

Jurado-Lavanant, A.; Fernández-García, J.C.; Pareja-Blanco, F. y Alvero-Cruz, J.R (2017). Efectos del entrenamiento pliométrico acuático vs. Seco sobre el salto vertical / Effects of Land vs. Aquatic Plyometric Training on Vertical Jump. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 17 (65) pp. 73-84.
[Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista65/artefectos767.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista65/artefectos767.htm)
DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2017.65.005>

ORIGINAL

EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO ACUÁTICO VS. SECO SOBRE EL SALTO VERTICAL

EFFECTS OF LAND VS. AQUATIC PLYOMETRIC TRAINING ON VERTICAL JUMP

Jurado-Lavanant, A.¹; Fernández-García, J.C.²; Pareja-Blanco, F.³ y Alvero-Cruz, J.R.⁴.

¹ Universidad de Málaga. Laboratorio de Biodinámica y Composición Corporal (España) alexisjuradolavanant@gmail.com

² Universidad de Málaga. Andalucía Tech. IBIMA (Instituto de Biomedicina de Málaga) (España) jcfg@uma.es

³ Universidad Pablo de Olavide. Sevilla. Facultad del Deporte (España) fparbla@gmail.com

⁴ Universidad de Málaga. Escuela de Medicina de la Educación Física y el Deporte. Facultad de Medicina, Campus de Teatinos s/n. 29071. Málaga. IBIMA (Instituto de Biomedicina de Málaga) (España) alvero@uma.es

Código UNESCO / UNESCO Code: 2411 Fisiología Humana / Human Physiology

Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe classification: 11. Medicina del Deporte / Sport Medicine

Recibido 13 de febrero de 2014 **Received** February 13, 2014

Aceptado 3 de agosto de 2014 **Accepted** August 3, 2014

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue comparar los efectos de dos programas de entrenamiento pliométrico (inmersión vs. seco) sobre el salto vertical. 65 hombres físicamente activos fueron asignados aleatoriamente a tres grupos: entrenamiento pliométrico acuático (EPA, n 20), entrenamiento pliométrico (EP, n=20) y grupo control (GC, n=25). Los grupos EPA y EP entrenaron 2 sesiones por semana durante 10 semanas, mientras que GC no realizó entrenamiento alguno. El volumen de entrenamiento fue aumentado desde 10 series de 10 repeticiones en la primera semana hasta 10 series de 55 repeticiones en la última. Tanto EPA como EP aumentaron su rendimiento en CMJ y SJ con respecto al pretest ($P \leq 0,001$) sin encontrar diferencias significativas entre grupos, mientras que GC no mostró cambios. Como conclusión, el EPA puede

ser un método alternativo a EP ya que ambos producen similares mejoras sobre el salto vertical y el estrés mecánico producido por EPA es menor.

PALABRAS CLAVE: Salto con contramovimiento, salto sin contramovimiento, pliometría, inmersión, fuerza.

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the effects of two plyometric training program (aquatic vs. land) on vertical jump. 65 male physical education students took part in this study and were randomly assigned to three groups: aquatic plyometric training group (APT, n = 20), plyometric training group (PT, n = 20) and control group (CG, n = 25). The training program was performed for 10 weeks with a frequency of 2 sessions per week. Volume was increased from 10 sets of 10 repetitions to 10 sets of 55 repetitions. Both APT and PT increased the performance in CMJ and SJ with respect to pretest ($P \leq .001$), whereas CG remained unaltered. No statistically significant difference was observed between APT and PT. In conclusion, APT may be an alternative method to PT, because both training protocols have produced similar gains in the vertical jump, but APT might cause lower mechanical stress.

KEY WORDS: countermovement jump, squat jump, plyometric, dip, strength.

INTRODUCCIÓN

Los saltos pliométricos en seco (EP) son un método de entrenamiento muy extendido entre los deportistas de múltiples especialidades, el cual ha sido estudiado en profundidad durante las últimas décadas (Markovic y Mikulic, 2010). La pliometría implica un movimiento excéntrico y concéntrico del músculo, en el que se manifiesta el ciclo estiramiento-acortamiento (CEA) (Cavagna, 1970; García et al., 2003; Márquez García, 2013). Los saltos e impactos se caracterizan por un CEA de alta intensidad donde se ejecutan saltos en los que realiza una caída desde una altura entre 20 y 80 cm, normalmente sobre una superficie rígida o plana (Milogrom et al., 2000; Nicol et al. 1996).

