

# Efectos de entrenamiento de fuerza en sistema isoinercial sobre la mejora del CMJ en jóvenes futbolistas de elite

## Effects of strength training using a isoinertial device on jump ability in young elite soccer players

Sergio Romero Boza\*; Adrián Feria Madueño\*; Borja Sañudo Corrales\*; Moisés De Hoyo Lora, \*\*; Juan José Del Ojo López\*\*\*

\*Universidad de Sevilla, \*\*Sevilla F.C. S.A.D.

**Resumen:** El fútbol es un deporte colectivo donde, para alcanzar el éxito, los jugadores necesitan de habilidades técnicas, tácticas y físicas, fundamentalmente de carácter intermitente siendo éstas acciones las que determinan el rendimiento. Un ejemplo de acciones de este tipo son los saltos. Este gesto deportivo esta correlacionado con la fuerza máxima, entendiéndose que una mayor producción de fuerza permite una mayor generación de altura en dicho gesto. El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de entrenamiento de fuerza en sistema isoinercial sobre la mejora del Salto con Contramovimiento y analizar los cambios en la altura del mismo después de un programa de entrenamiento de 15 semanas, realizado sobre jóvenes futbolistas de élite. Los resultados obtenidos, muestran que no existen cambios significativos en esta variable de análisis ( $p < 0,05$ ) por lo que se concluye que este tipo de entrenamiento con la duración especificada no tiene efectos sobre el rendimiento en la altura del salto (CMJ).

**Palabras clave:** Entrenamiento Isoinercial, Futbolistas, Rendimiento, CMJ.

**Abstract:** Soccer is a team sport where, to achieve success, players need of technical, tactical and physical skills, mainly intermittent character being such actions which determine the performance. An example of such actions is the jumpers. This sports actions is correlated with the maximal strength, understanding that force production allows greater height in this actions. The aim is to study the effects of strength training using a isoinertial device on Countermovement Jump ability and to analyze the changes in height after 15 weeks program training in young elite soccer players. There are no significant changes after to analyze the results ( $p < 0,05$ ), so it is concluded that this type of training with certified duration has no effect on performance in height jump (CMJ).

**Keywords:** Isoinertial Training, Soccers Players, Performance, CMJ.

### Introducción

El fútbol es el deporte más popular en el mundo con cerca de 200 millones de practicantes (Alexandre et al., 2012). En las últimas dos décadas, las demandas y perfiles fisiológicos de los jugadores han sido ampliamente estudiados (Aslan et al., 2012; Bangsbo & Lindquist, 1992; Mohr, Krstrup, & Bangsbo, 2003), llegando a la conclusión que el fútbol es un deporte dependiente principalmente del metabolismo aeróbico (Bangsbo, Mohr, & Krstrup, 2006) pero donde se requiere de una constante repetición de diferentes actividades como correr, sprintar o saltar entre otras acciones (Bangsbo, Norregaard, & Thorso, 1991; Mohr, et al., 2003; Stolen, Chamari, Castagna, & Wisloff, 2005) que son de carácter anaeróbicas, siendo la habilidad de repetir este tipo de acciones, con un periodo breve e incompleto de recuperación (Meckel, Machnai, & Eliakim, 2009) lo más importante para el rendimiento (Stolen, et al., 2005; Wragg, Maxwell, & Doust, 2000). Entre las acciones que mayor influencia tienen en el juego actual, se encuentran los saltos. Un jugador puede realizar más o menos saltos en función de la demarcación que ocupe en el terreno de juego, variando este número entre 1 y 36 saltos (Mohr, et al., 2003), por tanto la mejora en la altura del salto parece ser un parámetro de rendimiento en ese tipo de acciones. En esta línea, hay que destacar que la fuerza máxima presenta una correlación elevada con el rendimiento tanto en salto vertical como en sprint en futbolistas de élite (Wisloff, Castagna, Helgerud, Jones, & Hoff, 2004). Por lo que el entrenamiento de fuerza parece ser un medio importante para la mejora del salto y la mejora del rendimiento en jóvenes futbolistas de élite (Chelly et al., 2009; Gorostiaga et al., 2004; Ronnestad, Nymark, & Raastad, 2011). En los últimos años, se ha introducido en el mercado, unos nuevos dispositivos de entrenamiento para la mejora de la fuerza. Estos sistemas isoinerciales, tienen la particularidad de favorecer mayores picos de fuerza en la fase excéntrica del movimiento, con los beneficios que éstos llevan asociados a nivel neural (Farthing & Chilibeck, 2003; Howatson & van Someren, 2007), mecánico (Blazevich, Cannavan, Coleman, & Home, 2007; Reeves, Maganaris,

Longo, & Narici, 2009; Seynnes, de Boer, & Narici, 2007) y celular (Colliander & Tesch, 1990; Hilliard-Robertson, Schneider, Bishop, & Williams, 2003; Hortobagyi et al., 1996). La eficacia de esta tecnología inercial ha sido demostrada por varios estudios (Chiu & Salem, 2006; Norrbrand, Pozzo, & Tesch, 2010; Tous-Fajardo, Maldonado, Quintana, Pozzo, & Tesch, 2006), obteniendo adaptaciones neuromusculares después de muy pocas sesiones de entrenamiento (Romero & Tous, 2010).

