

EFECTOS DE UN PROGRAMA DE ESTIRAMIENTOS FNP EN EL SALTO VERTICAL Y EL RANGO DE MOVIMIENTO EN FUTBOLISTAS PROFESIONALES

Juan Daniel Belmonte Férrez¹

¹Graduado en C.A.F.D. por la Universidad de Murcia y estudiante del Máster Universitario en Rendimiento Deportivo y Salud por la Universidad Miguel Hernández

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue el de comprobar los efectos de un programa de estiramiento con la técnica facilitación neuromuscular propioceptiva respecto al salto vertical (SV) y el rango de movimiento (ROM). Para ello se tomó de muestra 17 jugadores de fútbol sala que participaban en la máxima categoría a nivel nacional. Los participantes fueron asignados a un grupo control (GC) y un grupo experimental (GE). Antes y después de la intervención se midió el SV y el ROM de flexores y extensores de rodilla y flexores plantares. Para la medición del SV se utilizó una manta de contacto y para la medición del ROM se utilizó un inclinómetro. Ambos grupos continuaron con su ritmo habitual de entrenamiento, pero el GE realizó además un programa de estiramientos FNP 5 días a la semana durante 4 semanas. Como resultado de la intervención se espera encontrar un aumento en el rango de movimiento de los futbolistas, sumado a una mayor capacidad de aprovechamiento de la energía elástica y por tanto, mayor capacidad de salto en un CMJ.

PALABRAS CLAVE

Fútbol Sala, rigidez, flexibilidad, tendón, facilitación neuromuscular propioceptiva

INTRODUCCIÓN

El fútbol sala es un deporte intermitente de alta intensidad (Castagna, D' Ottavio, Grand-Vera y Barbero-Álvarez, 2009). La naturaleza acíclica de este deporte implica que se intercalan esfuerzos de diferentes intensidades con pausas activas e incompletas durante periodos prolongadas (Barbero-Álvarez, D'Ottavio, Granda-Vera y Castagna, 2009). Las distancias recorridas, aun siendo menores que en el fútbol, apuntan a que se necesite disponer de una base aeróbica desarrollada, ya que la mayor parte del tiempo se realizan esfuerzos a intensidad moderada y baja (Barbero-Álvarez, Soto, Barbero-Álvarez y Granda-Vera, 2008). Sin embargo, el éxito de sus principales acciones técnicas, tácticas y físicas depende de la combinación de sprints, cambios de dirección, golpes, y

dribblings. (Lapresa, Álvarez, Arana, Garzón y Caballero, 2013; Mohammed, Shafizadeh y Platt, 2014). Para mejorar este tipo de acciones, se necesita alcanzar niveles óptimos de velocidad, fuerza, potencia y rango articular (Serrano, Shahidian, Sampaio y Leite, 2013).

Una de estas estrategias para mejorar el rendimiento en las acciones explosivas que se desarrollan en los deportes de equipo implica mejorar el ciclo de estiramiento acortamiento (CEA) (Nicol, Avela y Komi, 2006). Para mejorar el CEA se debe actuar sobre los mecanismos fisiológicos y mecánicos que implica, es decir, la contracción excéntrica y concéntrica, la activación del reflejo miotático y el aprovechamiento de la energía elástica (EE) (Cormie, McGuigan y Newton, 2011).

La EE es la capacidad del músculo para almacenar energía durante el estiramiento y utilizarla en una contracción posterior (Van Ingen Schenau, Bobbert y de Haan, 2010). Esta EE produce una mayor activación electromiográfica (35%) (Aboodarda, et. al., 2014), un aumento de la potencia media (29%) (Kopper, Csende, Trzaskoma y Tihanyi, 2014) y mayor pico de potencia de la musculatura del tren inferior en el salto vertical sin ocasionar un mayor gasto de energía (Rousanoglou, Barzouka y Boudolos, 2013).

