

P. Calle Fuentes<sup>1</sup>  
M. Muñoz-Cruzado y Barba<sup>2</sup>  
D. Catalán Matamoros<sup>3</sup>  
M.T. Fuentes Hervías<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Licenciado en Educación Física.  
Doctorando en el Departamento  
de Psiquiatría y Fisioterapia.  
Universidad de Málaga.

<sup>2</sup>Fisioterapeuta. Profesor y  
Doctorando en el Departamento  
de Psiquiatría y Fisioterapia.  
Universidad de Málaga.

<sup>3</sup>Fisioterapeuta. Profesor del  
Departamento de Enfermería y  
Fisioterapia. Universidad de Almería.

<sup>4</sup>Fisioterapeuta. Directora del  
Centro de Valoración del Daño  
Corporal de Málaga.

**Correspondencia:**  
Daniel Catalán Matamoros  
Departamento de Enfermería  
y Fisioterapia  
Universidad de Almería  
Crta. Sacramento. s/n.  
04120 Almería  
Correo electrónico:  
dcatalan@ual.es

Fecha de recepción: 23/1/06  
Aceptado para su publicación: 30/6/06

---

## Los efectos de los estiramientos musculares: ¿qué sabemos realmente?

*The effects of muscular stretching: what do we really now?*

### RESUMEN

Los estiramientos musculares son una parte esencial en los programas de fisioterapia y planificaciones deportivas. Los argumentos para su inclusión son diversos: *a)* mejora de la amplitud de movimiento articular; *b)* disminución del tono muscular; *c)* mejora de los niveles de actividad físico-deportiva, y *d)* prevención de lesiones musculares, etc. Sin embargo, los beneficios antedichos no se corresponden con un aceptable nivel de evidencia experimental. A partir de algunas de las conclusiones de los estudios consultados al respecto, parece existir suficientes evidencias para una revisión crítica de algunos de los componentes teórico-prácticos relacionados con los estiramientos.

### PALABRAS CLAVE

Estiramientos musculares; Fisioterapia; Actividad físico-deportiva.

### ABSTRACT

*Muscular stretching is an essential part within physiotherapy programs and sport plans. Arguments for inclusion are various: a) improvement of joint movement ampliteness; b) decrease of muscular tone; c) improvement of sport-physical activity practice, and d) prevention of muscular injuries, etc. Nevertheless, these benefits do not keep up a correspondence with an acceptable evidence based level. From some conclusions of the revised studies, it seems to exist enough evidence for a critic review of some of the theoretic-practical components related to stretching.*

### KEY WORDS

*Muscular stretching; Physiotherapy; Sport-physical activity.*

## INTRODUCCIÓN

En general, se considera que el desarrollo insuficiente de la amplitud de movimiento como consecuencia de una musculatura acortada es un factor que impide o dificulta el aprendizaje de determinadas habilidades motoras y el desarrollo o la aplicación de otras cualidades básicas motoras, como la fuerza, la coordinación, la velocidad y la resistencia<sup>1,2</sup>.

Con el fin de prevenir y tratar los desórdenes de esta índole, diversos autores crearon toda una serie de ejercicios que aún hoy en día aparecen en la literatura bajo diferentes acepciones: *ejercicios de flexibilidad*<sup>1</sup>, *ejercicios para mejorar la movilidad*<sup>3</sup> o *stretching*<sup>4-6</sup>, decidiéndonos en nuestro trabajo por el término más descriptivo de *estiramiento muscular*<sup>7</sup>.

Estos ejercicios han interesado tanto a fisioterapeutas como entrenadores deportivos, educadores físicos y científicos del deporte. Las razones aducidas para su puesta en práctica son muy diversas, lo que ha motivado la aparición de multitud de métodos, dependiendo del problema que se pretende tratar. Sin embargo, algunos autores han puesto de manifiesto que los componentes teórico-prácticos de los estiramientos, que han motivado su aceptación generalizada, están más bien basados en datos de carácter empírico que puramente experimental<sup>4,8-11</sup>.

## OBJETIVOS

Nuestro objetivo consiste en enumerar los diferentes efectos atribuidos a los estiramientos musculares que aparecen con más asiduidad en la literatura especializada, para un posterior análisis crítico a partir de los resultados obtenidos en algunos de los trabajos consultados al respecto:

1. Estirar como forma de aumentar la amplitud de movimiento articular.
2. Estirar para disminuir la rigidez muscular o *resistencia muscular de reposo al estiramiento* (RMRE).
3. Estirar para tratar desequilibrios musculares.
4. Estirar como forma de aumentar la longitud muscular.