### Objetivo

Esta investigación tiene como principal objetivo analizar la influencia del entrenamiento de fuerza a través de sistema isoinercial sobre la altura del salto evaluado a través del test CMJ.

Con respecto al objetivo propuesto, la hipótesis que se lanza es que la altura del salto será mayor después del programa de entrenamiento desarrollado y como consecuencia de eso, la potencia desarrollada en el tren inferior será superior.

### Material y Métodos

Para el presente estudio la muestra ha estado constituida de 12 futbolistas jóvenes de élites (dedicación profesional controlada de su actividad deportiva con entrenamientos diarios y competición oficial un día por semana. La edad media fue de  $17,25 \pm 1,21$  años, la altura fue de  $1,75 \pm 0,04$  m, la masa corporal de  $68,88 \pm 4,17$  kg y el índice de masa corporal (IMC) de  $22,26 \pm 1,10$  kg/m<sup>2</sup> (Tabla I). Se revisó su historial médico para valorar si eran o no aptos para el estudio considerando la existencia de una lesión aguda a nivel muscular y/o articular en el momento del inicio del estudio como criterio de exclusión. Todos los sujetos serán informados debidamente de los procedimientos, riesgos y beneficios de la investigación, firmándose el consentimiento informado correspondiente. El estudio ha sido aprobado por el Comité Ético de la Universidad de Sevilla.

Tabla I. Análisis descriptivo de la muestra

VARIABLES	N	Media	Desv. típ.
Edad	12	17,25	1,21
Peso	12	68,88	4,17
Talla	12	1,75	,04
IMC	12	22,26	1,10

Todos los sujetos participantes en el estudio fueron sometidos a la evaluación previa a través del CMJ Test. Este test se realiza por una flexo-extensión rápida de piernas con la mínima parada entre la fase excéntrica y concéntrica. La flexión debe llegar hasta un ángulo aproximado de 90°. El registro de los saltos CMJ se hará de la siguiente manera: se realizarán tres saltos con contra movimiento (CMJ)(Cronin & McLean, 2000). El ángulo de rodilla será libre con fijación de las extremidades superiores en la cintura. Cada salto se registrará con precisión de 0,1 cm. Entre salto y salto el tiempo de descanso será de 30s. Si la diferencia entre saltos es más de un 5% se realizará un nuevo intento. Se anotará el mejor de los tres intentos. Para evaluar los saltos se utilizará una plataforma de contacto Ergo Tester® (Globus Italia). Los tests de salto vertical serán realizados registrándose el tiempo de vuelo (tf). La altura alcanzada por el centro de gravedad se calculará por medio de la fórmula (Bosco et al., 1998)  $H = tf^2 * g * 1/8$  (m) (donde, H = altura alcanzada; tf = tiempo de vuelo; g = aceleración de la gravedad). El ángulo de rodilla fue libre con fijación de las extremidades superiores en la cintura. Durante las tres semanas previas al estudio no se permitió a los participantes ningún entrenamiento relacionado con la mejora de la fuerza explosiva y la capacidad de salto. Al mismo tiempo el consumo de alcohol o la práctica de actividad física extenuante no se permitieron durante el día antes de cada prueba. El programa de entrenamiento llevado a cabo durante las 15 semanas fue destinado al trabajo de fuerza en la musculatura del tren inferior (Cuádriceps, Isquiosurales, Gemelos, Aductores y Abductores-Glúteos) tanto en sistemas yoyo® y en dispositivo Versapulley™

La carga de entrenamiento para cada grupo muscular se desarrolla en la Tabla II. Estos dispositivos funcionan de la siguiente manera: durante la fase concéntrica del ejercicio, el músculo se contrae con la máxima fuerza posible, tirando de una cinta (o cable), enganchada a un volante que se pone en rotación a alta velocidad. La longitud de la correa se ajusta de modo que se desenrolle totalmente al final del movimiento. En base a la inercia generada, el volante sigue girando y rebobina la cinta en la dirección opuesta, iniciando por tanto la fase excéntrica. Tras una resistencia inicial leve, el atleta comienza a frenar hasta una parada completa del volante. Al tirar de nuevo, se inicia la siguiente repetición, y así sucesivamente hasta lo que dure el ejercicio. Es posible cambiar la inercia del sistema a través del montaje de un número variable de pesas de inercia.

