



## Revisión

# El entrenamiento de la flexibilidad: técnicas de estiramiento

F. Ayala<sup>a</sup>, P. Sainz de Baranda<sup>b</sup> y A. Cejudo<sup>c</sup>

<sup>a</sup>ISEN, centro adscrito a la Universidad de Murcia. *Universidad de Murcia. Murcia. España.*

<sup>b</sup>Facultad de Ciencias del Deporte. *Universidad de Castilla La Mancha. Toledo. España.*

<sup>c</sup>Centro Deportivo INACUA-Murcia. *Murcia. España.*

### Historia del artículo:

Recibido el 29 de enero de 2012

Aceptado el 30 de marzo de 2012

### Palabras clave:

Estiramiento estático.

Estiramiento dinámico.

Estiramiento balístico.

Facilitación neuromuscular propioceptiva.

Rutinas de estiramiento.

Rango de movimiento.

### Key words:

Static stretching.

Dynamic stretching.

Ballistic stretching.

Proprioceptive neuromuscular facilitation.

Stretching routines.

Range of motion.

## RESUMEN

La realización sistematizada de rutinas de estiramiento es una práctica muy común en el ámbito clínico y físico-deportivo con el propósito principal de mantener o mejorar la amplitud de movimiento de una articulación o conjunto de articulaciones. Además, los estiramientos parecen ser un medio muy indicado para el cuidado, la prevención y el mantenimiento de las capacidades físicas de cada individuo o para su desarrollo.

No todos los estiramientos se realizan de la misma manera o persiguen el mismo objetivo. En función del contexto (clínica, calentamiento, vuelta a la calma, sesiones específicas), la aplicación de unas u otras técnicas será más apropiada para conseguir los objetivos propuestos. Así, es de vital importancia que médicos, entrenadores, preparadores físicos y demás miembros del ámbito de la actividad físico-deportiva conozcan las características, ventajas e inconvenientes de cada una de las diferentes técnicas de estiramiento existentes en la literatura científica. Sin embargo, los términos empleados en la literatura científica para describir las diversas maniobras o técnicas de estiramiento son, a menudo, confusos debido principalmente a que clínicos e investigadores suelen emplear diferentes vocablos para describir el mismo fenómeno. Por lo tanto, los objetivos principales de este trabajo fueron: *a)* describir las técnicas de estiramiento más empleadas en la literatura científica, y *b)* analizar la literatura científica existente en lo relativo a qué técnicas de estiramiento son más eficaces para la mejora de la flexibilidad.

© 2012 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

## ABSTRACT

### Flexibility training: Stretching techniques

The systematic performance of stretching routines is very common in clinic and sport setting with the main purpose of maintain or improve the range of movement in a joint or group of joints. In addition, stretching seems to be an indicate way for the care, prevention and maintenance of the abilities of each individual or for their development. Not all stretches are performed in the same way or seek the same objective. Depending on the context (rehabilitation, warm-up, cool down, specific sessions), the application of one of those techniques will be more appropriate to achieve the objectives. Thus, it is vital that clinicians, coaches, physical trainers and other members of the physical activity and sport setting know the characteristics, advantages and disadvantages of each stretching technique existing in the literature. However, the terms used in the scientific literature to describe the different stretching techniques are confuses due mainly that clinicians and researches used different concepts for describing the same phenom. Therefore, the main purposes of this manuscript were: *a)* to describe the more common stretching techniques present in the scientific literature; and *b)* to analyze the current scientific literature regarding to what stretching techniques are more effectives for improving flexibility.

© 2012 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

### Correspondencia:

F. Ayala.

ISEN, Universidad de Murcia.

Departamento de Educación Primaria.

C/ Real, nº 68.

30201 Cartagena, Murcia. España.

Correo electrónico: francisco.ayala@um.es

## Introducción

La justificación del trabajo de la flexibilidad y la introducción de los estiramientos dentro de las sesiones de acondicionamiento físico vienen dadas por la relación que siempre ha existido entre el entrenamiento de flexibilidad y sus beneficios, entre los que se pueden destacar: *a)* el de aumentar la temperatura de la musculatura<sup>1</sup>; *b)* la disminución del dolor<sup>2</sup>; *c)* el aumento del rango de movimiento de una articulación en sujetos sanos y lesionados<sup>3-6</sup>; *d)* el aumento de la tolerancia al estiramiento<sup>7-11</sup>; *e)* la colaboración en la vuelta a la calma y en la recuperación del organismo tras un esfuerzo intenso; *f)* la reducción del riesgo de lesiones<sup>2,8,12,13</sup>; y *g)* la mejora del rendimiento, sobre todo en deportes que soliciten rangos de movimiento elevados (gimnasia deportiva, artes marciales)<sup>14,15</sup>.

Sin embargo, el trabajo de la flexibilidad en muchas ocasiones tendrá el objetivo prioritario de mantener y/o mejorar el rango de movimiento de una o varias articulaciones, dependiendo de los valores iniciales de la persona. En este sentido, Thacker et al<sup>16</sup> aportaron recientemente una revisión sobre los diferentes estudios que se habían realizado desde 1950, introduciendo las palabras clave: estiramiento, flexibilidad y lesión. Encontraron 361 artículos, de los cuales 27 analizaban las mejoras del rango de movimiento de una articulación tras la aplicación de un programa de estiramientos en personas que realizaban alguna actividad deportiva o en deportistas. Los resultados muestran que el estiramiento mejora la extensibilidad del músculo y el rango de movimiento de la articulación, pudiendo observar estas mejoras en cualquier músculo que sea estirado. Además, las ganancias pueden mantenerse durante varias semanas<sup>17</sup>.