5. Estirar para disminuir el tono muscular.
6. Estirar para optimizar la recuperación muscular.
7. Estirar para evitar la aparición de las *agujetas*, denominadas actualmente de forma más rigurosa como *molestias musculares de aparición demorada* (MMAD) o *dolor muscular postejercicio de aparición tardía* (DOMPAT).
8. Estirar para prevenir lesiones músculotendinosas.
9. Estirar como preparación de la musculatura para la actividad físico-deportiva.

## METODOLOGÍA

Se ha realizado una revisión bibliográfica en la literatura actual usando diversas bases de datos tales como MEDLINE, PEDRO y Cochrane. Los resultados obtenidos se han dividido atendiendo a la enumeración expuesta en el apartado de objetivos.

## RESULTADOS

### Estirar como forma de aumentar la amplitud de movimiento

Todas las técnicas de estiramientos consiguen aumentar la amplitud de movimiento articular<sup>5,11-13</sup>. La razones de esta ganancia en amplitud de movimiento, muy al contrario de lo que se pensaba, no parece ser el resultado de un cambio estructural del músculo, sino que, tal como dice Cometti<sup>5</sup>, citando los resultados de trabajos de Wiemann (1997) y Magnusson (1998), todo parece residir en una progresiva elevación periférica y central de la tolerancia al dolor producido por el estiramiento, con una consiguiente elevación de la amplitud de movimiento.

A su vez, en la anteriormente descrita ganancia de arco de movimiento articular parece tener importancia la posición del miembro al ser estirado. A este respecto, en un experimento realizado por Klee y Wiemann<sup>14</sup>, se ha demostrado que cuando los isquiotibiales son estirados con la pierna perpendicular al suelo, la magnitud de amplitud de movimiento es mayor, como consecuencia del mayor retorno de fluidos del músculo por acción de la gravedad, mientras que, si se anula la acción de la gravedad, realizando el estiramiento con el miembro paralelo al suelo, la amplitud de movimiento es menor.

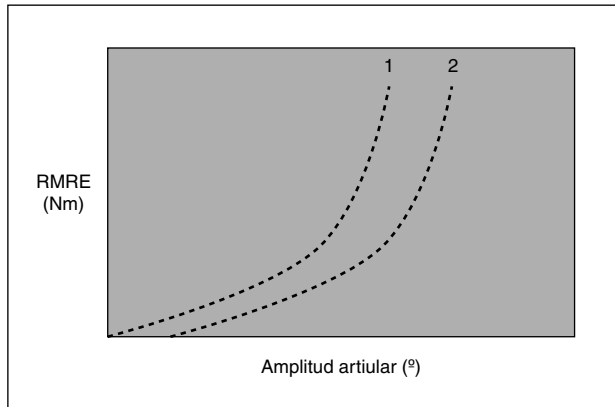


Fig. 1. Desplazamiento hacia la derecha de la curva de RMRE expresado como el momento de fuerza que opone el músculo a partir de un movimiento angular sobre una articulación al realizarse un estiramiento.

### Estirar para disminuir la rigidez muscular o resistencia muscular de reposo al estiramiento (RMRE)

Fue a partir de Dordel (1975), basándose en los experimentos de Rampsey y Street (1940) con fibras musculares aisladas de rana, que se relaciona a los estiramientos con una disminución de la rigidez muscular (stiffness), entendida como una disminución de la resistencia al estiramiento por parte de éste. Estos dos autores estiraron las fibras musculares aisladas hasta un 160 % de la longitud de reposo, nivel en el que los filamentos de actina y miosina no pueden contactar, observando que hasta este nivel de estiramiento el músculo recuperaba su forma inicial; sin embargo, a niveles del 200 % de la longitud de reposo la fibra muscular no recuperaba completamente su forma inicial. Aún cuando estiramientos tan intensos no son posibles in vivo, pruebas realizadas en los isquiotibiales sólo permitieron estiramientos de hasta el 140 % con respecto a la longitud de reposo<sup>15</sup>, los resultados de este experimento fueron transferidos a humanos con la esperanza de obtener mediante estiramientos una deformación plástica con una concomitante disminución de la rigidez muscular o *resistencia muscular de reposo al estiramiento* (RMRE) al desarrollarse dicha situación bajo una inactivación neuromus-

cular. En esta misma línea, Cometti<sup>4</sup>, citando un trabajo de Magnusson (1998), expone cómo en la realización de una sesión de estiramiento aislada se produjo una disminución de la rigidez muscular, observándose un desplazamiento hacia la derecha de la curva de RMRE (fig. 1). Sin embargo, este mismo autor expone que dicho efecto desaparece tras una hora de finalizar el estiramiento. Además, este mismo autor describe como tras una exposición continuada a estiramientos, como es el caso concreto en deportistas o pacientes (tres sesiones de estiramientos por semana durante tres semanas), no pudieron detectarse cambios significativos en la rigidez o comportamiento viscoelástico del músculo (fig. 1).