Tabla II: Programa de entrenamiento aplicado a la muestra del estudio

PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO		
FASE DE EVALUACION INICIAL		SEMANA 1
FASE Nº1		SEMANA 2-3-4-5-6
EJERCICIO	VOLUMEN DE TRABAJO : SERIES x REPETICIONES	INTENSIDAD
YoYo Squat YoYo Leg Curl Impulsión lateral en VP Patada de Isquiotibial VP Cadena Apertura VP Cadena Cierre VP Gemelo VP	2x6	Máxima velocidad
FASE Nº2		SEMANA 7-8-9-10-11
EJERCICIO	VOLUMEN DE TRABAJO : SERIES x REPETICIONES	INTENSIDAD
YoYo Squat YoYo Leg Curl Impulsión lateral en VP Patada de Isquiotibial VP Cadena Apertura VP Cadena Cierre VP Gemelo VP	3x6	Máxima velocidad
FASE Nº3		SEMANA 12-13-14-15-16
EJERCICIO	VOLUMEN DE TRABAJO : SERIES x REPETICIONES	INTENSIDAD
YoYo Squat YoYo Leg Curl Impulsión lateral en VP Patada de Isquiotibial VP Cadena Apertura VP Cadena Cierre VP Gemelo VP	3x8	Máxima velocidad
FASE DE EVALUACION FINAL		SEMANA 17

En referencia al análisis estadístico llevado a cabo, lo primero que se realizó fue volcar los datos en una base de datos de elaboración propia para luego analizarlas empleando el paquete estadístico SPSS 18.0 para Windows. Se computaron los siguientes estadísticos: media aritmética

y desviación típica. Para realizar un contraste de medias se empleó la prueba de la T de Student para muestras pareadas con un nivel de significación de 0,05.

## Resultados

A continuación, en la Tabla III, se muestran los promedios de los resultados antes y después del periodo de entrenamiento llevado a cabo y explicado detenidamente en la Tabla II.

Tabla III: Valor promedio de los resultados obtenidos en el Pretest y Postest

VARIABLES	Media	N	Desviación tí.p.	Error tí.p. de la media	Sig ( bilateral)	
Par 1	Media_Pretest	36,40	12	5,41	1,56	0,955
	Media_Postest	36,44	12	5,64	1,62	

Tal y como se puede observar en la tabla anterior, no se observan cambios estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ) en el valor del CMJ después de realizar el programa de entrenamiento especificado anteriormente.

## Conclusiones

El entrenamiento de fuerza parece ser un medio importante para la mejora del salto y la mejora del rendimiento en jóvenes futbolistas de élite (Chelly, et al., 2009; Gorostiaga, et al., 2004; Ronnestad, et al., 2011), además de ser un contenido fundamental en la prevención de lesiones, sobre todo a través de contracciones excéntricas, ya que se entiende que las adaptaciones producidas como consecuencia de este tipo de contracción, generan un efecto protector al aumentar el umbral de rotura y la capacidad de absorber mayores cargas (Hortobagyi et al., 1998).

En los últimos tiempos, entre los medios de entrenamiento más utilizados para generar este tipo de contracción se utilizan los conocidos sistemas yoyo® y los dispositivos Versapulley™ siendo la eficacia de esta tecnología inercial demostrada por varios estudios (Chiu & Salem, 2006; Norrbrand, et al., 2010; Tous-Fajardo, et al., 2006), obteniendo adaptaciones neuromusculares después de muy pocas sesiones de entrenamiento (Romero & Tous, 2010).

Frente a las conclusiones establecidas por los autores anteriores, los resultados encontrados en el presente estudio no muestran un aumento significativo ( $p < 0,05$ ) de la capacidad de salto tras la aplicación de este sistema de entrenamiento en 15 sesiones.

## Referencias

- Alexandre, D., da Silva, C. D., Hill-Haas, S., Wong del, P., Natali, A. J., De Lima, J. R., et al. (2012). Heart rate monitoring in soccer: interest and limits during competitive match play and training, practical application. *J Strength Cond Res*, 26(10), 2890-2906.
- Aslan, A., Acikada, C., Guvenc, A., Goren, H., Hazir, T., & Ozkara, A. (2012). Metabolic demands of match performance in young soccer players. *J Sports Sci Med*, 11(1), 170-179.
- Bangsbo, J., & Lindquist, F. (1992). Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. *Int J Sports Med*, 13(2), 125-132.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci*, 24(7), 665-674.
- Bangsbo, J., Norregaard, L., & Thorso, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci*, 16(2), 110-116.
- Blazevich, A. J., Cannavan, D., Coleman, D. R., & Home, S. (2007). Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles. *J Appl Physiol* (1985), 103(5), 1565-1575.
- Bosco, C., Cardinale, M., Coll, O., Tihanyi, R., Von Duvillard, S. P., & Viru, A. (1998). The influence of whole body vibration on jumping

- ability. *Biol. Sport*, 15, 157-164.
- Colliander, E. B., & Tesch, P.A. (1990). Effects of eccentric and concentric muscle actions in resistance training. *Acta Physiol Scand*, 140(1), 31-39.
- Cronin, J., & McLean, A. (2000). Functional measurement of leg extension musculature: protocols, research and clinical applications. *Nz. J. Sports Med*, 27, 40-43.
- Chelly, M. S., Fathloun, M., Cherif, N., Ben Amar, M., Tabka, Z., & Van Praagh, E. (2009). Effects of a back squat training program on leg power, jump, and sprint performances in junior soccer players. *J Strength Cond Res*, 23(8), 2241-2249.
- Chiu, L. Z., & Salem, G. J. (2006). Comparison of joint kinetics during free weight and flywheel resistance exercise. *J Strength Cond Res*, 20(3), 555-562.
- Farthing, J. P., & Chilibeck, P. D. (2003). The effect of eccentric training at different velocities on cross-education. *Eur J Appl Physiol*, 89(6), 570-577.
- Gorostiaga, E. M., Izquierdo, M., Ruesta, M., Iribarren, J., Gonzalez-Badillo, J. J., & Ibanez, J. (2004). Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *Eur J Appl Physiol*, 91(5-6), 698-707.
- Hilliard-Robertson, P. C., Schneider, S. M., Bishop, S. L., & Guilliams, M. E. (2003). Strength gains following different combined concentric and eccentric exercise regimens. *Aviat Space Environ Med*, 74(4), 342-347.
- Hortobagyi, T., Hill, J. P., Houmard, J. A., Fraser, D. D., Lambert, N. J., & Israel, R. G. (1996). Adaptive responses to muscle lengthening and shortening in humans. *J Appl Physiol* (1985), 80(3), 765-772.
- Hortobagyi, T., Houmard, J., Fraser, D., Dudek, R., Lambert, J., & Tracy, J. (1998). Normal forces and myofibrillar disruption after repeated eccentric exercise. *J Appl Physiol*, 84(2), 492-498.
- Howatson, G., & van Someren, K. A. (2007). Evidence of a contralateral repeated bout effect after maximal eccentric contractions. *Eur J Appl Physiol*, 101(2), 207-214.
- Meckel, Y., Machnai, O., & Eliakim, A. (2009). Relationship among repeated sprint tests, aerobic fitness, and anaerobic fitness in elite adolescent soccer players. *J Strength Cond Res*, 23(1), 163-169.
- Mohr, M., Krustup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci*, 21(7), 519-528.
- Norrbrand, L., Pozzo, M., & Tesch, P. A. (2010). Flywheel resistance training calls for greater eccentric muscle activation than weight training. *Eur J Appl Physiol*, 110(5), 997-1005.
- Reeves, N. D., Maganaris, C. N., Longo, S., & Narici, M. V. (2009). Differential adaptations to eccentric versus conventional resistance training in older humans. *Exp Physiol*, 94(7), 825-833.
- Rønnestad, B. R., Nymark, B. S., & Raastad, T. (2011). Effects of in-season strength maintenance training frequency in professional soccer players. *J Strength Cond Res*, 25(10), 2653-2660.
- Seynnes, O. R., de Boer, M., & Narici, M. V. (2007). Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. *J Appl Physiol* (1985), 102(1), 368-373.
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Med*, 35(6), 501-536.
- Tous-Fajardo, J., Maldonado, R. A., Quintana, J. M., Pozzo, M., & Tesch, P. A. (2006). The flywheel leg-curl machine: offering eccentric overload for hamstring development. *Int J Sports Physiol Perform*, 1(3), 293-298.
- Wisloff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med*, 38(3), 285-288.
- Wragg, C. B., Maxwell, N. S., & Doust, J. H. (2000). Evaluation of the reliability and validity of a soccer-specific field test of repeated sprint ability. *Eur J Appl Physiol*, 83(1), 77-83.