Sin embargo, los términos empleados en la literatura científica para describir las diversas maniobras o técnicas de estiramiento son, a menudo, confusos debido principalmente a que clínicos e investigadores suelen emplear diferentes vocablos para describir el mismo fenómeno. Asimismo, es importante que médicos, entrenadores, preparadores físicos y demás miembros del ámbito de la actividad físico-deportiva conozcan las características, ventajas e inconvenientes de cada una de las diferentes técnicas de estiramiento existentes en la literatura científica. Este conocimiento, unido al análisis de la eficacia de cada una de las técnicas y la comparación directa entre todas ellas, permitirá la toma de decisión justificada sobre qué técnica de estiramiento aplicar en cada contexto y para cada persona con el propósito de mantener y/o mejorar el rango de movimiento de una o varias articulaciones.

Por lo tanto, los objetivos principales de este trabajo fueron: *a)* describir las técnicas de estiramiento más empleadas en la literatura científica, y *b)* analizar la literatura científica existente en lo relativo a qué técnicas de estiramiento son más eficaces para la mejora crónica de la flexibilidad.

## Estrategia de búsqueda y criterios de selección de fuentes bibliográficas

Para la realización de esta revisión bibliográfica fueron seleccionados ensayos científicos con diseños pre-test y pos-test, artículos de revisión sistemática y crítico-narrativa, además de libros y capítulos de libros, cuyos objetivos fueron describir, analizar y/o comparar la eficacia de las técnicas de estiramiento más habituales de la práctica clínica y físico-deportiva para la mejora de la flexibilidad muscular.

La localización de artículos se realizó en las bases de datos informatizadas *on-line* más importantes en el ámbito de las áreas de la salud y de

la educación física, incluyendo: Medline, Cochrane Library, ENFISPO, SportsDiscus, Lilacs Teseo, OVID, así como el metabuscador Google.

La palabra *stretching* fue siempre utilizada como criterio de búsqueda, de tal forma que, en las diversas exploraciones bibliográficas efectuadas, el término *stretching* siempre estuvo presente en uno de los campos de búsqueda, quedando el resto de campos subordinados con la preposición *and* y completados por una de las siguientes palabras clave: *lower extremity stretching, contract-relax stretching, ballistic stretching, static stretching, range of motion, flexibility, knee, hip, skeletal muscle, proprioceptive neuromuscular facilitation, dynamic stretching* y *chronic gains*. No fue aplicada limitación en el año de publicación. La búsqueda finalizó en septiembre de 2011.

Como criterios de inclusión de obligado cumplimiento se establecieron: *a)* artículos con enlace a texto completo (gratuito y bajo suscripción); *b)* artículos que incluyeran en el título los descriptores *stretching, flexibility, range of motion* y/o *muscle extensibility*; *c)* estudios en hombres y mujeres de todo rango de edad y condición física (sedentarios, físicamente activos, deportistas de alto nivel); *d)* ensayos clínicos controlados, y *e)* estudios en idioma inglés, portugués, francés o español.

## Técnicas de estiramiento

Es posible encontrar en la bibliografía diversas técnicas para utilizar dentro del campo de la clínica y de la actividad física y el deporte<sup>18</sup>. El conocimiento de todas será importante, ya que con cada una de ellas se obtienen unas ventajas e inconvenientes<sup>19</sup>. Por ello, dependiendo del objetivo que se quiera conseguir, la ubicación de los estiramientos en la sesión y las características de la actividad principal, se utilizarán unas u otras<sup>20</sup>.

Además, hay que tener en cuenta que puede llegar un momento en el cual la elevación de las ganancias deje de ser proporcional al tiempo de trabajo destinado a su mejora, dándose incluso situaciones de estancamiento. En este sentido, va a ser importante recurrir a una modificación o combinación de las técnicas de intervención en el trabajo de estiramiento que genere nuevas respuestas de adaptación de los tejidos sometidos a tracción<sup>19</sup>.

Atendiendo al modo de realización, se encuentran las técnicas balísticas, dinámicas y estáticas. Teniendo en cuenta el agente que desarrolla y es responsable del estiramiento, se hallan el estiramiento activo y el pasivo. Todas consiguen aumentar el rango de movimiento de las articulaciones después del estiramiento, y por ello, no existe un consenso internacional sobre cuál es la técnica más efectiva para conseguir un aumento del rango de movimiento (ROM) y un descenso de la resistencia activa y pasiva del músculo en cuestión<sup>21</sup>.

## Estiramiento balístico

La técnica de estiramiento balístico (*Ballistic Stretching*) supone la realización de movimientos rítmicos de rebote, lanzamientos o balanceos en los cuales se produce un gran aumento de la longitud muscular por unidad de tiempo<sup>18</sup>. El músculo sometido a estiramiento es trasladado hacia el final del rango de movimiento por una fuerza externa o por la musculatura agonista al movimiento. Una vez alcanzado el máximo ROM o próximo a éste, se realizan varios movimientos rítmicos de rebote, balanceos o lanzamientos a alta velocidad<sup>22</sup>.

