



Influència de la temperatura i durada de la immersió aquàtica sobre el to muscular

Aplicacions en el rendiment esportiu

Ester Mur Gimeno

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tdx.cat) i a través del Dipòsit Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tdx.cat) y a través del Repositorio Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tdx.cat) service and by the UB Digital Repository (diposit.ub.edu) has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

**INFLUENCIA DEL ESTIRAMIENTO ESTÁTICO PASIVO FORZADO SOBRE EL
TONO MUSCULAR**

**Lleida A agustinlleida@hotmail.com, Mur E esther_mur@yahoo.com, Solé J
jsolef@gencat.cat, Díaz J juanjo_diaz4@hotmail.com, Vallejo L
lisvac@gmail.com**

Instituto Nacional de Educación Física de Barcelona (INEFC)

ABSTRACT:

En el contexto del entrenamiento es frecuente relacionar los ejercicios de estiramiento con un descenso del tono muscular (Cometti, 2005). A pesar de esto, encontramos investigaciones donde se pone en duda esta tendencia de pensamiento (Johansson 1999; Buroker 1989). Pero estos estudios, no especifican cómo se valoró el tono muscular. Con la aparición de la tensiomiografía (TMG), surge un nuevo instrumento que permite la determinación objetiva del tono muscular. El objetivo de este estudio es conocer la influencia del estiramiento estático pasivo forzado (EPF) en el tono muscular. **Método:** A través de un diseño experimental pre-post intrasujeto, para una muestra de 28 sujetos (14 hombres y 14 mujeres), de $22,5 \pm 3,4$ años, físicamente activos y pertenecientes a 3º de INEF Barcelona, se analizan los parámetros de desplazamiento muscular (Dm) y tiempo de contracción (Tc) del bíceps femoral de la pierna dominante, mediante la tensiomiografía. El tratamiento aplicado es el estiramiento EPF de 3 series de 45" con 15" de pausa. **Resultados:** No se han encontrado diferencias significativas ni en la modificación del tono muscular (Dm)_(P=0,929), ni en el tiempo de contracción (Tc)_(p=0,708). A su vez, tampoco se han hallado diferencias entre género (Hombres: Dm_(P=0,639) y Tc_(P=0,791) ; Mujeres: Dm_(P=0,628) y Tc_(p=0,803). **Discusión:** Los resultados de esta investigación proporcionan unos datos objetivos de la influencia que tiene el método EPF sobre el tono muscular y el tiempo de contracción, donde no se observa ninguna modificación. Como explica Shrier, I. (2002) la sensación de bienestar que se suele experimentar después de los estiramientos puede ser inducida por su efecto analgésico y no por un descenso del tono muscular. **Aplicación práctica:** Establecer los métodos y las cargas de estiramiento óptimos en función de las necesidades de nuestros deportistas en el entrenamiento.

Palabras clave: Estiramiento muscular, tono, Tensiomiografía.

ABSTRACT:

Within the context of training, it is common to relate stretching exercises to a reduction of muscle tone (Cometi, 2005). Despite this, we find investigations which throw doubt on this line of thought (Johansson 1999; Buroker 1989). These studies, however, do not specify how muscle tone was assessed. The advent of tensiomyography (TMG) has added a new instrument for providing an objective evaluation of muscle tone. The aim of this study is to ascertain the influence of forced static passive stretching (EPF) on muscle tone. **Method:** By means of an experiment of pre-post intra-subject design, on a sample of 28 subjects (14 men and 14 women), 22.5 ± 3.4 years old, physically active and belonging to the 3rd year of INEF Barcelona, the parameters of muscular displacement (Dm) and contraction time (Tc) of the femoral biceps of the dominant leg are analysed by means of tensiomyography. The treatment applied is the EPF stretching in 3 series of 45" with a 15" pause. **Results:** No significant differences were found, neither in the modification of muscle tone (Dm)_(P=0,929) nor in the contraction time (Tc)_(P=0,708). By the same token, neither were gender differences found (Men: DM_(P=0,639) and Tc_(p=0,791); Women Dm_(P=0,628) and Tc_(p=0,803)). **Discussion:** The results of this investigation provide objective data on the influence which the EPF method has on muscle tone and contraction time, where no modification is observed. As Shrier, I. (2002) explains, the feeling of well-being which is usually experienced after stretching can be induced by its analgesic effect and not by a lowering of muscular tone. **Practical application:** Establishing the methods and the optimum stretching loads as a function of the needs of our sportsmen during training.