Ha sido previamente demostrado que el EP produce aumentos sobre el rendimiento físico (Saez de Villarreal, Requena, y Cronin, 2012). Estas mejoras del rendimiento tras la realización de un EP podrían deberse a una serie de adaptaciones músculo-funcionales producidas por el propio EP (Kato et al., 2006; Kubo et al., 2007; Grosset et al., 2009). Por otro lado, tal y como se ha mostrado en otras investigaciones (Harrison et al., 2001; Hennessy et al., 2001; Myer et al., 2005), al combinar el EP y acciones de máximas de corta duración, se puede mejorar la fuerza muscular, el salto vertical y la velocidad.

Como hemos comentado anteriormente, el EP está constituido por una fase excéntrica y otra concéntrica. El componente excéntrico es uno de los principales agentes que contribuyen al daño muscular (Golden et al., 1992; Newhham et al., 1983; Newhham et al., 1983; Cabral de Oliveira, 2001). Por esta

razón, aunque la intensidad de los saltos sea considerada beneficiosa para la mejora de la fuerza explosiva, estos entrenamientos han sido criticados por incrementar con frecuencia la aparición de lesiones (Blattner et al., 1979; Cometti, 1998; Miller et al., 2002; Chimera et al., 2004). El gran impacto y estrés que supone sobre las estructuras músculo-tendinosas hace que deba aplicarse con precaución, adaptando siempre la carga a las características del sujeto (García et al., 2003).

Así, para reducir el impacto en el aterrizaje y atenuar el daño muscular, se requieren poderosas contracciones del músculo. Además, se podría disminuir el impacto sobre el suelo, así como la probabilidad de lesiones cambiando el tipo de superficie de recepción (Komi, 2000; Pettineo et al., 2004; Tillman et al., 2004). Un estudio realizado por Miyama y Nosaka (2004), comparó el estrés producido al realizar un salto desde 60 cm de altura sobre una superficie firme de madera con respecto a otra arenosa de 0,2 m de profundidad. El salto sobre la superficie rígida produjo mayor disminución de fuerza isométrica máxima y mayor dolor muscular y concentración de creatin-kinasa (CK) en plasma que el salto sobre la superficie arenosa.

La presente investigación fue diseñada con la intención de aumentar los conocimientos sobre los efectos producidos tras la realización de un entrenamiento pliométrico acuático (EPA) vs. EP, por lo tanto el objetivo de este estudio fue comparar los efectos producidos por la realización de un entrenamiento pliométrico en inmersión con respecto a un entrenamiento pliométrico en seco sobre el rendimiento en el salto vertical.

MATERIAL Y MÉTODOS

Participantes

Un total de 65 sujetos físicamente activos y estudiantes de educación física de la Universidad de Málaga tomaron parte en la investigación. Todos eran varones sanos, y sus características están descritas en la tabla 1.

Los participantes se distribuyeron en tres grupos: EPA (n=20), EP (n=20) y GC (n= 25). Los grupos que realizaban entrenamiento, EPA y EP, lo hicieron durante 10 semanas con 2 sesiones semanales y 48 horas de recuperación entre ellas. El número de series durante la fase experimental se mantuvo en 10, mientras que el número de saltos se incrementaba en 5 semanalmente. El GC no realizó entrenamiento alguno durante el tiempo que se desarrollaba la investigación. Previamente a la realización del estudio, fueron advertidos de los riesgos potenciales y beneficios, y por este motivo firmaron el consentimiento informado. Ninguno de ellos tomó ningún tipo de droga que pudiese alterar el balance físico u hormonal antes o durante la realización del mismo. El estudio fue aprobado por el Comité Científico y Ético de la Universidad de Málaga.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de la muestra (n = 65).