Las principales ventajas asociadas al estiramiento balístico son 2: *a)* incremento de la flexibilidad activa<sup>22-24</sup>, y *b)* alta reproducibilidad con el

gesto técnico<sup>18</sup>. El estiramiento balístico produce una facilitación del reflejo de estiramiento como consecuencia de la alta velocidad del movimiento, permitiendo una optimización del mismo. Muchas actividades deportivas requieren que la musculatura se someta a altas tensiones o intensidades, en duraciones cortas y contracciones excéntricas, por lo que en determinados momentos, los estiramientos balísticos serán necesarios como medio para preparar a la unidad músculo-tendón ante tales acciones.

Sin embargo, muchos autores argumentan como principales desventajas su gran complejidad técnica si se quieren evitar movimientos negativos de compensación de otras articulaciones<sup>19</sup>, además de que la utilización de esta maniobra de estiramiento podría aumentar el riesgo de lesión<sup>2,13,25</sup>. Por otro lado, Guissard et al<sup>26</sup> reflejan como gran inconveniente de esta técnica la aparición del reflejo miotático, el cual es debido a los receptores tipo Ia y II de las motoneuronas alfa. Esta activación del reflejo miotático causa una contracción del músculo que está siendo estirado. Además, los rebotes causan una rápida y corta contracción de la musculatura para protegerse de un sobreestiramiento, pudiendo ser insuficiente el tiempo de relajación para absorber la gran energía tensional generada. Por ello, los programas habituales de flexibilidad no incorporan estiramientos balísticos<sup>27</sup>.

Además, deberá tenerse en cuenta que cuando se efectúen técnicas de estiramiento balístico es importante que haya continuidad en el trabajo, ya que sólo con esta labor continuada se impedirá la unión de las moléculas de colágeno producidas por el efecto de la excesiva tracción<sup>28</sup>. En este sentido, una frecuencia semanal de estiramientos balísticos de 5 días con un volumen total por sesión y grupo muscular de 30 repeticiones ha demostrado ser eficaz para la mejora crónica de la flexibilidad<sup>24</sup>.

### **Estiramiento dinámico**

La técnica de estiramiento dinámico (*Dynamic Range of Motion*) es un método cuya popularidad como medio para el aumento de la flexibilidad muscular ha experimentado un fuerte ascenso en los últimos años<sup>18</sup>. La elongación de la musculatura es permitida por la contracción de la musculatura antagonista y el consecuente movimiento de la articulación a través de todo el rango de movimiento permitido, de manera lenta y controlada<sup>5,29</sup>. La activación de la musculatura antagonista al estiramiento causa la elongación de la musculatura agonista a través de la inhibición recíproca.

Murphy<sup>30</sup> proporcionó un serie de argumentos a favor del uso de la técnica de estiramiento dinámica en detrimento de la técnica de estiramiento estática pasiva: a) el estiramiento dinámico puede incrementar la temperatura debido al trabajo muscular, y este aumento permite una mayor y más rápida contracción muscular, incrementa el trabajo muscular e incrementa la velocidad de transmisión de impulsos nerviosos, y b) la realización de estiramientos dinámicos después del ejercicio incrementará la llegada de flujo sanguíneo a la zona, lo que puede eliminar más ácido láctico y posiblemente reducir la magnitud del dolor muscular.

En una extensa revisión sobre el calentamiento y el estiramiento, Shellock y Prentice<sup>1</sup> informaron que el estiramiento dinámico es importante porque es esencial que una extremidad sea capaz de moverse a través de un rango de movimiento no restringido.

### **Estiramiento estático**

En el estiramiento estático (*Static Stretch*), el movimiento y la elongación de los tejidos se produce con gran lentitud, sobre la base de una posición

que es mantenida, lo que supone una mayor salvaguarda para los tejidos blandos<sup>14,18,31</sup>.

Numerosos autores han enfatizado la importancia del estiramiento estático como parte del entrenamiento deportivo y de la medicina del deporte<sup>25,32</sup>, indicando que el estiramiento estático es el método de estiramiento más común y sencillo para incrementar la flexibilidad de un músculo<sup>27</sup>.

Hoy en día, muchos autores se decantan por los estiramientos estáticos, aunque en los estudios que comparan la eficacia de las técnicas de estiramientos estáticas y balísticas no se han encontrado diferencias significativas<sup>24,33,34</sup>.

Sady et al<sup>24</sup>, en un estudio sobre 4 grupos de jóvenes, compararon los efectos de técnicas estáticas y dinámicas en la evolución de la flexibilidad del hombro, tronco e isquiosurales. En un análisis factorial de varianza se determinó que no existían diferencias significativas entre los 2 métodos aplicados. Estudios previos de Leighon<sup>34</sup> y de De Vries<sup>33</sup> tampoco encontraron diferencias entre la aplicación de técnicas balísticas o estáticas para el desarrollo de la flexibilidad.

En este sentido, Vujnovich y Dawson<sup>35</sup> en una investigación dentro del campo de la terapia señalan que la realización de una técnica de aplicación secuencial de estiramiento estático seguido de balístico ofrece mayores ganancias que la aplicación de estiramientos estáticos únicamente.