Key words: muscular stretching, tone, Tensiomyography

1. INTRODUCCIÓN:

Los estiramientos son ejercicios en los cuales el músculo se ve sometido a una tensión de elongación (fuerza que lo deforma longitudinalmente), durante un tiempo variable y a una velocidad determinada. La duración de mantenimiento de dicha tensión o la magnitud de la misma son dos de las variables que condicionan el resultado final del estiramiento (Solana, 2007).

En el contexto deportivo, las finalidades que se relacionan con los estiramientos son diversas. Las más consensuadas son asegurar los grados de movilidad específica requeridos en la práctica deportiva, elevar la temperatura local de los músculos estirados, aumentar la circulación sanguínea, disminuir el tono muscular facilitando así los procesos de recuperación muscular y aumentar el margen de seguridad en las lesiones musculares y articulares. (Cometti, 2005; Solé, 2008).

En los últimos años, la comunidad científica ha mostrado su interés en intentar demostrar si los efectos que se atribuyen a los estiramientos son reales. Por ejemplo, es común incluir ejercicios de estiramiento como una parte del calentamiento antes de cualquier actividad intensa (Cornelius, Hagemann y Jackson, 1988; Murphy, 1986; Shellock & Prentice, 1985). Sin embargo, recientemente Cometti (2005), ha comprobado que no es indicado introducir técnicas de stretching antes de una competición, debido a que este proceso merma las prestaciones de fuerza, fuerza resistencia, velocidad, calidad de salto y no permite un correcto calentamiento muscular.

Otro campo de discusión se centra en la hipótesis que los estiramientos disminuyen el riesgo de lesión. En este aspecto aparecen estudios contradictorios. Pope, Herbert, Kirwan y Gram. (2000), en su estudio constataron que el estiramiento no tenía ningún efecto aparente sobre el riesgo de lesión. En otras experiencias los resultados son más ambiguos debido a la gran cantidad de variables que intervienen (Wiemann & klee, 2000).

Son muchos los estudios que han tratado de definir los parámetros óptimos de la carga de entrenamiento a través del diseño de diferentes rutinas de estiramientos (Bandy, Irion, Briggler, 1997 y 1998; Chan, Hong & Robinson, 2001; Roberts & Wilson, 1999; Rubley, Brucker, Ricard & Draper, 2001; Santonja, Sainz de Baranda, Rodríguez, López y Canteras, 2007), siendo la duración y la técnica de estiramiento los parámetros más investigados.

Bandy & Irion (1994), compararon la eficacia de 15, 30 y 60 segundos de estiramiento pasivo, concluyendo que 30 segundos era la duración más eficaz. A su vez, Roberts & Wilson (1999), Rubley et al. (2001) y Cipriani et al. (2003), valoraron la conveniencia de utilizar los siguientes protocolos concluyendo que en cada uno de los casos ambas duraciones eran igualmente efectivas para aumentar el rango de movimiento pasivo. 6 series de 5 segundos o 1 serie de 30 segundos; 9 repeticiones de 5 segundos o 3 repeticiones de 15 segundos; 6 series de 10 segundos o un programa de 2 series de 30 segundos.

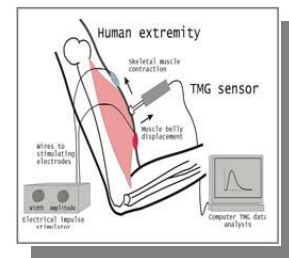
En todos los casos las conclusiones son convergentes y lo que parece quedar claro es que durante los primeros 12-18 segundos se consiguen las adaptaciones más importantes. Proseguir con el estiramiento no supondrá modificaciones elevadas (Taylor, Dalton, Seaber y Garret, 1990).