	<i>EDAD (años)</i>	<i>TALLA (cm)</i>	<i>PESO (kg)</i>	<i>MASA GRASA (%)</i>	<i>IMC</i>
EPA	21,8 ± 3,4	177,8 ± 5,6	79,0 ± 10,7	12,9 ± 6,3	24,8 ± 2,9
EP	20,8 ± 3,1	176,7 ± 6,0	75,3 ± 10,3	13,2 ± 6,5	24,2 ± 2,7
GC	20,1 ± 2,2	178,0 ± 7,2	73,9 ± 10,3	13,0 ± 4,4	23,3 ± 2,5

Los datos son expresados como media ± desviación típica. IMC: índice de masa corporal

Instalaciones

Los entrenamientos del grupo de inmersión se llevaron a cabo en una piscina con el agua a temperatura constante de 27°C y una profundidad de 2,20 m, mientras que los entrenamientos del grupo de seco se realizaron en una superficie compacta de cemento en una pista polideportiva.

Materiales

Siguiendo las pautas de Bosco (1991), para la medición de la capacidad de salto se utilizó la plataforma de “Bosco Ergo-jump plus System” (Byomedic, S.C.P., Spain). La medición del peso, porcentaje de grasa e índice de masa corporal (IMC) se realizó a través del bioimpedanciómetro (TANITA BC-418, Japan), procediendo según las instrucciones aportadas por el fabricante. La altura de los sujetos se tomó con un tallímetro de pared (Seca modelo 216, Alemania) con una precisión de 1mm.

Procedimiento

El efecto de los diferentes tipos de entrenamiento fue evaluado a través del cambio en el salto vertical, antes (T1) y después (T3) de las 10 semanas de entrenamiento, realizándose una medición intermedia (T2) al finalizar la quinta semana de entrenamiento. La preparación para todas las pruebas de salto fue la misma, todos los sujetos recibieron información escrita de cómo realizar los tests y antes de realizar cada una de las pruebas, se les demostró de un modo práctico y visual cual era la ejecución correcta, realizando dos sesiones de familiarización.

Los tests de salto evaluados fueron el Squat Jump (SJ) y el Countermovement Jump (CMJ). En el primero se realizó un trabajo concéntrico con una angulación de las rodillas de 90° sin ejecutar ningún movimiento previo. El segundo se trata de un trabajo concéntrico precedido de una actividad excéntrica en el que se desciende rápidamente con una flexión de rodillas de aproximadamente 90° para alcanzar la máxima altura posible.

La valoración de los saltos se hizo en base al mejor valor de dos intentos con un descanso de 30” entre ellos. Los saltos se consideraron nulos en los siguientes casos: caer fuera de la plataforma; variar la postura inicial al tomar impulso; realizar un pequeño contramovimiento antes del salto, en el caso del SJ; y si existía una acción de rebote en la caída.

El programa EPA se realizó dos veces por semana durante 10 semanas en la piscina descrita con anterioridad. Cada sujeto se situó uno al lado del otro a lo largo de los 25 metros de la piscina, siendo la calle utilizada la más próxima al bordillo, pudiendo de este modo reposar en el escalón lateral durante los tiempos de descanso entre cada serie. La distancia entre cada uno, respecto al compañero situado a los lados, fue de un metro. De esta forma se guarda un margen suficiente para que los saltos no se vean entorpecidos por algún tipo de contacto con los demás.

El entrenamiento pliométrico en seco consistió en realizar exactamente la misma cantidad de saltos y con la misma distribución de series, repeticiones, protocolo y descansos que los realizados en inmersión. Las características del programa de entrenamiento realizado puede observarse en la Tabla 2.

Tabla 2: Programación de los entrenamientos

Planificación semanal y saltos realizados en cada sesión		
2 Sesiones por semana		
1ª semana	10 x 10 saltos por sesión = 100 saltos	Total 200 saltos
2ª semana	10 x 15 saltos por sesión = 150 saltos	Total 300 saltos
3ª semana	10 x 20 saltos por sesión = 200 saltos	Total 400 saltos
4ª semana	10 x 25 saltos por sesión = 250 saltos	Total 500 saltos
5ª semana	10 x 30 saltos por sesión = 300 saltos	Total 600 saltos
6ª semana	10 x 35 saltos por sesión = 350 saltos	Total 700 saltos
7ª semana	10 x 40 saltos por sesión = 400 saltos	Total 800 saltos
8ª semana	10 x 45 saltos por sesión = 450 saltos	Total 900 saltos
9ª semana	10 x 50 saltos por sesión = 500 saltos	Total 1000 saltos
10ª semana	10 x 55 saltos por sesión = 550 saltos	Total 1100 saltos
		TOTAL de 6.500 saltos

Análisis estadístico

Para el tratamiento de los resultados se ha utilizado la aplicación informática SPSS 17.0 para Windows (SPSS, Chicago). Se comprobó la distribución normal de las características iniciales de la muestra mediante el test de Kolmogorov-Smirnov y la homocedasticidad mediante el test de Levene.