Se ha manifestado que el estiramiento estático afecta tanto a las propiedades mecánicas<sup>10,36,37</sup> como neurológicas<sup>38,39</sup> de la unidad músculo-tendón, produciendo un incremento en la flexibilidad. El estiramiento estático reduce la rigidez muscular debido a la producción del reflejo de inhibición de los músculos agonistas y sinergistas al estiramiento<sup>40</sup>.

A pesar de que el estiramiento estático es efectivo para incrementar la flexibilidad estática medida a través del rango de movimiento, esto no podría afectar a la flexibilidad dinámica medida a través de la resistencia activa y pasiva<sup>10</sup>.

Dentro de esta técnica de estiramiento se pueden diferenciar 2 formas de trabajo distintas; el estiramiento estático-pasivo y el estiramiento estático-activo. En la técnica de estiramiento estática-pasiva (*passive stretching*), el individuo no hace ninguna contribución o contracción activa en el momento del estiramiento, dejando toda la musculatura relajada, de tal forma que el estiramiento es realizado por un agente externo<sup>18</sup>. Este agente externo puede ser un compañero (asistido), el propio sujeto (autoasistido) o bien cualquier instrumento o aparato (mesa, muro, banco, espaldera, elementos de tracción, etc.). Por su parte, en la técnica de estiramiento estática-activa (*active stretching*), el individuo mantiene la posición de estiramiento gracias a la activación isométrica de la musculatura agonista al movimiento, lo cual permite una mejora en la coordinación muscular agonista-antagonista<sup>41,42</sup>.

Ayala y Sainz de Baranda<sup>3</sup>, con el objetivo de valorar la eficacia de las técnicas estáticas activas y pasivas, realizan un programa de estiramientos para la musculatura isquiosural de 12 semanas. Establecen 4 grupos, de tal forma que 2 grupos utilizan la técnica pasiva (15 y 30 segundos) y otros 2 grupos utilizan la técnica activa (15 y 30 segundos). Tras el análisis de los resultados observan cómo ambas técnicas son igualmente eficaces para aumentar el rango de movimiento de la flexión de cadera en adultos jóvenes.

De igual forma, en un estudio posterior, comparan la eficacia de las técnicas activas y pasivas aumentando la duración aislada del estiramiento a 45 segundos<sup>43</sup>. Estos autores no observaron diferencias en la magnitud de las ganancias en flexibilidad tras aplicar un programa de 12

semanas de estiramientos activos y pasivos, con similares parámetros de la carga (duración aislada 45 segundos, frecuencia semanal de 3 días y volumen total de la sesión de 180 segundos).

Por último, Winters et al<sup>41</sup>, tras aplicar un programa de estiramientos para el músculo psoas ilíaco, observan tras 6 semanas de estiramientos que tanto la técnica activa como la pasiva son igual de eficaces.

### **Estiramiento en tensión activa**

Muy relacionada con el estiramiento activo, se encuentra la técnica de estiramiento tensión activa (*Eccentric Flexibility Training*), que supone la realización conjunta de un estiramiento del músculo y una contracción isométrica o excéntrica<sup>44</sup>, y será empleada cuando se quiera involucrar a la parte no contráctil del aparato músculo-tendinoso<sup>18</sup>.

Recientemente, Nelson y Bandy<sup>45</sup> han introducido el entrenamiento excéntrico en la bibliografía como un método para aumentar la extensibilidad de la musculatura isquiosural. Estos autores, investigaron la efectividad del estiramiento en tensión activa comparando esta técnica con la técnica pasiva y con un grupo control. Realizando un programa de estiramientos durante 6 semanas, 4 veces a la semana y manteniendo el estiramiento durante 30 segundos. Los resultados del estudio mostraron que el grupo control había ganado 1,17° de ROM, mientras que el grupo que había realizado estiramientos pasivos ganó 12,04° y el grupo que realizó tensión activa ganó 12,79°. De esta manera, no encontraron diferencias significativas entre los 2 grupos de estiramientos, aunque sí cuando se compararon con el grupo control. Por ello, los autores abogan por la combinación de ambas técnicas en el entrenamiento.

### **Facilitación neuromuscular propioceptiva**

Otra técnica destacada es la llamada facilitación neuromuscular propioceptiva (*Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*) (FNP), que puede ser definida como un método que favorece o acelera el mecanismo neuromuscular mediante la estimulación de los propioceptores<sup>46</sup>. Técnica que fue creada entre 1946 y 1950 en EE. UU. por Herman Kabat y que fue introducida en 1968 por Knott y Voss<sup>46</sup>. Desde entonces, se ha extendido de forma importante en el ámbito terapéutico y deportivo<sup>47-49</sup>.

Dentro de la FNP se pueden determinar diferentes esquemas de intervención que quedan agrupados en:

- Técnicas de estiramiento: basadas en la producción de relajación muscular por medio de respuestas reflejas inhibitorias para aumentar la amplitud de una articulación.
- Técnicas de refuerzo muscular: basadas en la producción de un aumento del tono muscular para ciertos grupos musculares o cadenas musculares.

Así, la técnica FNP puede ser utilizada para aumentar la fuerza, la flexibilidad y la coordinación<sup>18</sup>. Para mejorar la flexibilidad, normalmente han sido utilizadas contracciones isométricas de la musculatura que va a ser estirada antes de realizar el estiramiento pasivo. Aunque las diferentes estrategias pueden incluir contracciones isotónicas (concéntricas y excéntricas) e isométricas en diferentes combinaciones.