Igualmente, Wiemann<sup>10</sup> experimentó con un programa de estiramientos estáticos y dinámicos de la musculatura isquiotibial (3 veces por semana con una duración de 15 minutos durante 10 semanas), detectando en todos los sujetos un aumento de la amplitud articular, permaneciendo el nivel de RMRE igual en todos los grupos, observando en las mujeres hasta una tendencia a la elevación de ésta.

Freiwald<sup>8</sup> describe que es posible hasta un aumento de la rigidez muscular tras la realización de estiramientos musculares intensos de forma crónica. La razón de este fenómeno estriba en que la tensión que implica estirar de forma reiterada un músculo es interpretada como algo nocivo para la integridad estructural, lo que provoca una respuesta adaptativa en forma de una elevación de la RMRE. Esta respuesta parece estar mediada, según Cometti<sup>4</sup>, citando el trabajo de Babasch et al (2002), por las microrupturas a las que se ven sometidos algunos de los elementos fibrilares del músculo, como es el caso de la desmina. El hecho de que en ejercicios excéntricos, donde se expone la estructura del músculo a tensiones similares a la de los estiramientos, se hayan detectado ruptura de estos filamentos con una posterior elevación de los niveles iniciales, podría aclarar este fenómeno. Por otro lado, Wiemann (1998) observó un aumento en la fuerza máxima del músculo que ha sido estirado de forma crónica. La explicación parece residir en un mecanismo adaptativo estructural de algunos de los componentes proteicos musculares como la miosina, actina y titina debido igualmente a las microlesiones musculares provocadas por los estiramientos, lo que conlleva un

aumento de la capacidad de generar fuerza muscular, aunque también, a una elevación del nivel de RMRE.

### Estirar para tratar desequilibrios musculares

El término desequilibrio muscular como causa de trastornos funcionales en el ámbito artromuscular fue creado por Weber a principio de los 80. Para un mejor comprensión de este fenómeno, y tras la revisión de varios estudios al respecto<sup>9,16,17</sup>, hemos acordado en describir desequilibrio muscular como:

*La relación o cociente existente entre los pares de fuerzas desarrollados por algunos grupos de músculos dentro de un sistema artromuscular determinado y, que por apartarse de una cierta normalidad estadística, es potencialmente patogénico dentro de dicho sistema.*

Dicha definición presupone la existencia de una situación homeostática o de *relación óptima* entre algunos grupos de músculos, de suerte que cualquier situación apartada de este equilibrio original iría, por tanto, emparejada a una carga de carácter afisiológico potencialmente patogénica en algunas de las estructuras o elementos del sistema artromuscular: cartílago articular, tendones, propio músculo, etc., siendo, a su vez, el infrauso, sobreuso, alteración o lesión de dicho sistema la causa primaria desencadenante de este desequilibrio. Bajo este paradigma teórico, varios autores, entre los que destacan Janda (1976, 1986) y Kendall (1985), han intentado operativizar la magnitud de dichos desequilibrios para un mejor diagnóstico y tratamiento, elaborando toda una serie de pruebas o tests funcionales motores basados en el análisis del estado de acortamiento muscular y mediciones manuales de fuerza muscular. Dichas consideraciones se sustentaban en toda una serie de hallazgos de carácter histológico y fisiológico del músculo. La tendencia a acortarse o debilitarse de algunos músculos parecía ir determinado por el tipo de fibra predominante, clasificando los músculos en tónicos, con predominancia de fibras tipo I o de contracción lenta y función principalmente antigravitatoria o postural, y fásicos, con predominancia de fibras del tipo II o de contracción rápida y con una función más dinámica. Los