Aunque es difícil aislar los factores anatómicos y fisiológico responsables de la EE (Verjoshanski, 1990), en la propuesta de Hill (1950), adaptada por Shorten (1987), se explica un modelo de sistema muscular, en el cual se describen el funcionamiento de los componentes elásticos. Estos son: a) componentes elásticos en paralelo (CEP); b) componentes elásticos en serie (CES). El CES está formado por sarcolema, puentes cruzados en reposo y membranas musculares. Son responsables de la fuerza realizada por un músculo relajado cuando es estirado más allá de su longitud de reposo. Su aporte a la EE es insignificante (Lensel-Corbeil y Goubel, 1989). Los CEP se constituyen por dos componentes; un componente activo, constituido por los puentes de actina y miosina; y un componente pasivo constituido por los tendones. Estos dos componentes funcionan como principales responsable de transmitir la EE, aprovechando aproximadamente el 85% de la EE acumulable (De Villarreal, Requena y Newton, 2010).

Para aumentar la EE del componente activo, los puentes de actina y miosina deben ser capaces de mantener sus uniones por más tiempo, aumentando así su rigidez (Markovic, 2010). Algunos autores sugieren que el entrenamiento pliométrico reduce el tiempo de acoplamiento (De Villareal, González-Badillo e Izquierdo, 2008; De Villarreal,

Kellis, Kraemer e Izquierdo, 2009), lo que produce un mayor tiempo de contacto de los puentes de actina y miosina. Por otro lado, y de forma opuesta, un aumento de la rigidez en el componente pasivo (tendones) implica un menor aprovechamiento de la EE (Earp, Newton, Cormie y Kraemer, 2011). En este sentido, las investigaciones sugieren que el entrenamiento excéntrico mejora la rigidez de los tendones (Aboodarda, Yosuf, Abu Osman, Thompson y Mokhtar, 2012; McBride, McCaulley y Cormie, 2008; McGuigan, Newton, Edwards, Nimphius y Newton, 2006). Otras investigaciones (Kubo, Keitaro, Kawakami y Fukunaga, 1999; Kubo, Yata, Kanehisa y Fukunaga, 2006), sugieren que la rigidez de las estructuras tendinosas tiene un efecto favorable en ejercicios donde esté presente el CEA. El estudio llevado a cabo por Kubo, Kanehisa y Fukunaga (2006) indica que un aumento en la rigidez del complejo aponeurosis-tendón produce un beneficio de la altura en un salto en squat (SJ), un efecto que no está presente en el salto con contramovimiento (CMJ). En cambio, Kubo et. al. (1999) indica que no existe una relación entre la rigidez del tendón y la altura del salto absoluta, pero sí se correlaciona inversamente con la diferencia de altura entre los saltos con y sin contramovimiento.

Por tanto, en la literatura se hace referencia al entrenamiento de flexibilidad como una posible herramienta para modificar las propiedades viscoelásticas de la unidad musculotendinosa e influir sobre la rigidez del componente pasivo (Mahieu et. al., 2007; Kubo, Kanehisa y Fukunaga, 2002). Kay, Husbands-Beasley y Blazevic (2015) con la técnica de estiramiento facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP), contracción-relajación (CR), indicaron una disminución significativa de la rigidez del tendón. En cambio, un estudio realizado por Konrad, Gad, y Tilp (2014) muestra resultados similares con la técnica contracción-relajación-agonista-contracción (CRAC). Sin embargo, el método CRAC se asocia con un mayor aprovechamiento de las propiedades viscoelásticas de la unidad musculotendinosa para permitir que el músculo se alargue (Hindle, Whitcomb, Briggs, y Hong, 2012). No obstante, en un estudio realizado con la técnica CR no se encontraron efectos del estiramiento FNP sobre la rigidez del tendón (Mahieu, Cools, Wilde, Boon, y Witvrouw, 2009).

Además la técnica de estiramiento FNP está considerada por los diferentes autores como una de las más adecuadas para conseguir un aumento en el Rango de Movimiento (ROM) (Hindle et. al., 2012). Aunque, algunos autores indican que los efectos producidos por el estiramiento tanto para el ROM como para la rigidez del tendón estarían limitados

por el tiempo de retención (Mizuno, Matsumoto, y Umemura, 2013), siendo aproximadamente de 30 min para el ROM y de 15 min para la rigidez del tendón.

No obstante recomendar contenidos de entrenamiento a lo largo de una temporada y en el deporte de rendimiento resulta complicado, así como proponer programas de entrenamiento específicos para una determinada cualidad. Por todo ello, el objetivo de este trabajo fue el de comprobar los efectos de un programa de estiramiento FNP respecto al salto vertical y el ROM. En base a los hallazgos descritos en la literatura, surge la hipótesis de que un periodo de entrenamiento de flexibilidad con el método FNP producirá un aumento en el rango de movimiento de los futbolistas, sumado a una mayor capacidad de aprovechamiento de la EE, y por tanto, mayor capacidad de salto en un CMJ.

MATERIAL Y MÉTODO

MUESTRA

Participaron 21 jugadores de primera (n=13) y segunda (n=8) categoría de la Liga Nacional de Fútbol Sala (Tabla 1). Se obtuvo el permiso del Club y el consentimiento escrito de cada jugador para poder participar en el estudio, siendo informados del procedimiento del mismo. Se respetaron los principios establecidos en la declaración de Helsinki (Seúl, 2008) Los participantes que durante la intervención rompieron con su rutina de entrenamientos durante 3 días continuos fueron excluidos del estudio (n=4). Finalmente se determinó un grupo control (GC) y grupo experimental (GE). Los grupos se aparearon según rendimiento en el salto vertical (CMJ).

Tabla 1. Características de la muestra

Muestra	N	Edad	Peso	h	Somatotipo		
					Endo	Meso	Ecto
GC	8,00	23,20±3,67	67,93±8,53	176,2±7,50	2,38±0,47	5,19±0,56	2,70±0,67
GE	9,00	23,18±4,40	73,96±3,74	178,59±6,18	2,47±0,42	5,46±1,02	2,70±1,03
Total	17,00	23,19±3,97	71,09±6,42	177,45±7,34	2,43±0,40	5,34±0,78	2,70±0,80

Nota. *Diferencias significativas entre grupos; GC: Grupo Control; GE: Grupo Experimental; h: Altura.

DISEÑO Y PROCEDIMIENTO

El diseño del estudio fue cuasi-experimental con medidas pre-test y post-test. Ambos grupos realizaron entrenamientos técnicos, tácticos y físicos equivalentes en cuanto a volumen (10,31±1,20h/Semanales) e intensidad (70-90% FC).

La intervención y la recogida de datos se efectuaron del 29 de Marzo al 27 de Abril de 2015, entre las semanas 35 y 39 (de un total de 45 semanas) de entrenamiento. Antes de la intervención los participantes acumulaban $207,53 \pm 26,29$ horas de entrenamiento real.

MEDICIONES E INSTRUMENTOS

Todas las mediciones fueron realizadas por la misma pareja de investigadores antes de la sesión de entrenamiento, en iguales condiciones de descanso, hora y temperatura. Todos los participantes estaban familiarizados con las mediciones, ya que las realizan regularmente durante la temporada, por ello, no fue necesaria una sesión de entrenamiento de los test. En la sesión matinal de entrenamiento se realizó la medición del ROM, y en la sesión vespertina el test de saltos. Para ambas mediciones se protocolizó el calentamiento (Jimenez-Reyes et. al. 2015).

Para medir el ROM se utilizó la técnica utilizada por Cejudo, Sainz de Baranda, Ayala y Santoja, (2015) en los músculos extensores y flexores de cadera y dorsiflexores de tobillo. Para ello, se utilizó un soporte lumbar (Lumbosant®, Murcia, Spain) y un inclinómetro ISOMED (Portland, Oregón).

Para medir el salto vertical se utilizó el salto con CMJ y SJ (Bosco, Luhtanen y Komi, 1983). Para ello, se utilizó una plataforma de contacto Ergo Jump Bosco System, (De Blas, Padullés, López del Amo y Guerra-Balic, 2012) conectada a un ordenador a través de un puerto USB. Los datos fueron almacenados y procesados utilizando el software Chronojump 1.4.9 (Chronojump Bosco-System®, Barcelona, Spain).

INTERVENCIÓN

El GE realizó una intervención de estiramientos utilizada por Konrad et. al. (2014) adaptado por los investigadores de este estudio. Para ello, se realizó una serie de 15 s de estiramiento estático del agonista; 6 s de contracción; 15 s de contracción del antagonista; 15 s de estiramiento del agonista. Esta técnica se aplicó en los extensores y flexores de rodilla y flexores plantares de tobillo (figura1). Todos los estiramientos se realizaron en apoyo unipodal al final de la sesión de entrenamiento durante 5 días a la semana (20 sesiones). Los estiramientos se realizaron al finalizar la sesión matinal de entrenamiento durante el periodo competitivo (11:30 h). Antes de comenzar la intervención se

proporcionó información verbal y visual a los participantes por parte de los investigadores sobre la ejecución técnica de los estiramientos.

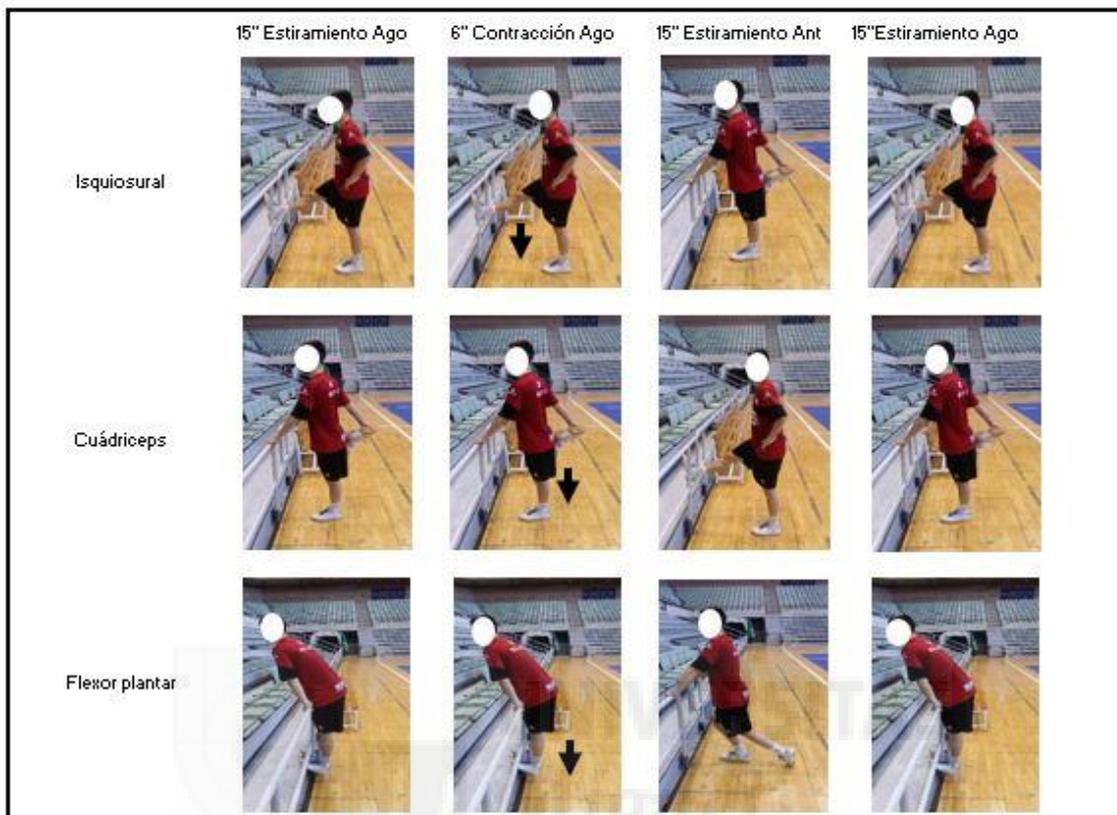


Figura 1. Series de estiramientos utilizadas en la intervención. Musculatura participante: Ago: agonista; Ant: antagonista.

ANÁLISIS DE DATOS

Para calcular el índice de aprovechamiento de la capacidad elástica (IACE) se utilizó la fórmula: $IACE (\%) = (CMJ - SJ) / SJ * 100$

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron recogidos con el programa Microsoft Excel 2010 (Microsoft, Redmond, USA). Posteriormente se exportaron y analizaron con el software estadístico IBM SPSS (versión 20.0, SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA). Se realizó un análisis descriptivo (media y desviación típica) y pruebas de normalidad, a través, del Test de Shapiro Wilk y la prueba de Kolmogorov Smirnov. Además se realizó una ANOVA de dos factores, uno de ellos de medidas repetidas para comparar diferencias ($p=0.05$) entre mediciones (pre-post) y otro teniendo en cuenta la variable inter-sujeto (GC y GE). Eta parcial al cuadrado (η^2p) fue calculada para determinar el tamaño del efecto. Valores

≥ 0.64 se consideraron como un efecto fuerte, alrededor de 0.25 para un efecto moderado y ≤ 0.04 para un efecto pequeño (Ferguson, 2009).

BIBLIOGRAFÍA

- Aboodarda, S. J., Byrne, J. M., Samson, M., Wilson, B. D., Mokhtar, A. H. y Behm, D. G. (2014). Does performing drop jumps with additional eccentric loading improve jump performance?. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(8), 2314-2323.
- Aboodarda, S. J., Yosuf, A., Abu Osman, N. A., Thompson, M. W. y Mokhtar, A. H. (2012). The contribution of elastic resistance during the eccentric phase of a countermovement jump enhances performance. *International Journal Sports Physiology and Performance*.
- Asociación Médica Mundial (AMM). Declaración de Helsinki. Principios éticos para las investigaciones con seres humanos. 59ª Asamblea General, Seúl, Corea, octubre de 2008 [en línea]. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2015]. Disponible en: http://www.wma.net/es/30publications/10policies/b3/17c_es.pdf
- Barbero-Álvarez, J. C., D'ottavio, S., Granda-Vera, J. y Castagna, C. (2009). Aerobic fitness in futsal players of different competitive level. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 2163-2166.
- Barbero-Alvarez, J. C., Soto, V. M., Barbero-Alvarez, V. y Granda-Vera, J. (2008). Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 26(1), 63-73.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50(2), 273-282.
- Castagna, C., D'ottavio, S., Granda-Vera, J. y Barbero-Álvarez, J. C. (2009). Match demands of professional futsal: A case study. *Journal of Science & Medicine in Sport*, 12(4), 490-494.
- Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F. y Santonja, F. (2015). Test-retest reliability of seven common clinical tests for assessing lower extremity muscle flexibility in futsal and handball players. *Physical Therapy in Sport*, 16(2), 107-113.
- Cormie, P., McGuigan, M. R. y Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power. *Sports Medicine*, 41(1), 17-38.
- De Blas, X., Padullés, J. M., del Amo, J. L. L., & Guerra-Balic, M. (2012). Creation and validation of Chronojump-Boscosystem: A free tool to measure vertical jumps. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 8(30), 334-356.

-
- De Villareal, E.; González-Badillo, J.J. e Izquierdo, M. (2008). "Low and moderate plyometric training frequency produces greater jumping and sprinting gains compared with high frequency". *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22 (3), 715-725.
- De Villarreal, E., Kellis, E., Kraemer, W. J. e Izquierdo, M. (2009). Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(2), 495-506.
- De Villarreal, E., Requena, B. y Newton, R. U. (2010). Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 513-522.
- Earp, J. E., Newton, R. U., Cormie, P. y Kraemer, W. J. (2011). The Influence of Muscle-Tendon Unit Structure on Rate of Force Development, During the Squat, Countermovement, and Depth Drop Jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25, S5.
- Ferguson, C. J. (2009). An effect size primer: A guide for clinicians and researchers. *Professional Psychology: Research and Practice*, 40(5), 532-538.
- Hill, A. V. (1950). The series elastic component of muscle. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 137(887), 273-280.
- Hindle, K., Whitcomb, T., Briggs, W. y Hong, J. (2012). Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF): Its mechanisms and effects on range of motion and muscular function. *Journal of human kinetics*, 31, 105-113.
- Jiménez-Reyes, P., Pareja-Blanco, F., Balsalobre-Fernandez, C., Cuadrado-Peñafiel, V., Ortega-Becerra, M. A., & González-Badillo, J. J. (2015). Jump Squat Performance and Its Relationship With Relative Training Intensity in High-Level Athletes. *International journal of sports physiology and performance*.
- Kay, A. D., Husbands-Beasley, J. y Blazevich, A. J. (2015). Effects of PNF, static stretch, and isometric contractions on muscle-tendon mechanics. *Medicine and science in sports and exercise*.
- Kopper, B., Csende, Z., Trzaskoma, L. y Tihanyi, J. (2014). Stretch-shortening cycle characteristics during vertical jumps carried out with small and large range of motion. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 24(2), 233-239.
- Konrad, A., Gad, M. y Tilp, M. (2014). Effect of PNF stretching training on the properties of human muscle and tendon structures. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in sports*, 25(3), 346-355.
- Kubo, K., Kanehisa, H., & Fukunaga, T. (2002). Effects of resistance and stretching training programmes on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *The journal of physiology*, 538(1), 219-226.

-
- Kubo, K., Kawakami, Y. y Fukunaga, T. (1999). Influence of elastic properties of tendon structures on jump performance in humans. *Journal of Applied Physiology*, 87(6), 2090-2096.
- Kubo, K., Yata, H., Kanehisa, H. y Fukunaga, T. (2006). Effects of isometric squat training on the tendon stiffness and jump performance. *European journal of applied physiology*, 96(3), 305-314.
- Lapresa, D., Álvarez, L., Arana, J., Garzón, B. y Caballero, V. (2013). Observational analysis of the offensive sequences that ended in a shot by the winning team of the 2010 UEFA Futsal Championship. *Journal of sports sciences*, 31(15), 1731-1739.
- Lensel-Corbeil, G. y Goubel, F. (1989). Series elasticity in frog sartorius muscle during release and stretch. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 97(6), 499-509.
- Mahieu, N. N., Cools, A., De Wilde, B., Boon, M. y Witvrouw, E. (2009). Effect of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on the plantar flexor muscle-tendon tissue properties. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 19(4), 553-560.
- Mahieu, N. N., McNair, P., De Muynck, M., Stevens, V., Blanckaert, I., Smits, N. y Witvrouw, E. (2007). Effect of static and ballistic stretching on the muscle-tendon tissue properties. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(3), 494.
- Markovic G. (2010). "Neuro-musculoskeletal and performance a adaptations to lower-extremity plyometric training". *Journal Sports Medicine*. 40 (10): 859-895.
- McBride, J. M., McCaulley, G. O. y Cormie, P. (2008). Influence of preactivity and eccentric muscle activity on concentric performance during vertical jumping. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 750-757.
- McGuigan, M., Doyle, T., Newton, M., Edwards, D., Nimphius, S. y Newton, R. U. (2006). Eccentric utilization ratio: effect of sport and phase of training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 992-995.
- Mizuno, T., Matsumoto, M. y Umemura, Y. (2013). Viscoelasticity of the muscle-tendon unit is returned more rapidly than range of motion after stretching. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 23(1), 23-30.
- Mohammed, A., Shafizadeh, M. y Platt, G. K. (2014). Effects of the level of expertise on the physical and technical demands in futsal. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(2), 473-481.
- Nicol, C., Avela, J. y Komi, P. V. (2006). The stretch-shortening cycle. *Sports Medicine*, 36(11), 977-999.

-
- Rousanoglou, E. N., Barzouka, K. G. y Boudolos, K. D. (2013). Seasonal changes of jumping performance and knee muscle strength in under-19 women volleyball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(4), 1108-1117.
- Serrano, J., Shahidian, S., Sampaio, J. y Leite, N. (2013). The importance of sports performance factors and training contents from the perspective of futsal coaches. *Journal of Human Kinetics*, 38, 151-160.
- Shorten, M. R. (1987). Muscle elasticity and human performance. *Medicine Sport Science*, 25(1), 18.
- Van Ingen Schenau, G. J., Bobbert, M. F., & de Haan, A. (2010). Does elastic energy enhance work and efficiency in the stretch-shortening cycle?. *Journal of Applied Biomechanics*, 13(4).
- Verjoshanski, I. (1990). *Entrenamiento deportivo: planificación y programación*. Madrid: Ediciones Martínez Roca.