En la técnica básica, la persona realiza una contracción mientras otra persona resiste el movimiento, y tras mantener la contracción unos segundos, el sujeto se relaja durante 2-3 segundos. Luego, la persona que

mantiene la contracción moverá la extremidad pasivamente hasta que sienta una pequeña tirantez o la persona refiera dolor. Normalmente, se realiza un estiramiento de 20 segundos (tiempo necesario para inhibir por completo el reflejo miotático), seguido de una contracción isométrica del agonista o músculo estirado de entre 7-15 segundos (para estimular los órganos tendinosos de Golgi y activar el reflejo de inhibición autógena, con el resultado de una nueva relajación sobre el músculo), seguido de una fase de relajación (soltando aire). A partir de aquí se procede a una repetición de la secuencia anterior (estiramiento-contracción-relajación).

Mediante la FNP se logra un estiramiento muscular bajo diversos patrones de movimiento e, incluso, en puntos determinados de movilidad articular. Toda la sistemática de trabajo de esta técnica se basa en generar esquemas de movimiento similares a los efectuados en la vida cotidiana y en el deporte, permitiendo conseguir<sup>50</sup>:

- Reforzar los músculos.
- Flexibilizar las articulaciones.
- Coordinar el sistema neuromuscular.

En la FNP son imprescindibles los movimientos espirales y diagonales, que inciden en los diferentes planos del espacio<sup>49,51</sup>. Los esquemas de movimiento se realizan en 3 planos del espacio: 1) flexión-extensión; 2) abducción-aducción, y 3) rotación interna-rotación externa. En la realización de esta serie de esquemas de movimiento será imprescindible establecer componentes de rotación para optimizar la puesta en tensión del aparato miotendinoso y aponeurótico.

Este método ha dado lugar a diferentes propuestas, que se pueden resumir en la técnica contracción-relajación (*contract-relax*) que consiste en una contracción isotónica concéntrica del músculo que hay que estirar seguido por una fase de relajación y un estiramiento pasivo. La técnica sostén-relajación (*hold-relax*) que conlleva una contracción isométrica del músculo que hay que estirar seguida de una fase de relajación y un estiramiento pasivo.

Además, existen las denominadas *contract-hold-release-stretch*, *contract-relax-antagonist-contract* y la *hold-relax-antagonist-contract*. La CHRS consiste en la realización de una contracción isométrica de 10" (*contract*), seguida de mantenimiento del estiramiento de 10" (*hold*), seguida de relajación de 5" (*release*) y un nuevo estiramiento de 10" (*stretch*). La CRAC es igual que la CR, pero la parte final del estiramiento no es pasiva sino activa. Mientras que la HRAC es igual que la CRC, pero la contracción previa al estiramiento activo es isométrica en vez de concéntrica<sup>51</sup>.

Sölveborn<sup>48</sup> ideó un método similar (6" de contracción isométrica del músculo que hay que estirar, 5-6" de relajación, 10-30" de estiramiento lento para no activar el reflejo miotático).

La variante Scientific Stretching for Sports, 3-S de Holt o *slow-reversal-hold-relax*, requiere un proceso que dura al menos 60 segundos y que consta de 3 fases para poder actuar sobre todos los fenómenos de reducción del tono muscular que regulan los diferentes reflejos neurofisiológicos del aparato muscular:

- En primer lugar, se busca una posición de máximo estiramiento mantenida 20 segundos, lo que permite inhibir el reflejo miotático, seguida de relajación.
- Posteriormente, se realiza la contracción isométrica del músculo que se quiere estirar durante 6 segundos, lo que permite actuar al reflejo de inervación autógena.

- Finalmente, se produce una contracción del antagonista de 6 segundos, lo que activa el reflejo de inervación recíproca (ya que al contraer un músculo, se relaja el músculo opuesto).
- Toda esta secuencia es seguida de relajación y una nueva repetición de los 3 procesos (estiramiento-contracción, agonista-relajación-contracción, antagonista-relajación).

Cada una de estas variantes de FNP es un método efectivo para aumentar la flexibilidad. Sin embargo, cada texto que define la técnica FNP contención-relajación (*hold-relax*) cita un tiempo de mantenimiento diferente para la contracción isométrica<sup>46,52-54</sup>. Voss et al<sup>54</sup> proponen que el tiempo de contracción sea de 10 segundos, aunque no justifican el porqué. Anderson y Hall<sup>55</sup> utilizan diferentes tiempos de contracción (3, 6 o 10 segundos) basándose en un estudio realizado por Nelson y Cornelius<sup>56</sup> que valora la mejora de la amplitud de movimiento del hombro.

Bonnar et al<sup>57</sup>, con el objetivo de valorar la eficacia de la técnica FNP *hold-relax*, establecen 3 grupos de estiramientos con diferentes tiempos de contracción: *3-s hold-relax*, *6-s hold-relax* y *10-s hold-relax*. La hipótesis inicial planteada afirma que “un mayor tiempo de contracción isométrica debería aumentar la inhibición autógena con el consecuente aumento de la flexibilidad”. Sin embargo, los resultados del estudio no muestran diferencias significativas en las ganancias de flexibilidad de la musculatura isquiosural entre los 3 grupos.