músculos tónicos tendían a acortarse, debiendo ser tratados con estiramientos, y los fásicos a debilitarse, debiendo ser tratados mediante ejercicios de fortalecimiento. Para una mejor visualización de lo expuesto con anterioridad, recurriremos a una de las situaciones de desequilibrio muscular que de forma más recurrente aparecen en la práctica diaria: la basculación pélvica anterior y consecuente hiperlordosis lumbar debido al desequilibrio muscular existente entre psoas ilíaco (acortado) y musculatura abdominal y glúteo mayor (debilitado). El hallazgo de este cuadro se relaciona normalmente con la aparición de dolores lumbares. Desde el paradigma teórico expuesto por estos autores, la solución a esta situación pasa por la realización de estiramientos en el psoas ilíaco y el fortalecimiento de la musculatura abdominal y del glúteo mayor. Sin embargo, ni los estudios histológicos realizados con biopsias musculares permiten sustentar esta teórica distribución del funcionamiento muscular a partir del tipo de fibra muscular predominante<sup>17,18</sup>, ni, principalmente a partir de los trabajos llevados a cabo por Wiemann<sup>9,10,19</sup>, puede afirmarse de forma definitiva que los ejercicios de estiramientos y de fuerza deban distribuirse de la forma anteriormente descrita. Este autor ha puesto de manifiesto como los estiramientos pueden llegar a ser hasta contraproducentes, ya que, como se ha expuesto, éstos podrían elevar a largo plazo el nivel de RMRE y de fuerza máxima muscular del psoas ilíaco, provocando un aumento de la rigidez y acortamiento en éste. La solución terapéutica expuesta por este autor consistiría en el fortalecimiento de la musculatura abdominal y el glúteo mayor, la no realización de estiramientos musculares en la zona acortada, seguido de una serie de recomendaciones sobre los hábitos posturales y motrices diarios, para que dichas intervenciones provoquen una adaptación duradera y subsiguiente desaparición del desequilibrio muscular.

### Estirar como forma de aumentar la longitud muscular

Cuando se ha querido dar un sustento científico a la hipótesis de que estirar el músculo puede aumentar la longitud de éste, se ha recurrido principalmente a las

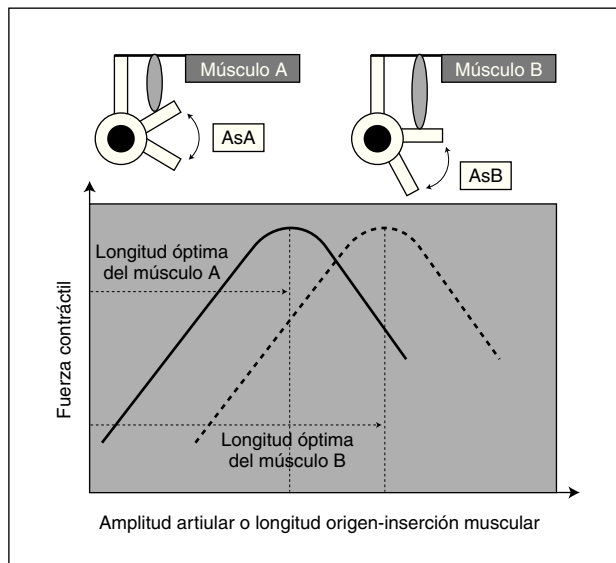


Fig. 2. Distribución de los trabajos según el tipo de institución originaria.

Conclusiones de los experimentos con animales realizados por Tabary y cols (1972) y Golspink y cols. (1971, 1974, 1994). Estos autores observaron un aumento o disminución de la longitud de las fibras musculares tras exponer la extremidad de un animal a un estiramiento o acortamiento continuo durante largos periodos de tiempo. Este aumento o disminución de la longitud muscular era consecuencia de cambios en la longitud de las fibras musculares y un aumento del número de sarcómeros en serie. En experimentos similares, como el de Antonio y Gonyea (1993), se observó que en el caso de un alargamiento continuado, además del aumento en la longitud de las fibras musculares existía una hipertrofia e hiperplasia muscular. Dado las características de estos experimentos con largos periodos de estiramiento o acortamiento, las posibilidades de realización en humanos eran extremadamente difíciles. Sin embargo, esto no ha evitado que se extrapolen dichos datos a humanos, suponiendo resultados similares si el músculo se expone a estiramientos continuos. Las ganancias en amplitud articular medida por goniometría, son interpretados como una consecuencia directa de un aumento de la longitud muscular, sin embargo, existen

otros factores que podrían hacer aumentar la movilidad articular sin que ello signifique un aumento de la longitud muscular, por ejemplo, mayor tolerancia al estiramiento o disminución de la RMRE, entre otros. Dado estos problemas de medición e interpretación, autores como Wiemann<sup>15</sup> recurrieron a una solución no invasiva para el análisis de la evolución de la longitud muscular a partir de la curva fuerza-longitud muscular. Actualmente, sabemos que la unidad básica funcional muscular en los mamíferos, el sarcómero, tiene una longitud relativamente estable, dependiendo su capacidad de contracción, entre otros factores, de su longitud inicial, siendo su longitud óptima entre 2,6 a 2,8  $\mu\text{m}$ , desarrollando una menor fuerza de contracción a longitudes sarcoméricas menores o mayores de dicha longitud óptima. Por lo tanto, si un sarcómero se alarga o aumenta su número en serie dentro de un músculo determinado, debería reflejarse en un cambio en la evolución de la curva de fuerza-longitud muscular (fig. 2).