Como prueba estadística entre grupos en T1 se realizó un ANOVA de un factor. Para el análisis de los efectos entre-grupos e intra-grupos se realizó un análisis factorial con medidas repetidas 3 x 3 con un Post-Hoc de Bonferroni, usando un factor entre-grupos (EPA, EP y Control) y un factor intra-grupos (T1, T2 y T3). Asimismo, para el tamaño del efecto (ES) se utilizó la g de Hedges para estimar la magnitud del efecto del entrenamiento sobre salto vertical. Un nivel de significatividad estadística de $P \leq 0,05$ fue aceptado en todas las pruebas.

RESULTADOS

No se encontraron diferencias significativas entre grupos en ninguna de las variables en T1 ($P \leq 0,05$). Ambos grupos de entrenamiento (EPA y EP) obtuvieron mejoras significativas en T2 y T3 con respecto a T1 tanto en SJ ($P \leq 0,001$) como en CMJ ($P \leq 0,05$) sin encontrar mejoras significativas entre grupos (Tabla 3).

Tabla 1. Resultados de la altura de vuelo en los saltos SJ y CMJ para el grupo EPA y EP

	T1	T2	T3	ES ₂₋₁	ES ₃₋₁
SJ – EPA (cm)	31,5 ± 3,6	35,3 ± 5,6 ***	35,1 ± 6,0 ***	0,81	0,73
SJ – EP (cm)	29,8 ± 5,8	34,9 ± 5 ***	34,1 ± 5,4 ***	0,88	0,77
SJ - Control (cm)	30,8 ± 4,0	32,0 ± 5,2	32,0 ± 4,5	0,26	0,64
CMJ - EPA (cm)	33,5 ± 4,3	38,4 ± 10,9 *	36,9 ± 9,0 *	0,59	0,48
CMJ - EP (cm)	31,4 ± 4,9	35,5 ± 5,8 *	35,0 ± 5,0 *	0,76	0,68
CMJ - Control (cm)	33,7 ± 5,0	34,3 ± 5,0	33,6 ± 4,7	0,12	0,02

Diferencias significativas intra-grupo respecto al T1: * $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$

SJ: Salto sin contramovimiento. CMJ: Salto con contramovimiento.

EPA: Entrenamiento pliométrico acuático. EP: Entrenamiento pliométrico en seco.

ES: Tamaño del efecto.

Por otro lado, no se observaron diferencias significativas para ninguno de los grupos en T3 con respecto al T2, ni en el SJ ni el CMJ.

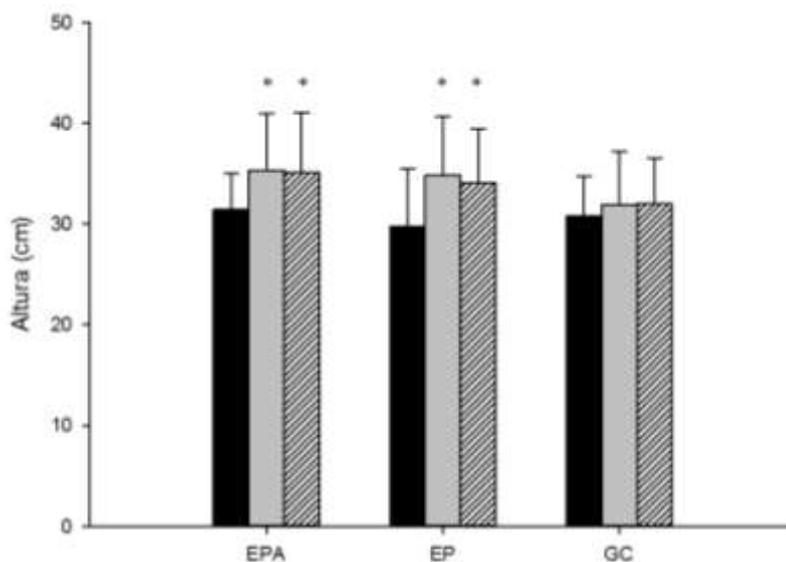


Figura 1. Evolución del SJ a lo largo del proceso de entrenamiento en los diferentes grupos. Diferencias significativas intra-grupo respecto al T1: * $P \leq 0,05$

El grupo control permaneció prácticamente constante y sin cambios estadísticamente significativos en todos los tests. Ninguna diferencia significativa fue observada en dicho grupo para ninguno de los ejercicios (tabla 3).

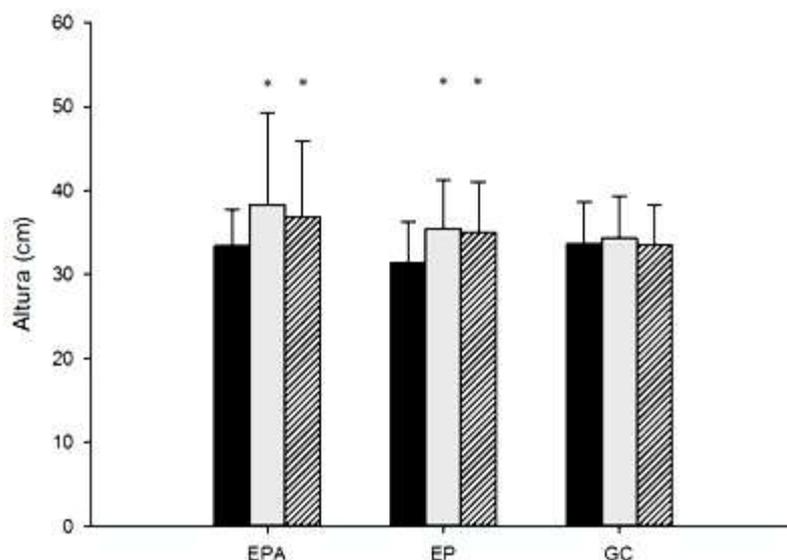


Figura 2. Evolución del CMJ a lo largo del proceso de entrenamiento en los diferentes grupos. Diferencias significativas intra-grupo respecto al T1: * $P \leq 0,05$

El ES fue mayor en los dos ejercicios evaluados para los dos grupos experimentales con respecto al grupo control (Tabla 3).

DISCUSIÓN

El principal hallazgo de nuestro estudio fue que tanto EPA como EP obtuvieron un similar incremento del rendimiento en el salto vertical, tanto en CMJ como en SJ. La flotabilidad existente al realizar un EPA hace que disminuya el impacto, y por tanto se atenúe el estrés mecánico (Sanders, 2002), lo cual hace que disminuya el riesgo de sufrir lesión. Estos resultados podrían sugerir al entrenamiento pliométrico acuático como un método de entrenamiento alternativo al entrenamiento pliométrico en seco.

Otros trabajos previos (Miller et al., 2002) no han encontrado mejoras en el rendimiento en el salto vertical en ninguno de los grupos de entrenamiento tras la realización de un programa de entrenamiento de 8 semanas. Las diferencias en la metodología desarrollada con respecto a nuestro estudio podrían explicar las diferencias observadas entre los resultados. El número de saltos realizados en el citado trabajo fue considerablemente inferior al realizado en nuestro caso (80 - 120 vs. 100 - 550 saltos por sesión), los cuales podrían ser un número de saltos insuficientes como para producir cambios en el rendimiento. Además, el entrenamiento pliométrico se desarrolló en un centro acuático con un nivel de agua hasta la cintura mientras que en nuestro caso la profundidad de la piscina era mayor, hecho que podría haber afectado a las adaptaciones producidas por el EPA. Los grupos estaban compuestos por ambos sexos mientras que en nuestro caso todos los sujetos fueron varones. Todas estas diferencias en la metodología hacen compleja la comparación directa entre los resultados de ambos estudios.

Por otro lado, en la línea de los resultados incorporados por nuestra investigación, trabajos previos (Stemm y Jacobson, 2007; Robinson et al., (2004) han encontrado similares mejoras sobre el rendimiento en el salto vertical por la realización de un entrenamiento pliométrico acuático con respecto a un entrenamiento pliométrico en seco. Además, Martel et al. (2005), realizaron un programa de entrenamiento EPA vs. EP de 9 semanas con jugadoras de voleibol encontrando nuevamente similares incrementos en el rendimiento en ambos grupos de entrenamiento. Este hallazgo tiene una relevancia adicional, puesto que el entrenamiento habitual de este deporte consta de numerosos saltos sobre una superficie rígida. Estos abundantes saltos pueden producir un estrés excesivo, el cual puede verse aumentado si se añade un entrenamiento pliométrico al modo tradicional. Por tanto, si un entrenamiento pliométrico acuático ha mostrado producir similares ganancias que un entrenamiento pliométrico en seco, pero con la ventaja de evitar un estrés adicional, hace el entrenamiento pliométrico en inmersión pueda ser considerado como una buena opción para la mejora del rendimiento en el salto vertical en el caso de estos deportistas. Esta afirmación viene apoyada por investigaciones previas (Hewett, 1996; Chimera et al., 2004; Wilkerson et al., 2004) las cuales afirman que el EPA puede reducir el riesgo de lesión con relación al entrenamiento pliométrico en seco.

Por otro lado, un trabajo realizado por Carrasco y Vaquero (2010) llevado a cabo con mujeres con riesgo de fractura ósea, obtuvo que un programa de ejercicios acuáticos ofrecía beneficios significativos, tanto en la capacidad de salto como en la composición corporal. Por tanto, un EPA es positivo para la mejora de la capacidad funcional, la salud y la calidad de vida en sujetos de estas características. En esta línea de investigación, Díaz et al. (2010) obtuvieron una tendencia a la mejora sobre el índice de rigidez ósea en mujeres con una edad por encima de los 50 años. La profundidad del agua parece ser un factor a tener en cuenta, ya que el grupo que desarrolló el entrenamiento en una piscina profunda pareció tener mayor efecto sobre el índice de rigidez ósea que un segundo grupo que realizó el entrenamiento en agua de menor profundidad.

El hecho de que en el presente estudio los dos grupos de entrenamiento hayan obtenido el mejor rendimiento en los test intermedios, podría estar en relación con el volumen de entrenamiento. Parece ser que para ambos grupos de entrenamiento el volumen realizado a partir de la sexta semana (350 – 500 saltos por sesión) podría suponer una fatiga excesiva que podría ir en detrimento del rendimiento en el salto vertical. Por otro lado, en un reciente estudio (Jurado-Lavanant et al., 2013) se realizó un programa de entrenamiento (EPA vs. EP) para la mejora de SJ y CMJ durante seis semanas sin encontrar diferencias significativas entre ambos grupos. En este estudio se encontraron menores incrementos en el rendimiento del salto vertical con respecto al presente trabajo (5-6 vs. 11-13 %). La diferencia entre los resultados de ambos estudios podría venir explicada por la mayor duración del programa de entrenamiento realizado en el presente estudio (10 vs. 6 semanas), además del mayor número total de saltos (6500 vs. 2700 saltos). En vista a los presentes resultados y los existentes en la bibliografía parece existir un volumen óptimo de entrenamiento, de manera que si realizamos un volumen diferente a éste, tanto por defecto como por

exceso, no estaremos produciendo los mejores resultados sobre el rendimiento físico (Gonzalez-Badillo, Gorostiaga, Arellano, e Izquierdo, 2005).

CONCLUSIONES

En resumen, podemos concluir que un EP y un EPA producen similares ganancias sobre la capacidad de salto en SJ y CMJ tras diez semanas de entrenamiento. Ambos programas fueron efectivos para desarrollar los elementos implicados en el rendimiento del salto vertical, pero el menor estrés producido por el EPA debido a la atenuación del impacto producida por la flotabilidad (Miller et al., 2002; Sanders, 2002) puede hacer del entrenamiento pliométrico acuático un método alternativo al entrenamiento pliométrico en seco para la mejora del rendimiento en el salto vertical.

Por otro lado, la caída de los resultados en la quinta semana con un total de 300 saltos por sesión podría servir de referencia para posteriores investigaciones. Esta evolución nos hace pensar que existe un volumen de entrenamiento óptimo, a partir del cual el entrenamiento no sólo deja de aportar beneficio alguno, sino que incluso puede ir en detrimento del rendimiento.

Por todo ello, podemos confirmar la hipótesis de investigación establecida: *“El rendimiento del salto se mejora con el entrenamiento en inmersión”* ya que los resultados han evidenciado que este medio de entrenamiento es al menos igual de eficaz que el entrenamiento en seco.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blattner, S. y Noble L. (1979). Relative effects of isokinetic and plyometric training on vertical jump performance. *Research Quarterly*. 50:583-588.
- Bosco, C. (1991). *Aspectos fisiológicos de la preparación física del futbolista*. Barcelona. Paidotribo.
- Cabral de Oliveira, A. C. (2001). Dolor muscular tardío. Un análisis del proceso inicial de la lesión. *Archivos de medicina del deporte*, XVIII, 84, 297-303.
- Carrasco, M. y Vaquero, M. (2010). El efecto del ejercicio en el medio acuático sobre la capacidad de salto y la composición corporal en las mujeres postmenopáusicas. *Archivos de Medicina del Deporte*, XXVII, 136, 107-118.
- Cavagna, G. A. (1970). The series elastic component of the frog gastrocnemius. *Journal physiology*. 206: 257-262.
- Chimera, N. J.; Swanik, K. A.; Swanik C. B., y Straub, S. J. (2004). Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. *Journal Athletic Training*. 39:24–31.
- Cometti, G. (1998). *La pliometría*. Barcelona. Inde.
- Díaz Ureña, G., Carrasco Poyatos, M., Barriga Martín, A., Jiménez Díaz, F. y Navarro Valdivieso, F. (2010). Efecto de dos programas de actividad física en el medio acuático con diferente impacto, sobre el índice de rigidez óseo y el nivel de actividad física en mujeres postmenopáusicas y osteopénicas de Toledo. *International Journal Of Sport Science*, VI, 20, 196-204. DOI:10.5232/ricyde2011.02002

García López, D., Herrero Alonso, J. A. y De Paz Fernández, J. A. (2003). Metodología de entrenamiento pliométrico. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, vol. 3 (12) pp. 190-204.

Golden, C. L. y Dudley, G. A. (1992). Strength after bouts of eccentric or concentric actions. *Medicine Science Sports Exercise*. 24:926-933.

Gonzalez-Badillo, J. J., Gorostiaga, E. M., Arellano, R., e Izquierdo, M. (2005). Moderate resistance training volume produces more favorable strength gains than high or low volumes during a short-term training cycle. *Journal Strength Conditioning Research*, 19(3), 689-697. DOI: 10.1519/R-15574.1

Grosset J. F., Piscione J., Lambert D. y Perot C. (2009) Paired changes in electromechanical delay and musculo-tendinous stiffness after endurance or plyometric training. *European Journal of Applied Physiology*. 105: 131-139. DOI: 10.1007/s00421-008-0882-8.

Harrison, A. J. y Gaffney, S. (2001). Motor development and gender effects on stretching-shortening cycle performance. *Journal Science Medicine Sports*. 4:406-415. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1440-2440\(01\)80050-5](http://dx.doi.org/10.1016/S1440-2440(01)80050-5)

Hennessy, L. y Kilty, J. (2001). Relationship of the stretch-shortening cycle to spring performance in trained female athletes. *Journal Strength Conditioning Research*. 15:326-331.

Hewett, T. E., Stroupe, A. L., Nance, T. A. y Noyes, F. R. (1996). Plyometric training in female athletes. *American Journal Sports Medicine*. 24:765-773.

Jurado-Lavanant, A., Fernández-García, J. C. y Alvero-Cruz, J. R. (2013). Entraînement pliométrique aquatique. *Science & Sports*. 28, 88-93. DOI: 10.1016/j.scispo.2012.08.004

Kato T., Terashima T., Yamashita T., Hatanaka Y., Honda A. y Umemura Y. (2006) Effect of low-repetition jump training on bone mineral density in young women. *Journal of Applied Physiology*. 100: 839-843. DOI: 10.1152/jappphysiol.00666.2005

Komi, P. V. (2000). Stretch-shortening cycle: A powerful model to study normal and fatigue muscle. *Journal Biomechanics*. 33:1197-1206. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9290\(00\)00064-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9290(00)00064-6)

Kubo K., Morimoto M., Komuro T., Yata H., Tsunoda N., Kanehisa H. y Fukunaga T. (2007) Effects of plyometric and weight training on muscle-tendon complex and jump performance. *Medicine Science Sports Exercise*. 39: 1801-1810. DOI: 10.1249/mss.0b013e31813e630a

Markovic, G. y Mikulic P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Medicine*. 40(10):859-895. DOI: 10.2165/11318370-000000000-00000

Márquez García, F. J. (2013). Evaluación de la fuerza relativa de las extremidades superiores con la plataforma de Bosco. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. 2(2):1-15.

Martel, G. F., M. L. Harmer, J. M. Logan y C. B. Parker (2005). Aquatic Plyometric Training Increases Vertical Jump in Female Volleyball Players. *Medicine Science Sports Exercise*. 37(10) 1814-1819. DOI: 10.1249/01.mss.0000184289.87574.60

Miller, M. G., Berry, D. C., Bullard S. y Gilders, R. (2002). Comparisons of land-based and aquatic-based plyometric programs during and 8-week training

period. *Journal Sport Rehabilitation*. 11:268-283. DOI: <http://dx.doi.org/10.1123/jsr.11.4.268>

Milogram, C., Finestone, A., Levi, Y., Simkin, A., Ekenman, I., Mendelson, S., Millgram, M., Nyska, M., Benjuya N. y Burr, D. (2000). Do high impact exercises produce higher tibial strains than running? *British Journal Sports Medicine*. 34:195-199. DOI: 10.1136/bjism.34.3.195

Miyama, M. y Nosaka, K. (2004). Influence of surface on muscle damage soreness induced by consecutive drop jumps. *Journal Strength Conditioning Research*. 18:206-211. DOI: 10.1519/R-13353.1

Myer, G. D., Ford, K. R., Palumbo, J. P. y Hewett, T. E. (2005). Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *Journal Strength Conditioning Research*. 19:51-60. DOI: 10.1519/13643.1

Newhham, D. J., McPhail, G., Mills, K. R. y Edwards, R. H. (1983). Ultrastructural changes after concentric and eccentric contractions of human muscle. *Journal Neurological Science*. 60:109-122. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0022-510X\(83\)90058-8](http://dx.doi.org/10.1016/0022-510X(83)90058-8)

Newhham, D. J., Mills, K. R., Quigley, B. M. y Edwards, R. H. (1983). Pain and fatigue after concentric and eccentric muscle contractions. *Clinical Science*. 64:55-62. DOI: <https://doi.org/10.1042/cs0640055>

Pettineo, S. J. y Jests, K. (2004). Female ACL injury prevention with a functional integration exercise model. *Journal Strength Conditioning Research*. 26:28-33. DOI: 10.1519/1533-4295(2004)026<0028:FAIPWA>2.0.CO;2

Robinson, L. E., Devor, S.T., Merrick, M. A. y Buckworth, J. (2004). The effects of land vs aquatic plyometrics on power, torque, velocity, and muscle soreness in women. *Journal Strength Conditioning Research*. 18 (1):84-91. DOI: 10.1519/00124278-200402000-00012

Sáez de Villarreal, E., Requena, B. y Cronin, J. B. (2012). The effects of plyometric training on sprint performance: a meta-analysis. *Journal Strength Conditioning Research*. 26(2), 575-584. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318220fd03

Sanders, M. E. (2002). Entrenamiento en seco ¡Animar a los jóvenes a saltar para conseguir huesos de acero! *Comunicaciones Técnicas*. 5, 49-55.

Stemm J. D. y Jacobson B. H. (2007). Comparison of Land- and Aquatic-Based Plyometric Training on Vertical Jump Performance. *Journal Strength Conditioning Research*. 21 (2): 568-571. DOI: 10.1519/R-20025.1

Tillman, M. D., Criss, R. M., Brunt, D. y Hass, C. J. (2004). Landing constraints influence ground reaction forces and lower extremity EMG in female volleyball players. *Journal Applied Biomechanics*. 20:45-52. DOI: <http://dx.doi.org/10.1123/jab.20.1.38>

Wilkerson, G. B., Colston, M. A., Short, N. I., Neal, K. L., Hoewischer, P. E., y Pixley, J. J. (2004). Neuromuscular changes in female collegiate athletes resulting from a plyometric jump-training. *Journal Athletic Training*. 39:17-23.

Referencias totales / Total references: 35 (100%)

Referencias propias de la revista / Journal's own references: 1 (2,85%)