Así, Bonnar et al<sup>57</sup> plantean que a pesar de que en los 3 grupos se han producido avances significativos en el rango de movimiento, parece que los 3 segundos de contracción isométrica sería la opción más eficiente, debido a las limitaciones de tiempo y a la motivación del paciente para responder a un tiempo de contracción más reducido.

Con relación a la eficacia de la técnica FNP, Sady et al<sup>24</sup> compararon los efectos de diferentes técnicas de estiramiento sobre la flexibilidad del tronco, de los hombros y de la musculatura isquiosural en 43 hombres. Siguiendo 6 semanas de entrenamiento mediante estiramientos pasivos, balísticos y FNP, los resultados revelaron que con la técnica FNP se encontraban las mayores ganancias en las 3 áreas estiradas.

Sin embargo, y aunque existen otras investigaciones que apuntan que la técnica FNP es la más efectiva para mejorar la flexibilidad<sup>14,23,58-60</sup> esto no ha sido demostrado consistentemente<sup>61-64</sup>, y aparentemente, los resultados están relacionados con otros factores tales como la postura que se realiza durante el estiramiento<sup>65</sup> o la duración total del tiempo de estiramiento.

Además, una limitación de la utilización de esta técnica de estiramiento viene dada por el requerimiento de una segunda persona con experiencia<sup>46,66</sup>, mientras que otras técnicas pueden ser realizadas fácilmente sin ayuda.

## Stretching

Muy relacionada con la FNP, se encuentra una técnica que ha venido denominándose bajo la acepción de *Stretching*. En este apartado diferenciaremos el *Stretching* de Sölverborn<sup>67</sup> y el *Stretching* de Anderson<sup>68</sup>.

Basado en el método de Kabat e inspirado por Knott y Voss<sup>46</sup>, Sölverborn<sup>67</sup> describe una técnica de estiramiento en la cual se establece, inicialmente, una contracción isométrica intensa, seguida de una relajación muscular y un estiramiento de duración variada según diferentes autores<sup>69,70</sup>. Estos autores trasladarán al campo deportivo los métodos y técnicas establecidos en el campo de la patología neuromuscular.

Solomonko<sup>71</sup> y Ferret et al<sup>72</sup> destacan la importancia de la realización de ejercicios de *stretching* como factor esencial dentro del proceso de preparación del deportista e indican que se pueden llegar a reducir las lesiones musculares.

Anderson<sup>68</sup> plantea un método basado en el mantenimiento de una posición de estiramiento muscular controlado durante un tiempo. Así, se realiza un estiramiento estático relajado durante 20 segundos, seguido de relajación y nuevo avance en el estiramiento de otros 20 segundos. Se trata de provocar relajación muscular por reflejo de estiramiento al estimular los husos neuromusculares debido a que cuando se estira un músculo, los sensores reciben esa tensión excesiva, con lo que envían una orden al músculo para que se relaje y disminuya la tensión (con lo que se gana recorrido muscular y se disminuye el tono muscular).

Después de relajarse en la posición de estiramiento, el reflejo comienza a hacer efecto y desaparece parte de la tensión, con lo que se puede avanzar a una nueva posición de estiramiento y repetir de nuevo el ciclo 2-3 veces. Esta técnica quedaría encuadrada dentro de las técnicas estáticas pasivas, siendo un buen método para reducir el tono muscular.

## Efecto de las técnicas de estiramiento: evidencia científica

La gran variedad de técnicas de estiramiento existentes (estática, PNF, dinámica, balística, excéntrica) y los escasos estudios científicos que realizan comparaciones directas entre ellas no permiten determinar con rotundidad qué técnica de estiramiento es la más eficaz.

Los estudios que comparan directamente la eficacia de las diferentes técnicas de estiramiento (tabla 1), muestran como: *a*) a nivel cuantitativo, todas las técnicas de estiramiento producen incrementos significativos en el ROM articular, y *b*) no existe una evidencia consistente que indique que una técnica de estiramiento es superior a otra.

Sin embargo, desde el punto de vista cualitativo, determinados autores se han atrevido a expresar sus preferencias. En este sentido, Nelson y Bandy<sup>45</sup>, tras comprobar que la técnica excéntrica o en tensión activa era igual de efectiva que la técnica estática-activa para el aumento del ROM de la flexión de cadera sugieren que la técnica excéntrica ofrece una mayor funcionalidad para el entrenamiento de la flexibilidad debido a que podría reducir la posibilidad de lesión por entrenar la musculatura a través de actividades activas-excéntricas de baja intensidad. En este sentido, dada la naturaleza dinámica del deporte, las mejoras observadas en el ROM y la resistencia pasiva máxima conseguidas con el estiramiento balístico, unido a la ausencia de lesiones documentadas tras su aplicación, LaRoche y Connolly<sup>77</sup> sugieren que el estiramiento balístico podría ser más apropiado cuando se realiza correctamente. Por el contrario, Webright et al<sup>73</sup> proponen el empleo de la técnica estática sobre la técnica dinámica porque el tiempo en ejecutar los estiramientos con la técnica estática es menor que con la técnica dinámica. Asimismo, Yuktasir y Kaya<sup>78</sup>, tras comprobar que la técnica de estiramiento estática pasiva era igual de efectiva que la técnica de estiramiento FNP para la mejora del ROM en hombres adultos jóvenes ( $n = 28$ ), sugieren la utilización de la primera de ellas debido a que es más fácil de ejecutar y no requiere de asistencia externa. Por su parte, Sainz de Baranda y Ayala<sup>43</sup> recomiendan el empleo de la técnica estática activa sobre la técnica estática pasiva argumentando que podría mejorar la coordinación intermuscular agonista-antagonista y proteger la integridad del raquis.