A partir de estas apreciaciones, Wiemann<sup>9</sup>, utilizando la curva fuerza-longitud muscular en un grupo de sujetos a los que sometió durante varias semanas a estiramientos, tanto estáticos como dinámicos, no encontró variación alguna que pudiera ser interpretada como aumento de la longitud muscular. Igualmente, en otro trabajo posterior, comparó un grupo control con un grupo de gimnastas deportivos, ya que es condición esencial para la práctica de este deporte estar en posesión de una gran amplitud articular, no encontrando diferencias en la curva fuerza-longitud que hiciesen pensar en un músculo más largo en los gimnastas. Este autor opina que en el trasfondo de esta mayor movilidad de los gimnastas coexisten, junto a un intenso entrenamiento específico, un proceso de preselección natural deportiva, por la que son los sujetos de características anatomofuncionales (quizás al nivel de los filamentos de titina) más aptos los que acaban practicando este deporte.

### Estirar para disminuir el tono muscular

El tono muscular es la tensión básica fisiológica existente entre los puntos de inserción del músculo en un estado de inactividad neuromuscular voluntaria<sup>2</sup>. Sin embargo, muchos fisioterapeutas, médicos y entrena-

dores palpan o estiran el músculo en reposo bajo diferentes situaciones y lo describen como normal, hipertónico o hipotónico, dando a entender la existencia de una cierta actividad neuromuscular residual de tipo refleja, situación usualmente modificable por medio de estiramientos (O'Neil, 1976; Anderson, 1980; Madding et al, 1987). Es por esto que han gozado de gran popularidad en los estiramientos con una base neurológica del tipo Facilitación Neuromuscular Propioceptiva. Dichos métodos intentan estimular ciertos órganos propioceptivos del tipo órgano tendinoso de Golgi y/o el huso neuromuscular del antagonista para inhibir la actividad neuromuscular de la motoneurona y por ende del tono muscular. Dentro de esta perspectiva, los trabajos de Guissard et al (1988) confirmaron las conclusiones del estudio realizado por Moore y Hutton (1980), que demostraba que los estiramientos tienen un efecto a nivel neuromuscular. La realización de estiramientos hace disminuir la excitabilidad de la motoneurona, siendo los métodos anteriormente descritos los más eficaces para ello. Sin embargo, este efecto es máximo en los primeros 5 o 10 segundos de estiramiento, recobrándose los valores basales de excitabilidad rápidamente. Además, el tono muscular, entendido como una actividad residual refleja de la motoneurona, no ha podido constatarse con el electromiógrafo. En un experimento utilizando este aparato en relación con la ejecución de estiramientos del tipo "Contracción-Relajación-Estiramiento-Contracción Antagonista", donde es de esperar la mayor disminución refleja del tono muscular, se registra, sin embargo, una elevación de la actividad eléctrica sobre el músculo estirado cuando el antagonista se contrae<sup>5</sup>. Todo esto nos lleva a la pregunta de hasta qué punto es sostenible la hipótesis de que los estiramientos provocan cambios del tono muscular, por lo menos, de forma duradera. Más bien, todo parece ser producto de un error terminológico en la utilización del concepto tono muscular en una situación de inactividad nerviosa voluntaria. En esta situación, los mecanismos involucrados en el origen del tono muscular deben buscarse en los denominados factores biofísicos: propiedades del tejido conjuntivo muscular, localización anatómica del músculo, cantidad de líquido presente en los compartimentos intra y extracelulares, estatus energético del sarcómero,

etc.<sup>6</sup>. Por lo tanto, de buscar una modificación del tono muscular tras un estiramiento deberíamos indagar, más bien, a un nivel miogénico que neurogénico<sup>4</sup>.

41

### Estirar para optimizar la recuperación muscular

Los estiramientos son considerados por algunos autores como una forma de acelerar la regeneración fisiológica tras la realización de una actividad física. En primer lugar, ¿qué entendemos por regeneración fisiológica?: Un sujeto se regenera cuando las reservas energéticas del sistema activado se recuperan, y los productos metabólicos nocivos de desecho se eliminan de tal forma que es posible una nueva carga de trabajo a un alto nivel de sollicitación. Por ello, para analizar esta hipótesis, deberíamos estudiar la evolución de algunos de esos productos metabólicos y/u observar lo que ocurre en la evolución del nivel voluntario de activación muscular tras estiramientos. En relación con lo primero, uno de los desechos metabólicos más fácil de analizar en la fisiología deportiva es el lactato en sangre o plasma; demostrándose la invariabilidad en su ritmo de metabolización tras exponer al sujeto a estiramientos, encontrándose, muy al contrario, una negativa tendencia a su eliminación. En relación con el segundo modo de abordar esta hipótesis, se realizaron test de medida de la fuerza muscular isométrica y el grado de pérdida o mantenimiento de ésta tras estiramientos, no encontrando, igualmente, diferencias significativas que hicieran pensar en un efecto positivo de éstos<sup>12</sup>.

### Estirar para evitar la aparición de las *agujetas*, denominadas actualmente de forma más rigurosa como *molestias musculares de aparición demorada* (MMAD) o *dolor muscular postejercicio de aparición tardía* (DOMPAT)

Los estiramientos ni pueden evitar la aparición de MMAD, ni tiene influencia alguna en los parámetros bioquímicos que están relacionados con la aparición de éstas (elevación de la creatinquinasa, etc.). Realmente, lo que si ha sido demostrado es que los estiramientos intensos pueden elevar la intensidad de las MMAD<sup>1</sup>. Wiemann y Klee (2000) opinan que la realización de los es-

42 tiramientos expone al músculo a una tensión distractiva que puede llegar a ser tan alta o más, dada la situación de inactivación neuronamuscular, a la tensión que tienen lugar en las acciones musculares excéntricas, pudiendo llegarse a lesiones microestructurales a nivel de la línea Z del mismo orden de las que se producen en dichas acciones musculares. Sin embargo, los estiramientos suaves han demostrado ser eficaces en músculos que padecen MMAD y tras rupturas musculares leves. La razón de esto parece estribar en que el estiramiento suave es traducido como un estímulo fisiológico en el proceso de reparación del tejido muscular lesionado; debiendo ser estos estiramientos poco intensos, sobre todo en la fase proliferativa de dicho proceso, pudiendo ser progresivamente más intensos en la fase de maduración<sup>20,21</sup>.

### Estirar para prevenir lesiones músculotendinosas

El estiramiento muscular ha sido considerado como un método efectivo a la hora de prevenir lesiones en músculos y tendones como consecuencia de la actividad física, sin embargo, hasta ahora no se han encontrado pruebas concluyentes de que esto sea así<sup>1,22</sup>. Pope et al (1998, 2000) realizaron dos estudios en la armada en una gran cantidad de sujetos (primer estudio 1.500 sujetos) donde se intentó probar el efecto preventivo de los estiramientos en la aparición de lesiones musculares. El análisis de los resultados en los dos estudios no mostró diferencias significativas alguna que hiciera pensar en los estiramientos fueran una mediada preventiva eficaz. Muy al contrario, autores como Cometti<sup>4</sup> opinan que de existir un efecto este podría ser negativo, aduciendo las siguientes razones al respecto:

– Los estiramientos tienen un efecto antiálgico que hace disminuir el grado de reacción tisular ante un posible daño estructural, siendo este efecto más pronunciado en los métodos de estiramiento con base neurológica. El deportista tolera cada vez más estímulos cercanos al límite fisiológico, sin que la señal de alarma álgica se ponga en marcha.

– Los estiramientos pueden provocar, tal como dijimos anteriormente, daños estructurales que pueden lle-

Los efectos de los estiramientos musculares:  
¿qué sabemos realmente?

gar a fomentar, bajo determinadas condiciones, una lesión muscular mayor.

– Los estiramientos pueden hacer disminuir la coordinación intermuscular.

– Los estiramientos intensos y prolongados tienen un efecto plástico (Creeping) sobre el tendón en el que la ganancia en capacidad de elongación por parte de éste va unida a una menor capacidad de absolver energía como consecuencia de los cambios en la ordenación fibrilar. Esto hace disminuir la capacidad de respuesta del tendón ante los ejercicios donde la fuerza rápida o máxima están relacionados.

### Estirar como preparación de la musculatura para la actividad físico-deportiva

No existe ninguna prueba concluyente que conecte la realización de estiramientos con un mayor rendimiento deportivo, sin embargo, muchos deportistas de elite consiguen grandes éxitos con su utilización<sup>1,4</sup>. Una de las razones más aducidas para la utilización de los estiramientos en la fase de calentamiento es la de preparar a la musculatura aumentando el consumo de oxígeno y la temperatura, con una consecuente mejor disponibilidad para el rendimiento<sup>2</sup>. Sin embargo, Cometti<sup>4</sup> citando a Alter (1996), autor de la obra *La ciencia de la flexibilidad*, demostraba que en los estiramientos la distracción del tejido muscular provocaba muy al contrario un pinzamiento vascular, con un consiguiente empeoramiento del riego sanguíneo y distribución de la temperatura. Otros autores como Wiemann y Klee confirmaron esta observación. En este mismo artículo de Cometti, citando a Wiemann y Klee (2000), se describe, como ya hemos apuntado anteriormente, que en lo que respecta a las actividades de velocidad la inclusión de ejercicios de estiramientos estáticos previos tienen un efecto negativo a corto plazo, llegándose a medir aumentos en el tiempo de prueba de hasta 0,14 seg. en grupos que se estiraron previamente a la realización de una prueba de 40 metros. Se encontró igualmente una disminución del rendimiento en experimentos que relacionaban ejercicios de fuerza máxima, rápida como en los ejercicios de estiramiento-contracción (mal denominados como pliométricos)<sup>23</sup> cuando se realizaban es-

tiramientos estáticos en la fase de calentamiento. A esta disminución en el rendimiento podría colaborar una desactivación de carácter psicofisiológico similar a la los ejercicios de relajación mental<sup>24</sup>.

En lo que a la resistencia se refiere no hay resultados definitivos. Existen estudios que relacionan la ejecución de estiramientos y una disminución del rendimiento en este tipo de ejercicios<sup>5</sup>, habiendo otro estudio donde, en relación con la economía de carrera, no se ha observaron alteraciones significativas<sup>25</sup>.

## DISCUSIÓN

De forma resumida, diremos atendiendo a las consideraciones del apartado anterior que:

1. Los estiramientos modifican el grado de amplitud de movimiento articular.
2. Los estiramientos sólo modifican de forma muy limitada en el tiempo el grado de rigidez muscular o *resistencia muscular de reposo al estiramiento* tras la realización de ejercicios aislados, pudiendo producirse hasta una elevación de ésta tras la realización continuada de estiramientos.
3. En el tratamiento de un desequilibrio muscular, el estiramiento del músculo supuestamente acortado o contracto no parece ser lo más indicado. El tratamiento de elección debería ser, junto con recomendaciones higiénicas posturales para la vida diaria, el de fortalecer con ejercicios de hipertrofia el músculo debilitado.
4. Los métodos de estiramientos realizados en la práctica terapéutica y físico-deportiva diaria no provocan un aumento de la longitud muscular a partir de cambios en el número de sarcómeros o longitud de las fibras musculaturas.
5. Los estiramientos provocan una disminución de la actividad de la motoneurona que podría identificarse con una disminución del tono muscular homolateral, sin embargo, estos efectos desaparecen una vez finalizado el estiramiento. El músculo que se expone a un estiramiento esta neuromuscularmente inactivo durante y al final de la realización de éste, por lo que no podemos hablar de modificaciones en el tono muscular de naturaleza neurogénica.

6. Los estiramientos no actúan positivamente acelerando el proceso de recuperación física.

7. Los estiramientos no previenen la aparición de MMAD, si no que realizados de forma intensa pueden hasta aumentar la magnitud de dichas molestias musculares. Sólo realizados de forma suave parecen tener un efecto beneficioso.

8. Los estiramientos no tienen un efecto significativo en la disminución de la incidencia lesional, pudiendo bajo determinadas condiciones hasta aumentar la probabilidad de lesionarse.

9. La realización de estiramientos previos a la práctica deportiva no parecen aumentar el rendimiento en ésta, siendo este efecto claramente negativo a corto plazo en las actividades en donde la velocidad, fuerza o acción muscular de ciclo extensión-contracción jueguen un papel relevante.

Las consecuencias para la práctica clínica y deportiva a partir de las conclusiones expuestas proponen a los estiramientos como una técnica más limitada de lo que se hasta ahora se creía, poniéndose en tela de juicio en muchos casos su eficacia. Además, no debemos olvidar que en la distracción originada por un estiramiento existen otros elementos tisulares que son igualmente estimulados mecánicamente, preguntándonos si la puesta en práctica de estos ejercicios estaría justificada. Freiwald<sup>8</sup> ha demostrado como en los estiramientos de isquiotibiales existía una elevada tracción del nervio ciático, siendo éste el responsable de la limitación de movimiento y no el músculo como se pensaba; la pregunta sería entonces ¿Debemos seguir realizando el estiramiento? Probablemente no, algunos autores como van der Heide<sup>26</sup> piensan que en casos como estos estaría contraindicado la ejecución de un estiramiento, pues un nervio periférico es muy sensible a la distensión pudiendo empeorarse el cuadro clínico del paciente. Por otro lado, no debemos olvidar que en los estudios anteriormente analizados se hace referencia a la utilización de los estiramientos en músculos neurológicamente y estructuralmente intactos, quedando pues sin contestar la pregunta sobre la eficacia de estos ejercicios en otros casos que nos sean los expuestos con anterioridad.



## 44 CONCLUSIONES

La realización de estiramientos musculares han tenido una indiscutible aceptación generalizada tanto en el ámbito deportivo como fisioterapéutico, no obstante, dicha puesta en práctica masiva parece haberse basado

más bien en datos empíricos que estrictamente experimentales. Actualmente, con los datos iniciales obtenidos a partir de algunos trabajos, parece existir suficientes evidencias para una revisión crítica de algunos de los componentes teórico-prácticos relacionados con este tipo de ejercicios.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Duncan Mc Dougall J, Wenger H, Green H. Evaluación fisiológica del deportista. Barcelona: Paidotribo; 1995.
2. Eisenbach T, Kluemper A, Biedermann L. Fisioterapia y rehabilitación en el deporte. Barcelona: Scriba, S.A.; 1994.
3. Harre D. Teoría del entrenamiento deportivo, Argentina: Stadium; 1987.
4. Cometti G. Les limites du stretching pour la performance sportive. 1ère partie: Intéret des étirements avant et après la performance. [Consultado 01/09/2003]. Disponible en: <http://www.u-bourgogne.fr>
5. Cometti G. Les limites du stretching pour la performance sportive. 2ème partie: Les effets physiologiques des étirements. [Consultado 01/09/2003]. Disponible en: <http://www.u-bourgogne.fr>
6. Laube W, Mueller K. Muskeltonus als biophysikalische und neurophysiologische Zustandsgrosse-Passiver Muskeltonus. Manuelle Therapie. 2002;6:21-30.
7. Zichner M, Engelhardt M, Freiwald J. Neuromuskuläre Dysbalancen. Nürnberg: Novartis Pharma Verlag; 2000.
8. Freiwald J. Dehnung-genügen die bisherigen Erklärungsmodelle?. Sportverl-Sportsch. 1999;11:54-9.
9. Wiemann K. Effekte des Dehnens und die Behandlung muskulärer Dysbalancen. En: Sievers M, editor. Muskelkrafttraining. Kiel: Bd1. 2000. p. 95-119.
10. Wiemann K. Muskeldehnung. Grundlagen und Befunde, Möglichkeiten und Grenzen. [Consultado 05/07/2003]. Disponible en: <http://www.nostretch.de>
11. Wydra G, Glück S. Zur effektivität des Dehnens [Consultado 10/04/2004]. Disponible en: <http://www.uni-saarland.de>
12. Chan S, Hong Y, Robinson P. Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. Scand J Med Sci Sports. 2001;11(2):81-6.
13. Wydra G, Glück S. Dynamisches Dehnen in der Sporttherapie? [Consultado 21/12/2003]. Disponible en: <http://www.uni-saarland.de/fak5/sportpaed/>
14. Klee A, Wiemann K. Der Einfluss von Flüssigkeitsverschiebungen auf die Bestimmung muskulärer Dehnungsparameter. Deutsche Zeitschrift fuer Sportmedizin. 2000;6:205-10.
15. Wiemann K. Beeinflussung muskuläre Parameter durch ein zehnwöchiges Dehnungstraining. Sporwissenschaft. 1991;21(3):295-306.
16. Kunz M. Grundlagen des Medizinisches Aufbautraining. Physikalische Therapie. 1997;18(3):139-44.
17. Wiemann K, Leisner S. Haben Turner "Längere" ischiokrurale Muskeln?. TW Sport + Medizin. 1996;8(2):103-8.
18. Zakas A. The effect of stretching during warming-up on the flexibility of junior handball players. J Sports Med Phys Fitness. 2003;43(2):145-9.
19. Wiemann K, Klee A, Stratmann M. Filamentäre Quellen der Muskel-Ruhespannung und die Behandlung muskulärer Dysbalancen. Zeitschrift fuer Sportmedizin. 1998;48(4):111-8.
20. Van den Berg F. Angewandte Physiologie. Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen. Stuttgart: Thieme Verlag; 1999.
21. Van Wingerden B. Bindegewebe in der Rehabilitation. Schaan Liechtenstein: Scipro Verlag; 1998.
22. Weldon S, Hill R. The efficacy of stretching for prevention of exercise related injury: a systematic review of the literature. Man Ther. 2003;8(3):141-50.
23. Evetovich T. Effect of static stretching of the biceps brachii on torque, electromyography, and mechanography during concentric isokinetic muscle actions. J Strength Cond Res. 2003;17(3):484-8.
24. Wimeyer J. Dehnen und Leistung primär phycho-physiologische Entspannungseffekte? Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin. 2003;54(10):288-94.
25. Nelson A. Chronic stretching and running economy. Scand J Med Sci Sports. 2001;11(5):260-5.
26. Van der Heide B. Auswirkung von Muskeldehnung auf neurale Strukturen. Manuelle Therapie. 1999;3:176-81.