De la misma manera que a lo largo de los años se han realizado numerosos estudios sobre el tiempo óptimo de estiramiento también podemos encontrar la relación que estos tienen con los niveles de fuerza. Prácticamente todos los autores han llegado a la conclusión que una serie de estiramientos estáticos tiene un efecto negativo en esta capacidad. Wiemann y Klee (2000) encontraron un descenso en la velocidad tras una serie de estiramientos. Del mismo modo, Fowles, Sale y MacDougall (2000) hallaron, tras el estiramiento, un descenso significativo en los niveles de fuerza y en la misma línea se desarrolló la investigación de Kokkonen (1998), donde se observó la correlación negativa entre stretching y resistencia de fuerza.

Se debe resaltar la importancia que tiene el averiguar cómo un trabajo de flexibilidad puede modificar la stiffness o complianza del músculo y provocar cambios en su tono. Su conocimiento será fundamental a la hora de planificar un entrenamiento.

A finales del siglo pasado aparece una nueva tecnología para medir de forma objetiva el tono muscular, la tensiomiografía. El autor de referencia es Valencic (1990, 1997 y 2001), la técnica que presenta está basada en la cuantificación de los desplazamientos radiales del vientre muscular en respuesta a un solo estímulo eléctrico.

Imagen 1. Valoración TMG

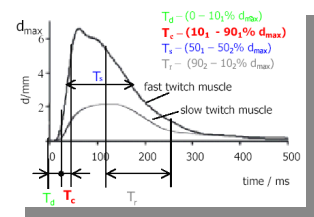


La valoración del tono muscular se realiza a través del registro de los parámetros tiempo y máximo desplazamiento del músculo durante su contracción, que quedan representados mediante la curva tiempo/desplazamiento.

A través de la aplicación del protocolo de Tous, J. et al (2010), se obtienen diferentes parámetros para su posterior interpretación, estos son:

- Tiempo de reacción (T_d),
- Tiempo de contracción (T_c),
- Desplazamiento máximo (D_m),
- Tiempo de relajación (T_r),
- Tiempo de duración de contracción (T_s)

Imagen 2. Curva tiempo/desplazamiento



Como puede apreciarse en la imagen 2, el software nos permite graficar las anteriores variables en una curva de tiempo / desplazamiento. Su seguimiento nos permite controlar los efectos de las cargas de entrenamiento. Reilly y Mújica (2006), emplean esta técnica como herramienta de prevención de lesiones en deportes de élite como el fútbol. A través del TMG detectan desequilibrios musculares y asimetrías entre extremidades. Recientemente, Moreno et al. (2008), estudian el D_m , T_c y V_c (velocidad de contracción en mm/ms) tratando de explicar el comportamiento de la fatiga en esgrimistas. Uno de los últimos trabajos publicados, es el realizado por Tous et al.,

(2010), donde se examina la fiabilidad entre evaluadores de las propiedades contráctiles del vasto medial utilizando TMG. Los resultados obtenidos muestran que no se observaron diferencias significativas. En intra-evaluador la fiabilidad de los diferentes parámetros fue buena, a excepción de Tr, que registró el menor índice de correlación (0,77). El mayor índice de fiabilidad lo dio el Dm con un (0,96-0,97).

El desarrollar este estudio resultó de gran interés para tratar de examinar de forma objetiva los efectos que tiene la amplitud de movimiento estática pasiva forzada en el desplazamiento muscular sobre sujetos físicamente activos. Se comprobaron los efectos resultantes del protocolo de estiramiento inmediatamente después del mismo, utilizando medidas pre y post test.

2. MÉTODO:

Diseño: Se utilizó un método experimental de pre - post intrasujeto. Donde la variable independiente fue el protocolo de estiramiento estático pasivo forzado, y las dependientes, el desplazamiento muscular (Dm) y el tiempo de contracción (Tc).