**Tabla 1**  
Estudios que comparan directamente la eficacia de distintas técnicas de estiramiento

Autor	Grupos	Protocolo estiramiento	Resultados	Conclusiones autor/es
<b>Pruebas de valoración</b>				
Sady et al <sup>24</sup> PEPR	a) Estática pasiva (n = 10) b) Balística (n = 11) c) PNF (n = 12) d) Control (n = 10)	5 semanas 5 días/semana a) 1 x 30 s = 30 s b) 6 x 5 rep c) 1 x 30 s = 30 s d) Control	a) ↑ 5,6° ROM b) ↑ 6,1° ROM c) ↑ 10,6° ROM d) ↑ 3,04° ROM	Todas las técnicas mejoran el ROM, pero la técnica PNF fue superior
Prentice <sup>59</sup> PEPR	a) PNF-SRH (n = 23) b) Estática pasiva (n = 23) c) Control (n = 46)	10 semanas 3 días/semana a) 3 x 10 s = 30 s b) 3 x 10 s = 30 s c) Control	a) ↑ 12,04° ROM b) ↑ 7,86° ROM c) NC	Todas las técnicas mejoran el ROM, pero la técnica PNF fue superior
Worrel et al <sup>15</sup> APP	a) Estática activa (n = 19) b) PNF (n = 19)	3 semanas 5 días/semana a) 4 x 20 s = 80 s b) 4 x 20 s = 80 s	a) ↑ 8,3° ROM b) ↑ 9,5° ROM	Todas las técnicas mejoran el ROM. No diferencias entre técnicas
Webright et al <sup>73</sup> APA	a) Dinámica (n = 11) b) Estática pasiva (n = 15) c) Control (n = 14)	6 semanas 7 días/semana 2 sesiones/día a) 1 x 30 s = 30 s b) 1 x 30 rep = 30 rep c) Control	a) ↑ 8,9° ROM b) ↑ 10,2° ROM c) NC	Todas las técnicas mejoran el ROM. Recomienda la técnica estática porque requiere menos tiempo que la técnica dinámica
Bandy et al <sup>74</sup> APP	a) Estática pasiva b) Dinámica c) Control	6 semanas 5 días/semana a) 1 x 30s = 30 s b) 6 x 5 rep = 30 rep c) Control	a) ↑ 11,42° ROM b) ↑ 4,27° ROM c) NC	La técnica estática consigue el doble de ganancias en el ROM que la técnica dinámica. Cuestionan el uso de la técnica dinámica
Gribble et al <sup>75</sup> PEPR	a) Estática pasiva (n = 16) b) PNF (n = 14) c) Control (n = 16)	6 semanas 3 días/semana a) 4 x 30 s = 120 s b) 4 x 30 s = 120 s	a) ↑ 33,08° ROM b) ↑ 35,18° ROM c) ↑ 8,9° ROM	Todos los grupos mejoran el ROM. Las técnicas de estiramientos fueron superiores. No diferencias entre técnicas
Nelson et al <sup>45</sup> APP	a) Estática activa (n = 21) b) Excéntrica (n = 24) c) Control (n = 24)	6 semanas 3 días/semana a) 1 x 30 s = 30 s b) 6 x 5 s = 30 s c) Control	a) ↑ 12,05° ROM b) ↑ 12,79° ROM c) NC	Todas las técnicas mejoran el ROM. No diferencias entre técnicas. La técnica excéntrica podría ser una opción más funcional para el entrenamiento deportivo
Davis et al <sup>76</sup> APP	a) Estática activa (n = 5) b) Estática pasiva (n = 5) c) FNP (n = 5) d) Control (n = 4)	4 semanas 3 días/semana 1 x 30 s = 30 s	a) ↑ 11,50° ROM b) ↑ 23,70° ROM c) ↑ 13,10° ROM d) NC	Todas las técnicas mejoran el ROM, pero la técnica estática pasiva fue superior
Laroche et al <sup>77</sup> PEPR	a) Estática pasiva b) Balística c) Control	4 semanas 3 días/semana a) 10 x 30 s = 300 s b) 10 x 30 rep = 300 s c) Control	a) ↑ 9,5% ROM b) ↑ 9,3% ROM c) NC	Todas las técnicas mejoran el ROM. No diferencias entre técnicas. La técnica balística podría ser una opción más funcional para el entrenamiento deportivo
Yuktasir et al <sup>78</sup> APP	a) PNF-CR (n = 9) b) Estática pasiva (n = 10) c) Control (n = 9)	6 semanas 4 días/semana a) 4 x 30 s = 120 s b) 4 x (10 s + 5 s + 15 s)	a) ↑ 15,4° ROM b) ↑ 19,2° ROM c) NC	Ambas técnicas de estiramiento mejoran el ROM. Recomienda la técnica pasiva porque es más sencilla y no requiere de ayuda externa para poder realizarla
Meroni et al <sup>79</sup> APA	a) Estática activa b) Estática pasiva	6 semanas 4 días/semana 2 sesiones día a) 2 x (4 x 30 s) = 240 s b) 2 x (2 x [3 x 30 s]) = 360 s	a) ↑ 8,7° ROM b) ↑ 5,3° ROM	Ambas técnicas de estiramiento mejoran el ROM. La técnica activa es más eficaz que la técnica pasiva
Sainz de Baranda et al <sup>43</sup> PEPR	a) Estática pasiva b) Estática activa c) Control	12 semanas 3 días/semana 1) 12 x 15s = 180 s 2) 6 x 30s = 180 s 3) 4 x 45s = 180 s	a1) ↑ 16,3° ROM a2) ↑ 16,1° ROM a3) ↑ 12,4° ROM b1) ↑ 17,1° ROM b2) ↑ 16,2° ROM b3) ↑ 16,8° ROM c) NS	Ambas técnicas de estiramiento mejoran el ROM. La técnica activa es más segura para la integridad del raquis

