

Alejandro Hernández Pérez y José Luis López Elvira

Universidad Miguel Hernández de Elche



Universidad Miguel Hernández

Facultad de Ciencias Sociosanitarias

Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Trabajo Final de Master

Título: Efectos de la Facilitación Neuromuscular Propioceptiva en la altura de salto y el rango de movilidad articular en el ámbito del fitness

Alumno: Alejandro Hernández Pérez

Tutor académico: Dr. Jose Luis López Elvira.

10 / Julio / 2015

Resumen

Actualmente existe cierta controversia sobre el impacto de la aplicación de técnicas de estiramiento sobre las modificaciones en la unión de mio-tendinosa y, su posible efecto a largo plazo en el rendimiento del salto vertical. En este sentido, el presente estudio pretende comprobar los efectos de aplicación de la técnica FNP, en el ámbito del fitness, sobre la altura del salto vertical en un SJ, CMJ y el ROM de los miembros inferiores. La metodología consistió en la adaptación de la técnica FNP auto-administrada de Sölveborn (1987), a un grupo control (n = 5) y otro experimental (n = 5), varones todos ellos físicamente activos. No se obtuvieron diferencias significativas en cuanto a la altura de salto del CMJ y SJ. En cambio sí se obtuvo una mejora significativa en el ROM del grupo experimental, así como, en los isquiosurales y en el cuádriceps de la pierna izquierda cuando se les comparó con el grupo control.

Palabras clave: unión miotendinosa, ciclo de estiramiento-acortamiento, tensión activa de estiramiento, salto vertical y rango de movimiento articular.

Introducción

Diversos estudios experimentales han evidenciado el impacto que las estructuras tendinosas y miotendinosas ejercen en el rendimiento de la actuación deportiva o de la actividad física principal que se vaya a realizar. La morfología en la relación de la unión miotendinosa y las adaptaciones propias del tendón afectan, entre otros aspectos, a la configuración del aprovechamiento de la energía elástica durante las contracciones pliométricas, formando parte del denominado fenómeno *Ciclo de Estiramiento Acortamiento* (CEA) (Kubo, Yata, Kanehisa, and Fukunaga, 2006; Mizuno, Matsumoto, and Umemura, 2011; Kubo, Kawakami, and Fukunaga, 1999; Kubo, Kanehisa, Kawakami, and Fukunaga, 2000).

La mayor parte de la investigación realizada en este ámbito de estudio, se ha realizado mediante diseños experimentales que han utilizado como sujetos a animales o tejidos humanos *in vitro*. Actualmente existen procedimientos metodológicos más evolucionados, como la ecografía,

que permiten un estudio y análisis más exacto y, al mismo tiempo, no invasivo (Kubo, et al. 1999; Mizuno, et al. 2011; Kubo, et al. 2006; Kubo, et al. 2000; Finni, and Komi, 2002).

En este marco contextual, Kubo (1999) defiende que cuanto menor sea la rigidez que presente la unión miotendinosa mayor energía elástica podremos utilizar en el CEA y, en consecuencia, mayor rendimiento. Sin embargo, como el propio autor reconoce, los resultados en los CMJs de forma aguda no mostraron diferencias significativas entre aquellos que presentaban una mayor rigidez y aquellos que no. Otro estudio de Kubo et al. (2006), de acuerdo con Cavanga, Dusman, and Margaria (1968), defiende la necesidad mínima de duración en la fase de acoplamiento entre la fase excéntrica y concéntrica del CEA para un mejor aprovechamiento de la energía elástica y, en consecuencia, del contramovimiento que parece depender de la velocidad del pre-estiramiento. Otro ejemplo es el que postula Mizuno et al. (2011), quien utilizó el test pasivo de dorsiflexión del tobillo para valorar el grado de flexibilidad entre otras variables de la articulación del tobillo, comparando antes y después de realizar cinco repeticiones pasivas con una duración de un minuto, obteniendo mejoras agudas en el ROM y una disminución de la rigidez en la unión miotendinosa y muscular, pero no hubo cambios en la rigidez del tendón.

En cualquier caso, estos estudios no muestran conclusiones claras sobre las adaptaciones mioténdinosas y tendinosas que puedan afectar al rendimiento relacionado con la manifestación de la potencia. De ahí la necesidad de desarrollar nuevos estudios con otras técnicas y/o tratamientos a largo plazo para observar las adaptaciones que se dan en estas estructuras y los efectos que se producen en cuanto al rendimiento.

En este sentido, este estudio va enfocado a la utilización de la técnica de la *Facilitación Neuromuscular Propioceptiva* (FNP), ya que su utilización, se hipotetiza, puede influir en el comportamiento de la unión miotendinosa. Este tipo de técnica posee interesantes fases que pueden mediar en la mejora en cuanto a la relación músculo-tendón por la fase del estiramiento

activo del músculo agonista debido a que el músculo que se está “*estirando*” está contraído, es decir, sus fibras musculares están acortadas y lo que se estira es el tendón.

Lo que, al parecer, sí goza de consenso en la bibliografía especializada es que este tipo de técnica mejora el *ROM* tanto a corto como a largo plazo (Ayala, Sainz de Baranda y Cejudo. 2012; Holcomb, 2000, Yuktasir y Kaya, 2007; Yuktasir y Kaya, 2009), siendo para muchos autores la más completa y efectiva (Cornelius, 1983; Moore y Hutton, 1980).

Por otro lado, estudios asociados a los estiramientos y a la técnica FNP respecto a otras variables, concluyen que parece no ser tan beneficiosa como tradicionalmente se creía, ya que, evidencian que ciertos estiramientos disminuyen la velocidad (Fletcher, y Anness, R. 2007; Winchester, Nelson, Landin, Young, y Schexnayder, 2008) fuerza (Fowles, Sale, y MacDougall, 2000), potencia (Young & Behm, 2003), así como el motivo del presente estudio: la capacidad de salto y potencia (Gelen, Saygin, Karacabey, y Kilinc, 2008; Wallmann, Mercer, y McWhorter, 2005; y los míos).

Recientes estudios experimentales cuestionan la utilización de técnicas de estiramiento de forma aguda previa a la realización de la actividad principal o deporte. Bien es cierto que, al contrario, se han obtenido resultados que apoyan la aplicación de los estiramientos de tipo dinámico, es decir, aquellos que son similares al gesto deportivo o actividad que se va a realizar a continuación, los cuales parecen mejorar el rendimiento (Kirmizigil, Ozcaldiran, y Colakoglu, 2014).

En lo que se refiere a la relación de la técnica FNP y la potencia de salto, existen resultados contradictorios. Los estudios se han centrado en los efectos agudos que este tipo de estiramiento produce. La mayoría de estas aproximaciones experimentales defienden la disminución del rendimiento en cuanto a potencia de salto [los míos]; otros, en cambio, no encuentran diferencias (Miyahara, Ogura, Naito, Katamoto, Aoki, 2005; Young, y Elliot, 2001) y otros pocos concluyen que mejora el rendimiento (Pacheco, Balius, Aliste, Pujol, y Pedret, 2011).

En esta intervención se tendrá en cuenta la concurrencia con el entrenamiento de fuerza contra-resistencia, realizándose con posterioridad la aplicación del FNP a dicho entrenamiento, ya que se han observado mejoras de fuerza e hipertrofia con este método (Arazi, Nia, Hakimi, y Mohamadi, 2012), pero no se ha comprobado la potencia del tren inferior respecto al salto.

Pero ¿qué pasa con los efectos a largo plazo en la unión mio-tendinosa y en el tendón cuando se aplica el Método FNP tras un entrenamiento de fuerza durante seis semanas en la potencia de salto? ¿Se producen adaptaciones mio-tendinosas? ¿Se aprovecha mejor la energía elástica? ¿Beneficia o perjudica?

Si bien es cierto que los efectos agudos hacen que el reflejo miotático e inhibición recíproca se activen, esos umbrales se pueden aumentar tras un proceso de entrenamiento para poder aprovechar una cantidad mayor de energía elástica procedente del ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA) y de la deformación propia del tendón y unión musculo-tendinosa (Kubo, et al 1999). Para un mayor aprovechamiento durante el contramovimiento, la relación entre el músculo y tendón ha de ser óptima, lo cual dependerá del stiffness, es decir de la rigidez. Todo ello y las adaptaciones musculo-tendinosas podrían beneficiar la pliometría en el CEA y aprovechar mejor la energía elástica en relación a la potencia de salto y alcanzar mejores resultados.

El objetivo de este estudio es observar los efectos a largo plazo en el ROM de los músculos donde se ha aplicado el FNP auto-administrado tras el entrenamiento de fuerza y observar si existe una mejora del rendimiento en la potencia del tren inferior.

Se pretende confirmar nuestra hipótesis que establece que la aplicación de la técnica FNP auto-administrada tras el entrenamiento de fuerza durante seis semanas en sujetos varones activos en el ámbito de la salud, mejora el rendimiento en el CMJ y SJ, y se consiguen ganancias en el ROM en aquellos músculos tratados con el FNP.

Método

El presente estudio, ha seguido un diseño experimental y longitudinal de 4 semanas formado por dos grupos: uno de intervención y otro de control, con medidas pre y post.

Participantes

Doce varones, activos físicamente, usuarios del gimnasio municipal de Torreveja se prestaron voluntarios para participar en el estudio, pero solo diez lograron terminar la intervención, ya que uno de cada grupo por motivos personales dejaron de entrenar, conformando un grupo control ($n = 5$) y otro experimental ($n = 5$), cuyas características antropométricas promedio se detallan en la Tabla 1. Se realizó un análisis estadístico no encontrándose diferencias significativas entre ambos grupos. Entre los participantes no se constató ningún tipo de lesión, tanto en el tren inferior como en el superior durante los últimos 9 meses, que pudiera influir en la capacidad máxima de salto. Del mismo modo, todos los voluntarios accedieron a realizar el estudio tras firmar el consentimiento informado donde se les exponía en qué consistía el estudio y los posibles riesgos asociados.

Tabla 1. *Media y Desviación Típica de las Variables Antropométricas de ambos grupos.*

Variables	<i>Grupo control</i> ($n=6$)		<i>Grupo experimental</i> ($n=6$)	
	<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>M</i>	<i>DT</i>
Edad	25	6.2	25.4	3.29
Peso	81.9	8.83	76.04	9.58
Altura	1.81	0.05	1.77	0.05
IMC	24.86	2.06	24.86	2.12

M: Media aritmética; *DT*: Desviación típica; *IMC*: Índice de masa corporal

*diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p < 0.05$)

Medidas

Con una semana de antelación, y previo a la realización de las mediciones *pretest*, se realizó una mini-sesión de formación en la técnica del salto con contramovimiento (CMJ) y salto en *squat* (SJ) así como la familiarización de los estiramientos y la técnica FNP que se utilizó en el periodo de intervención.

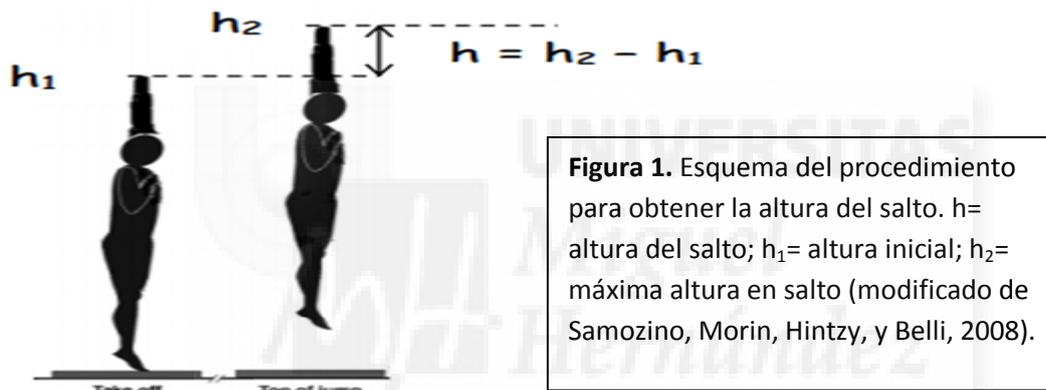
Los participantes fueron evaluados individualmente tanto en el pre-test como en el post-test de la evaluación del salto y del ROM en días diferentes. El día de las mediciones, solo se procedió a evaluar el test de salto y el ROM, un día para una prueba y otro día para la otra, además se les recomendó a los participantes que el día antes no realizaran ningún tipo de ejercicio. Las mediciones se realizaron en el mismo entorno ambiental, con los mismos materiales y en la misma franja horaria tanto en las fases de pretest como de posttest.

En relación al calentamiento previo a las mediciones de las diferentes pruebas, se realizó para las pruebas de salto un calentamiento en cicloergómetro a una intensidad submáxima (60-70% Fc) con una duración de 5-10 min y de 3-5 saltos submáximos (Nogueira, Galdino, Vale, Mello, and Dantas, 2010), mientras que para las pruebas del ROM, se realizó un calentamiento en cicloergómetro a una intensidad submáxima y a una frecuencia de 70 rpm con una duración de 5-10 min (Place, Blum, Armand, Muffiuletti, and Behm, 2013).

Evaluación de la altura del salto

Para el salto con contramovimiento (CMJ), los participantes fueron instruidos para que alcanzaran la máxima altura posible, siendo ellos mismos los que regularon el grado de flexión en la fase excéntrica del salto. Del mismo modo, se les instruyó en la posición de inicio: colocación del brazo derecho extendido y lo más pegado posible a la pared, mientras el brazo izquierdo se mantenía en *jarra* con la mano fijada a la cadera.

Por lo que respecta a la técnica del *Squat jump* (SJ), se utilizó la misma dinámica e instrucciones descritas anteriormente con la variante de una posición inicial de flexión de rodilla estandarizada (alrededor de los 90° de flexión). Ese momento de flexión lo debían mantener un mínimo de 3 s antes de iniciar la fase concéntrica pura. Si en ambos saltos, los brazos actuaban o se veían implicados en el movimiento, el salto se daba por nulo y debía repetirse. En el caso del SJ si se producía un pequeño contramovimiento también se consideraba nulo y se debía repetir (Ferreira, Schilling, Weiss, Fry, and Chiu, 2010). Se realizaron 3 repeticiones de cada salto para escoger la mejor puntuación (Kirmizigil, Ozcaldiran, and Colakoglu, 2014). La altura del salto del tren inferior se obtuvo aplicando la fórmula que aparece en la Figura 1.



Evaluación del ROM

Por problemas logísticos y de recursos, no se pudo disponer de un inclinómetro, optándose por realizar un protocolo de validación, similar al de otros estudios (Charltona, Mentiplaya, Puab, y Clarka, 2014), de una aplicación para teléfonos móviles con sistema operativo *IOS* denominada "*TiltMeter-advanced level and inclinometer*" instalada en un *Iphone 5*, teniendo como referencia un inclinómetro ISOMED, Unilevel-95 utilizando a tal efecto dicha aplicación. El protocolo de este estudio previo consistió en comparar angulaciones estáticas y musculares tanto con el inclinómetro como con el móvil, utilizando para las medidas estáticas distintas angulaciones de un banco y para las musculares, las medidas de las angulaciones de los isquiosurales, cuádriceps y

gemelos de un voluntario. Para la validación se calculó el coeficiente de correlación intraclass (*ICC*), siendo superior a 0,99 en ambos, y el error técnico de la medida (*TEM*) (Perini, Oliveira, Ornellas y Oliveira, 2005), obteniéndose una diferencia de 0,61° para las medidas estáticas y de 1,75° para las medidas musculares.

Por otra parte, se utilizó un procedimiento de dobles medidas de cada uno de los test de flexibilidad, obteniéndose la media de ambos valores. Al mismo tiempo se aplicó el criterio de que la diferencia de las dos medidas no podía ser superior al 5%; en su defecto se procedería a una tercera medida, escogiéndose los dos valores más próximos (Cejudo, Baranda, Ayala, Santonja, 2014).

Para la evaluación de la musculatura isquiosural se utilizó el test de la elevación de la pierna recta (EPR), como se observa en la Figura 2, que valora la flexibilidad de la musculatura isquiosural a través del ángulo de la flexión de cadera con rodilla extendida. El protocolo de medida constaba de la siguiente metodología: el sujeto se situaba en decúbito supino sobre una camilla; a continuación se colocaba el inclinómetro próximo al maléolo externo con la varilla en la línea que representa la bisectriz de la pierna; entonces el sujeto realizaba una lenta y progresiva flexión de la cadera con rodilla extendida, tomándose el valor angular de la máxima flexión que toleraba el sujeto o el momento en el cual la pelvis comenzaba a bascular en retroversión (Ayala, et al. 2013; Sölveborn, 1987; Cejudo, et al. 2014).



Figura 2. Test de elevación de la pierna recta.

En cuanto a la evaluación del rango de movimiento de la musculatura del cuádriceps, se utilizó el Test de Thomas modificado (Harvey, 1998) (Figura 3). En dicha prueba el sujeto se apoya en la camilla a la altura del hueso sacro, posteriormente realiza una flexión de cadera y de rodilla (llevándola hacia el pecho) de aquel miembro inferior que no va a ser medido. El experimentador que mide, coloca el inclinómetro en el cóndilo lateral externo de la rodilla del miembro a medir, prolongando la varilla en la bisectriz de la pierna de forma que el sujeto intente una flexión máxima de la articulación de la rodilla para obtener el resultado (Harvey, 2015; Cejudo, et al. 2014).



Figura 3. Test de Thomas modificado.

Por último, para evaluar el rango articular del gemelo, se utilizó el test de la zancada con pierna recta (Figura 4), el cual coincide con el estiramiento propuesto por Alter (2004). En esta prueba el sujeto se coloca en bipedestación, colocando los brazos sobre una superficie de apoyo y a una distancia de 4-5 pies de la pared, adelanta una pierna y flexiona la rodilla 90°, manteniendo la otra pierna rodilla totalmente extendida lo máximo posible con las plantas de los pies en contacto siempre con el suelo. El evaluador coloca el inclinómetro en el cóndilo lateral externo de la rodilla de la pierna extendida, prolongando la varilla en la bisectriz de la pierna para obtener el resultado (Munteanua, Strawhornc, Landorfa, Birda, Murleya, 2007; Cejudo, et al. 2014).



Figura 4. Test de la zancada con pierna recta.

Procedimiento

La muestra quedó formada por dos grupos homogéneos en cuanto a la capacidad de salto y ROM, ya que se les comparó estadísticamente, previo a la intervención, con excepción del ROM de los isquiosurales de ambas piernas donde $p < 0.05$. El grupo de control ($n=5$), que solo participaría en las mediciones pre-post test en relación a los saltos a medir y al ROM, realizó de forma normal su entrenamiento de fuerza, que consistió en un circuito de fuerza de tipo *funcional* con aplicación de ejercicios globales combinados donde intervienen grandes grupos musculares y el *core training*, con un volumen no superior a 4 series de 10 a 12 repeticiones, cuya intensidad estuvo determinada por la condición física de los sujetos. Este tipo de entrenamiento y sus características fue realizado con una frecuencia de tres días por semana en días no consecutivos (ACSM, 2007). Por su parte, el grupo experimental ($n=5$) fue sometido a la técnica FNP después del mismo entrenamiento de fuerza que el grupo control. Fueron grupos homogéneos debido a que se les comparó estadísticamente a partir de los resultados del pretest en cuanto a la capacidad de salto y el ROM, excepto en los isquiosurales cuya $p < 0.05$.

Programa de intervención.

La técnica de FNP auto-administrada utilizada en nuestro estudio es, con ligeras modificaciones, la ideada por Sölveborn (1987), dado que sus características definitorias se adecuan a nuestro objeto de estudio, ya que esta técnica incide en una fase donde el músculo agonista realiza una contracción isométrica precisamente cuando éste se está estirando.

En nuestro trabajo se modificó la duración de las fases que propone Sölveborn (1987) en función de nuestros objetivos. Esta técnica está compuesta por 3 fases:

1. Estiramiento auto-administrado con contracción isométrica de 10 s del músculo agonista.
2. Relajación de 5-6 s.
3. Estiramiento auto-administrado de 10 s del músculo agonista.

Los músculos en los cuales se aplicó la técnica anteriormente citada fueron los cuádriceps, isquiosurales y gemelos ya que son los principales grupos musculares que participan en el salto.

Para el estiramiento autoadministrado del cuádriceps se utilizó un ejercicio donde el sujeto parte de una posición erguida de bipedestación con apoyo de una mano en una superficie para mantener el equilibrio. El sujeto intentó flexionar la rodilla y con la mano homolateral cogerse el pie y tirar el talón hacia las nalgas como se observa en la Figura 5 (Alter, 2004).



Figura 5. Estiramiento de cuádriceps.

En cuanto al estiramiento para el músculo isquiosural, se utilizó un ejercicio que partía en posición monopodal con la pierna semi-extendida y la otra extendida apoyada en una base

formando ambas piernas un ángulo de 90°. El sujeto intentó realizar un flexión de tronco en dirección a la pierna elevada en la base de apoyo como se puede observar en la Figura 6 (modificado Alter, 2004).



Figura 6. Estiramiento de isquiosurales.

Para el estiramiento del gemelo se utilizó un ejercicio donde el sujeto se colocó en bipedestación a una distancia de 4-5 pies de la pared con los brazos extendidos y apoyados en la pared, adelantar una pierna y flexionar la rodilla 90°, manteniendo la rodilla contraria totalmente extendida y con las plantas de los pies en contacto siempre con el suelo tal y como se muestra en la Figura 7 (Alter, 2004).



Figura 7. Estiramiento de gemelos.

Con anterioridad a las mediciones del pretest, y una vez finalizada la sesión rutinaria de fuerza, se realizaron dos sesiones de familiarización con la técnica FNP auto-administrada.

En el periodo de intervención, el volumen total de la técnica de FNP por sesión fue alrededor de los 7 min, compuesto de 4 series con periodos de descanso de 30 s por cada músculo.

Análisis de datos

Otra variable que fue calculada a partir de los datos obtenidos fueron el Índice de Elasticidad (IE), entendido como el indicador del grado de aprovechamiento del ciclo de estiramiento-acortamiento en el contramovimiento comparando el SJ y CMJ, aplicando la siguiente fórmula: $(CMJ-SJ)/SJ*100$.

La segunda variable calculada a partir de los datos que se tuvo en cuenta, fue la potencia de salto estimada a través del peso corporal y la altura, utilizando la fórmula de Lara, Abián, Alegre, Jiménez, y Aguado (2006) para el CMJ y la de Sayers, Harackiewicz, Harman, Frykman, y Rosenstein (1999) para el SJ.

Análisis estadístico

Para la recopilación de los datos de las variables estudiadas se utilizó el programa informático Excel 2003 de Microsoft. El programa informático IBM SPSS Statistics 21 fue utilizado para el cálculo de estadísticos descriptivos de medias y desviaciones típicas. Para determinar la homogeneidad de los grupos experimental y control se utilizó el test Kolmogorov-Smirnof para cada grupo por separado dando como resultado una distribución no normalizada, probablemente por el número reducido de participantes, por lo que se procedió a la utilización de una prueba no paramétrica de 2 muestras independientes, utilizando la prueba U de Mann-Whitney. Para observar los efectos del tratamiento entre las pruebas pre-post de cada grupo y entre grupo, se utilizó la prueba estadística paramétrica, ANOVA de dos factores, uno de ellos de medidas repetidas.

Bibliografía

- Alter, M-J., (2004). *Los Estiramientos. Bases científicas y desarrollo de ejercicios.* (6ª ed.) Barcelona: Paidotribo.
- Arazi, H., Nia, F., Hakimi, M., and Mohamadi, M. (2012). The effect of FNP stretching combined with a resistance training on strength, muscle volume and flexibility in non- athlete male students. *Journal of Sport Science.* (1), 85-90.
- Ayala, F., Cejudo, A., Baranda, P., Santonja, F. (2013). Pruebas angulares de estimación de la flexibilidad isquiosural: descripción de los procedimientos exploratorios y valores de referencia. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 6(3), 120-128.
- Ayala, F., Sainz de Baranda, P., y Cejudo, A. (2012). El entrenamiento de la flexibilidad: técnicas de estiramiento. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte.* 5(3), 105-112.
- Cavagna, G., Duscman, B., and Margaria, R. (1968). Positive work done by a previously stretched muscle. *Journal of Applied physiology.* (24), 21-23.
- Cejudo, A., Baranda, P., Ayala, F., Santonja, F. (2014). A simplified version of the weight-bearing ankle lunge test: Description and test-retest reliability. *Manual Therapy*, (19), 355-359. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2014.03.008>.
- Charltona, P., Mentiplaya, B., Puab, Y.H. y Clarka, R. (2014). Reliability and concurrent validity of a Smartphone, bubble inclinometer and motion analysis system for measurement of hip joint range of motion. *Journal of Science and Medicine in Sport.* doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2014.04.008>.
- Ferreira, L., Schilling, B., Weiss, L., Fry, A., y Chiu, L. (2010). Reach height and jump displacement: implications for standardization of reach determination. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(6), 1596-1601.
- Finni, T., and Komi, P-V. (2002). Two methods for estimating, tendinous tissue elongation during human movement. *Journal of Applied Biomechanics.* (18), 180-188.

- Fletcher, I. M., & Anness, R. (2007). The acute effects of combined static and dynamic stretch protocols on fifty meters sprint performance in track-and-field athletes. *Journal of Strength and Condition Research*, 21, 784-787.
- Fowles, J. R., Sale, D. G., & MacDougall, J. D. (2000). Reduced strength after passive stretch of the human plantar-flexors. *Journal of Applied Physiology*, 89(3), 1179-1188.
- Gelen, E., Saygin, O., Karacabey, K., & Kilinc, F. (2008). Acute effects of static stretching on vertical jump performance in children. *International Journal of Human Sciences*, 5(1), 1-10.
- Harvey, D. (1998). Assessment of the flexibility of elite athletes using the modified Thomas test. *British Journal of Sport Medicine*, (32) 68-70.
- Kirmizigil, B., Ozcaldiran, B., y Colakoglu, M. (2014). Effects of three different stretching techniques on vertical jumping Performance. *National of Strenght and Conditioning Research*. 28(5)/1263-1271.
- Kubo, K., Kanehisa, H., Kawakami, Y., y Fukunaga, T. (2000). Elasticity of tendon structures of the lower limbs in sprinters. *Acta Physiology Scandinavian*. 168: 327-335.
- Kubo, K., Kawakami, Y., y Fukunaga, T. (1999). Influence of elastic properties of tendon structures on jump performance. *Journal of Applied physiology*. 87:2090-1999.
- Kubo, K., Yata, H., Kanehisa, H., y Fukunaga, T. (2006). Effect of isometric squat training on the tendon stiffness and jump performance. *European Journal of Applied physiology*. 96:305-314. doi: 10.1007/s00421-005-0087-3.
- Lara, A. J., Abián, J., Alegre, L. M., Jiménez, L. y Aguado, X. (2006). Assessment of power output in jump test for applicants to a sports sciences degree. *The Journal of Sports Medicine and Fitness*. 3 (46) 419-424.
- Miyahara Y., Ogura, Y., Naito, H., Katamoto, S., y Aoki, J. (2005) Effect of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching and static stretching on maximal voluntary contraction. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 37(5), 441.

- Mizuno, T., Matsumoto, M., y Umemura, Y. (2011). Viscoelasticity of the muscle-tendon unit is returned more rapidly than range of motion after stretching. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. doi: 10.1111/j.1600-0838.2011.01329.x.
- Munteanua, S., Strawhornc, A., Landorfa, K., Birda, A., y Murleya, G. (2009). A weightbearing technique for the measurement of ankle joint dorsiflexion with the knee extended is reliable. *Journal of Science and Medicine in Sport*. (12), 54-59. doi: 10.1016/j.jsams.2007.06.009.
- Nogueira, C-J., Galdino, L., Vale, R., Mello, D., Dantas, E. (2010). Acute effect of the proprioceptive neuromuscular facilitation method on vertical jump performance. *Biomedical Human Kinetics*. (2), 1-4. doi: 10.2478/v10101-010-0001-2.
- Pacheco, L., Balius, R., Aliste, L., Pujol, M., y Pedret, C. (2011). The acute effects of different stretching exercise on jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 25(11), 2991-2998.
- Perini, T., Oliveira, G., Ornellas, J., y Oliveira, F. (2005). Technical error of measurement in anthropometry. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 1(11).
- Place, N., Blum, Y., Armand, S., Muffiuletti, N., y Behm, D. (2013). Effects of a short Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching bout on quadriceps neuromuscular function, flexibility and vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182576ffe.
- Samozino, P., Morin, J.B., Hintzy, F., y Belli, A. (2008). A simple method for measuring forcé, velocity and power output during squat jump. *Journal of Biomechanics*, 41(14), 2940-2945.
- Sayers, S. P., Harackiewicz, D. V., Harman, E. A., Frykman, P. N., y Rosenstein, M. T. (1999). Cross-validation of three jump power equations. *American College of Sport Medicine*. 4(31) 572-577.
- Sölveborn S-A. *Stretching*. Barcelona: Martinez Roca; 1987.

- Wallmann, H. W., Mercer, J. A., y McWhorter, J. W. (2005). Surface electromyographic assessment of the effect of static stretching of the gastrocnemius on vertical jump performance. *Journal of Strength and Condition Research*, 19(3), 684-688.
- Winchester, J. B., Nelson, A. G., Landin, D., Young, M. A., y Schexnayder, I. C. (2008). Static stretching impairs sprint performance in collegiate track and field athletes. *Journal of Strength and Condition Research*, 22(1), 13-19.
- Young, W. B., y Behm, D. G. (2003). Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 43(1), 21-27.
- Young, W., y Elliot, S. (2001). Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, and maximal voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Res.Q.Exerc.Sport* (72):273-279.
- Yuktasir, B., y Kaya, F. (2007). Investigation into the long term effects of static and FNP stretching exercises on range of motion and jump performance. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. doi:10.1016/j.jbmt.2007.10.001.