Sujetos: El Instituto Nacional de Educación física facilitó la muestra. 28 sujetos (14 hombres y 14 mujeres) físicamente activos, pertenecientes a 3º de INEF Barcelona, de $22,5 \pm 3,4$ años. Fue requisito indispensable que los sujetos no presentaran ninguna lesión a nivel de la extremidad a evaluar en los últimos 6 meses y haber firmado a hoja de consentimiento.

Material: El instrumento principal fue el Tensiomiógrafo GK40, validado por TMG – BMG, que incorpora el Software informático.

Imagen 3. Software TMG

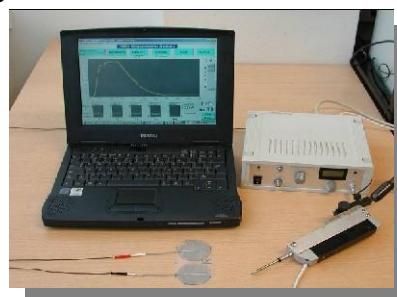
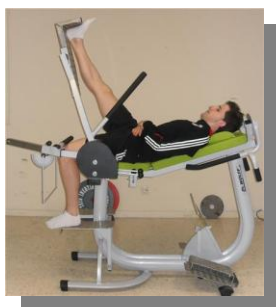


Imagen 4. Dr. Wolf



El instrumento para realizar el estiramiento estático forzado fue la máquina Dr. Wolf modelo Flex-Check 656. Este producto está homologado según la directiva 93/42/CEE relativa a los productos sanitarios.

Procedimiento: El estiramiento fue realizado en el bíceps femoral de la pierna dominante del sujeto mediante la maquina del Dr Wolf.

Imagen 4. Colocación sujeto



Siguiendo la bibliografía determinamos como tiempo óptimo de protocolo de estiramiento 3 series de 45" con 15" de descanso entre series. Para realizar la valoración de las variables se siguió el protocolo propuesto por Tous et al. (2010). Ver imagen 4 para la correcta colocación del sujeto. Se realizó un protocolo de medición a frecuencias bajas (50mA) en el que se iba incrementando la intensidad en rangos de 10, hasta llegar a la frecuencia máxima

(110mA). El sujeto en ningún caso fue avisado en el momento de la descarga.

Tratamiento estadístico: Para el tratamiento estadístico se utilizó el software SPSS v.15. Para comenzar, se exploraron los estadísticos descriptivos y depuración de datos para todas las variables (Edad, peso, altura, género, Dm pre forzado, Dm post forzado, Tc pre forzado, Tc post forzado). A continuación se comprobó la normalidad de los datos de la muestra (Shapiro-Wills) y la fiabilización inter observador (entre el observador y un experto), mediante la ANOVA de 1 factor. A partir de T test de muestras relacionadas y ANOVA de 1 factor se analizaron las diferencias significativas entre los pre test y post test y entre género.

* Los niveles de significación establecidos para la aprobación o rechazo de las hipótesis alternativas $p \leq 0,05$.

3. RESULTADOS:

En la tabla 1, se presentan los estadísticos descriptivos (media, desviación estándar, máximo y mínimo) y exploración (depuración de datos) para todas las variables (edad (años), peso (Kg.), altura (cm), dm pre forzado y dm post forzado (ambos en mm), Tc pre forzado y Tc post forzado (ambos en ms.)).

Tabla 1. Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Tip.
edad	28	20	34	22,57	3,415
peso	28	51	95	66,39	10,012
altura	28	156	200	171,54	10,415
desplazamiento muscular pre forzado	28	3,17	9,17	5,7971	1,79230
desplazamiento muscular post forzado	28	2,18	10,20	5,8154	2,09158
tiempo de contracción pre forzado	28	9	27	15,21	5,903
tiempo de contracción post forzado	28	9	30	15,00	6,864

Se procede a comprobar la normalidad de la muestra (a través de Shapiro-Wills) y se observa cómo, las variables altura ($p = 0,146$) y desplazamiento muscular post forzado ($p = 0,245$) siguen una distribución normal. El resto de las variables estudiadas, no siguen una distribución normal (valores de $p \leq$).

A continuación, se analizan las diferencias inter observador, entre el observador y el experto, mediante una ANOVA de 1 factor. La prueba de fiabilidad muestra que no existen diferencias significativas inter observador para las variables desplazamiento muscular (nivel de significancia=0,148) y tiempo de contracción (nivel de significancia=0,502).

Tabla 2. Prueba de muestras relacionadas

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación tip.	Error tip. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Superior	Inferior			
Par 1	desplazamiento muscular pre forzado - desplazamiento muscular post forzado	-,01821	1,07558	,20327	-,43528	,39885	-,090	27	,929
Par 2	tiempo de contracción pre forzado - tiempo de contracción post forzado	,214	2,998	,567	-,948	1,377	,378	27	,708

En la tabla 2, se comprueba que no existen diferencias significativas entre el pre test y post test de los pares de muestras

relacionadas. Desplazamiento muscular pre – post forzado (nivel de significancia =0,929) y tiempo de contracción pre – post forzado (nivel de significancia =0,708). Realizando el mismo análisis entre el género, y para las variables (Dm y Tc) en el pre y el post, se comprueba que las diferencias no son significativas. Los niveles de significancia obtenidos son Dm ($p = 0,639$) y Tc ($p = 0,791$) para los hombres; mientras que para las mujeres son Dm ($p = 0,628$) y Tc ($p = 0,803$). En el gráfico 1, se

pueden observar dichas diferencias, no significativas, entre mujeres y hombres para el desplazamiento muscular; mientras que el gráfico 2, muestra las diferencias en el género, para el tiempo de contracción.

Gráfico 1. Diferencias Dm por género

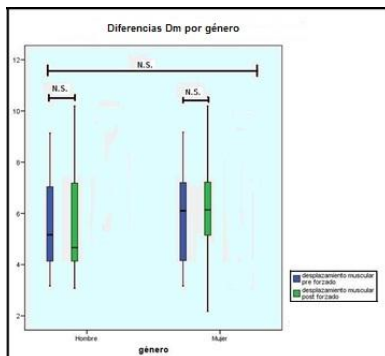
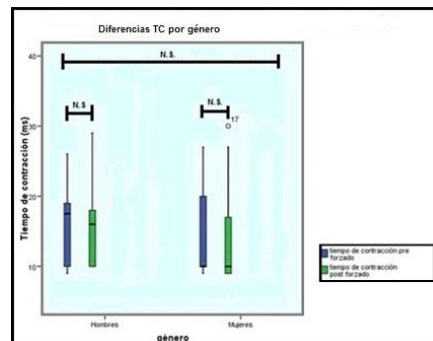


Gráfico 2. Diferencias Tc por género



4. DISCUSIÓN:

En el contexto de la teoría del entrenamiento es aceptado que los estiramientos son necesarios para favorecer una buena recuperación después de una competencia o de un entrenamiento. Uno de los aspectos que se relacionan con el estiramiento es la disminución del tono muscular. (Cometti 2005). En esta misma línea, Guissard, Duchateau y Hainaut (1988), muestran que los estiramientos favorecen la relajación muscular debido a una disminución de la actividad de las motoneuronas. En nuestro estudio, no hemos encontrado diferencias significativas del Dm y el Tc entre el pre y el post del estiramiento. No encontramos relación entre el estiramiento estático pasivo forzado con el descenso en el tono muscular. Nuestros resultados coinciden con los obtenidos en los estudios de Buroker y Schwane (1989), y Johansson et al. (1999). En dichos estudios, la metodología empleada para valorar el tono muscular no queda especificada. El presente estudio, ha demostrado de forma objetiva, mediante el uso de la TMG, la no relación entre disminución del tono muscular y estiramiento estático pasivo forzado. Este hecho contradice la sensación, subjetiva, de bienestar del deportista tras realizar el estiramiento. Dicha percepción de confort, podría explicarse como producto del efecto analgésico definido por Shrier (1999), y no tanto por un descenso real del tono muscular.

En referencia a los resultados obtenidos en el tiempo de contracción (Tc), los valores obtenidos no muestran diferencias significativas en el tratamiento propuesto. En controversia con nuestros resultados, Wiemann y Klee (2000) hallan un descenso del rendimiento en sprints, tras un trabajo de stretching. Del mismo modo, Fowles et al. (2000) exponen resultados similares en la valoración de la fuerza posterior a un trabajo de estiramiento.

Podemos llegar a la conclusión, según los resultados obtenidos, de que el Tc no correlaciona con el rendimiento de la velocidad. Este hecho, creemos, podría ser debido a que lo valorado a través de la tensiomiografía son procesos neuromusculares y no estructurales. A su vez, tenemos indicios de que el timer del TMG no es lo suficientemente preciso para valorar este Tc. Por lo que sería

conveniente investigar si este hecho pudiera modificar los resultados obtenidos para esta variable. Uno de los fenómenos estructurales más determinante sería el “creeping”, descrito por Wydra (1997). El hecho de que durante un estiramiento extenso y prolongado el tendón se alargue, implica la reorganización de las fibrillas de colágeno que podría explicar el efecto negativo del stretching sobre el ejercicio.

Observando lo que comúnmente se aplica en la práctica deportiva y profesional, y siguiendo las directrices de la bibliografía se ha decidido que para una primera valoración la carga idónea sea 3 series de 45”. Será oportuno conocer si aumentando esta carga los resultados obtenidos se diferencian significativamente de los obtenidos en el presente estudio. A su vez, convendría conseguir diferenciar entre cargas de entrenamiento para la mejora del ADM y cargas para la relajación del tono muscular.

Otro aspecto interesante a mencionar, son las posibles diferencias que pueden existir en el comportamiento del tono muscular entre hombres y mujeres. Al comparar la modificación del tono muscular entre género, en nuestra investigación, no se han hallado diferencias significativas. En lo que corresponde a la bibliografía, existen algunos estudios como el de Nyland, Kocabey y Caborn (2004) que compararon los niveles de flexibilidad entre género, llegando a la conclusión que las mujeres manifiestan una mayor amplitud de movimiento a nivel de isquiotibiales que los hombres. Sin embargo, no hemos podido constatar estudios que valoren la influencia del estiramiento en el tono muscular, comparando hombres y mujeres como en nuestro estudio. Si bien no hemos hallado diferencias significativas en los resultados obtenidos de pre y post, también es cierto que hemos podido observar una tendencia, no significativa, en las mujeres a obtener un registro del tono basal más bajo. No podemos afirmar si este fenómeno influye en el comportamiento de las variables, ya que habría que estudiar, en posteriores investigaciones, si la longitud de las extremidades valoradas y la composición corporal del individuo es un factor determinante en el comportamiento de las variables.

Para finalizar, habrá que seguir profundizando en el estudio del comportamiento del tono muscular tras el estiramiento y añadir nuevos tipos de estiramiento, para poder observar si las variables se comportan del mismo modo. De esta manera, se podrá realizar una transferencia al mundo profesional y la práctica deportiva, y obtener unos resultados óptimos en el rendimiento de nuestros deportistas.

5. REFERENCIAS:

- Bandy, W.D. & Irion, J.M. (1994). The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Physical Therapy*, 74(9), 845-850.
- Bandy, W., Irion, J. & Briggler, M. (1997). The effect on time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Physical Therapy*, 1090-1096.
- Bandy, W.D., Irion, J.M., Briggler, M. (1998). The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 27(4), 295-300.
- Buroker, K. & Schwane, J. (1989) Does postexercise static stretching alleviate

- delayed muscle soreness?. *Physician & Sportsmedicine*, vol. 17(6), 65-66;69;72;76;81-83 8p.
- Chan, S.P., Hong, Y. & Robinson, P.D. (2001). Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 11, 81-86.
- Cipriani, D., Abel, B. & Pirwitz, D. (2003). A comparison of two stretching protocols on hip range of motion: implications for total daily stretch duration. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2), 274–278.
- Cometti, G. (2005). Los límites del stretching en el desempeño deportivo. *Stadium*, 193, 3-27.
- Cornelius, W.L., Hagemann, R.W. & Jr., Jackson, A.W. (1988). A study on placement of stretching within a workout. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 28, 234.
- Fowles, JR., Sale, DG. & MacDougall, JD. (2000). Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *Journal of Applied Physiology*, 89, 1179-1188.
- Guissard, N., Duchateau, J. & Hainaut K., (1988). Le stretching musculaire: aspects neurophysiologiques et biomecaniques. Muscle stretching exercises: neurophysiological and biomechanical aspects. *Annales de Kinesithérapie Vol. 15* (10), 469-474
- Moreno, D et al. (2008 February) Tensiomiographic analysis of shortterm muscular fatigue induced by specific training in fencing. *Book of Abstracts, 1st International Congress on Science and Technology in Fencing. Barcelona*, 15-17.
- Murphy, P. (1986) Warming up before stretching advised. *Physical of Sports Medicine*, 45.
- Nyland, J., Kocabay, Y., & Caborn, D. (2004). Sex differences in perceived importance of hamstring stretching among high school athletes. *Perceptual & Motor Skills*, 99(1), 3-11.
- Pope, R.P., R.D. Herbert, J.D. Kirwan, & B.J. Graham (2000). A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Med Sci. Sports Exerc.* 32, 271–277.
- Reilly T, Mujika I. (2006). Science and football in an applied context. *ICSSPE Bull*, 47, 8-14.
- Roberts, J. & Wilson, K. (1999). Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. *British Journal of Sports Science*, 33, 259-263.
- Rubley, M.D., Brucker, J.B., Ricard, M.D. & Draper, D.O. (2001). Flexibility retention 3 weeks after a 5-day training regime. *Journal of Sports Rehabilitation*, 10, 105-112.
- Santonja, F., Sainz de Baranda, P., Rodríguez, P.L., López, P.A. & Canteras, M. (2007). Effects of frequency of static stretching on straightleg raise in elementary school children. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 47(3), 304-308.
- Shellock, F. & Prentice, W.E. (1985). Warm-up and stretching for improved physical performance and prevention of sport related injury. *Sports Medicine*, 2, 267-278.

- Solana, M. (2007). Estiramientos: Apuntes metodológicos para su aplicación. *Revista de psicología, ciències de l'educació i de l'esport*, 21, 203-222.
- Solé, J. (2008). *Teoría del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Sicropat Sport.
- Shrier, I. (2002). *Does stretching help prevent injuries*. London: BMJ Books.
- Taylor, D.C., Dalton, J.D., Seaber, A.V. & Garret, W.E. (1990). Viscoelastic properties of muscle-tendon units. *American Journal of Sports Medicine*, 18, 300-309.
- Tous-Fajardo, J. et al (2010). Inter-rater reliability of muscle contractile property measurements using non-invasive tensiomyography. *J Electromyogr Kinesiol* doi:10.1016/j.jelekin.
- Valencic (1990). Direct measurement of skeletal muscle tone. Retrieved February 3, 2010, from <http://www.tmg-spain.com>.
- Valencic, V. & Knez, N. (1997). Measuring of skeletal muscle's dynamic properties. *Artif Organs*; 21(3), 240-2.
- Valencic (2001). Tensiomyography: detection of skeletal muscle response by means of radial muscle belly displacement. Retrieved February 3, 2010, from <http://www.tmg-spain.com>.
- Wiemann, K. & Klee, A. (2000). Stretching e prestazioni sportive di alto livello. *Scuola Dello Sport*, 49, 9-15.
- Wiemann K., Klee A. (2000). The significance of stretching as a part of the warming-up phase prior to maximal performances. *Leistungssport*, 30(4), 5-9.
- Wydra, G. (1997) Stretching - ein überblick über den aktuellen stand der forschung (Le stretching: un coup d'oeil sur l'etat actuel de la recherche). *Sportwissenschaft*, 27(4), 409-427.