APP: test del ángulo poplíteo pasivo; NC: no cambios; PEPR: test pasivo de elevación de la pierna recta; rep: repeticiones; ROM: rango de movimiento; s: segundos.

**Tabla 2**

Descripción de las ventajas e inconvenientes de las técnicas de estiramiento más habituales en el ámbito clínico y físico-deportivo

Técnica	Ventajas	Inconvenientes
Balística Dinámica	Incremento de la flexibilidad dinámica <sup>22-24</sup> Reproducibilidad alta con el gesto técnico <sup>18</sup>	Dificultad técnica <sup>19</sup> Posible riesgo de lesión (balística) <sup>2,13,25</sup> Requieren de un elevado gasto temporal <sup>73</sup> Aparición del reflejo miotático (balística) <sup>26</sup>
Estática-pasiva	Incremento de la flexibilidad estática <sup>10,36,37</sup>	Requiere de un agente externo (compañero, pared, banco) para su puesta en marcha (estática-pasiva) <sup>18</sup>
Estática-activa	Sencillez técnica <sup>27</sup> Seguridad <sup>14,18,31</sup>	Escasa reproducibilidad con el gesto técnico
Tensión activa	Incremento de la flexibilidad estática <sup>18</sup> Mejora la tolerancia al trabajo excéntrico <sup>76</sup>	Requiere de un agente externo (compañero, pared, banco) para su puesta en marcha <sup>19</sup> Escasa reproducibilidad con el gesto técnico
FNP	Incremento de la flexibilidad estática <sup>46</sup>	Dificultad técnica <sup>46,66</sup>
Stretching	Podría incrementar fuerza, flexibilidad y coordinación <sup>18</sup>	Requiere de un agente externo (compañero) para su puesta en marcha <sup>46,66</sup> Escasa reproducibilidad con el gesto técnico

FNP: facilitación neuromuscular propioceptiva.

## Conclusiones

Existe una evidencia científica suficiente que demuestra que la aplicación sistemática de programas de estiramientos consigue mejoras crónicas en la flexibilidad. En la literatura científica se encuentran descritas un gran número de técnicas de estiramiento, cada una de ellas con una serie de ventajas e inconvenientes que podrán justificar su utilización en determinados contextos clínicos y físico-deportivos (tabla 2). En cuanto a eficacia se refiere, no parece existir una técnica más eficaz que otra, por lo que todas (estática-activa, estática-pasiva, dinámica, FNP) parecen ser eficaces para la mejora del ROM articular y, por tanto, podrán ser utilizadas y combinadas como parte del entrenamiento de la flexibilidad.

## Financiación

Este trabajo es resultado del proyecto (06862/FPI/07) financiado con cargo al Programa de Formación de Recursos Humanos para la Ciencia y Tecnología de la Fundación Séneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia. A su vez, este trabajo es resultado de la ayuda concedida por la Fundación Séneca en el marco del PCTRM 2007-2010, con financiación del INFO y FEDER de hasta un 80%.

## Bibliografía

- Shellock FG, Prentice WE. Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. *Sports Med*. 1985;2:267-78.
- Henricson AS, Fredriksson K, Persson I, Pereira R, Rostedt Y, Westlin NE. The effect of heat and stretching on the range of hip motion\*. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1984;6:110-5.
- Ayala F, Sainz de Baranda P. Efecto de la duración y técnica de estiramiento de la musculatura isquiosural sobre la flexión de cadera. *Cultura Ciencia y Deporte*. 2008;8:93-9.
- Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Gleim GW, McHugh MP, Kjaer M. Viscoelastic response to repeated static stretching in the human hamstring muscle. *Scand J Med Sci Sports*. 1995;5:342-7.
- Murphy DR. A critical look at static stretching: are we doing our patient harm? *Chiropractic Sports Med*. 1991;5:67-70.
- Sainz de Baranda P. El trabajo de la Flexibilidad en Educación Física: Programa de intervención. *Cultura, Ciencia y Deporte*. 2009;5:33-8.

- Gajdosik R, Giuliani C, Bohannon R. Passive compliance and length of the hamstring muscles of the healthy men and women. *Clin Biomechanical*. 1990;5:23-9.
- Halbertsma JP, