar a los tiempos superiores registrados durante la fase de propulsión. En el caso de no conseguir incrementos en la velocidad del centro de masas durante el contramovimiento, los aumentos en la profundidad no serían adecuados debido al incremento en el tiempo del salto (Domire & Challis, 2015).

Este trabajo contó con alguna limitación, como la referente a la composición corporal de los participantes. Ella no fue evaluada y estudios previos mostraron que la composición corporal puede afectar al rendimiento del salto vertical (Markovic et al. 2013). Si bien es cierto que en este trabajo no se comparó el rendimiento entre distintos participantes y fue comparado intra-sujeto, la composición corporal pudo afectar en la altura saltada. Futuras investigaciones deberían evaluar el efecto de la composición corporal ante este tipo de protocolos para descartar cualquier influencia de la misma cuando los participantes son comparados entre ellos mismos.

## Conclusión

Incrementos en la profundidad del contramovimiento del CMJ a través de una orden simple no fueron capaces de conseguir un aumento del rendimiento en el salto vertical en la presente investigación. Posiblemente, un excesivo aumento del desplazamiento del centro de masas fue el responsable de esta discrepancia con estudios de simulación y un estudio experimental similar previo. Incrementos en la velocidad a la que se realizaba el contramovimiento junto con incrementos en la profundidad tampoco trajeron como consecuencia un mayor rendimiento en el salto. Para aplicar este tipo de estrategia parece necesaria la aplicación de un entrenamiento, ya que el control de este movimiento podría tener una mayor dificultad.

## Referencias

- Bobbert, M. F., Casius, L. R., Sijpkens, I. W., & Jaspers, R. T. (2008). Humans adjust control to initial squat depth in vertical squat jumping. *Journal of Applied Physiology*, 105, 1428-1440.

- Domire, Z. J., & Challis, J. H. (2007). The influence of squat depth on maximal vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*, 25, 193-200.
- Domire, Z. J., & Challis, J. H. (2015). Maximum height and minimum time vertical jumping. *Journal of Biomechanics*, 48, 2865-2870.
- Gheller, R. G., Dal Pupo, J., Ache-Dias, J., Detanico, D., Padulo, J., & dos Santos, S. G. (2015). Effect of different knee starting angles on intersegmental coordination and performance in vertical jumps. *Human Movement Science*, 42, 71-80.
- González-Badillo, J., & Marques, M. (2010). Relationship between kinematic factors and countermovement jump height in trained track and field athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 3443-3447.
- Hopkins, W., Marshall, S., Batterham, A., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41, 3.
- Jidovtseff, B., Quievre, J., Nigel, H., & Cronin, J. (2014). Influence of jumping strategy on kinetic parameters. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 54, 129-138.
- Kirby, T. J., McBride, J. M., Haines, T. L., & Dayne, A. M. (2011). Relative net vertical impulse determines jumping performance. *Journal of Applied Biomechanics*, 27, 207-214.
- Linthorne, N. P. (2001). Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *American Journal of Physics*, 69, 1198-1204.
- Mandic, R., Jakovljevic, S., & Jaric, S. (2015). Effects of countermovement depth on kinematic and kinetic patterns of maximum vertical jumps. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 25, 265-272.
- Mandic, R., Knezevic, O. M., Mirkov, D. M., & Jaric, S. (2016). Control strategy of maximum vertical jumps: The preferred countermovement depth may not be fully optimized for jump height. *Journal of Human Kinetics*, 52, 85-94.
- Markovic, Mirkov, D., Knezevic, O., & Jaric, S. (2013). Jump training with different loads: effects on jumping performance and power output. *European Journal of Applied Physiology*, 113, 2511-2521.
- Markovic, Mirkov, D., Nedeljkovic, A., & Jaric, S. (2014). Body size and countermovement depth confound relationship between muscle power output and jumping performance. *Human Movement Science*, 33, 203-210.
- McBride, J. M., Kirby, T. J., Haines, T. L., & Skinner, J. (2010). Relationship between relative net vertical impulse and jump height in jump squats performed to various squat depths and with various loads. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5, 484-496.
- Moran, K. A., & Wallace, E. S. (2007). Eccentric loading and range of knee joint motion effects on performance enhancement in vertical jumping. *Human Movement Science*, 26, 824-840.
- Salles, A. S., Baltzopoulos, V., & Rittweger, J. (2011). Differential effects of countermovement magnitude and volitional effort on vertical jumping. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 441-448.
- Sánchez-Sixto, A., & Floría, P. (2017). Efecto del entrenamiento combinado de fuerza y pliometría en variables biomecánicas del salto vertical en jugadoras de baloncesto. Effects of combined plyometric and resistance training in biomechanical variables of the vertical jump in basketball players. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 31, 114-117.
- Sánchez-Sixto, A., Harrison, A., & Floría, P. (2016). Simple instructions on the crouch position improve performance in the countermovement jump. *34 International Conference on Biomechanics in Sports*, 949-952.
- Street, G., McMillan, S., Board, W., Rasmussen, M., & Heneghan, J. M. (2001). Sources of error in determining countermovement jump height with the impulse method. *Journal of Applied Biomechanics*, 17, 43-54.
- Vetter, R. E. (2007). Effects of six warm-up protocols on sprint and jump performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 819-823.

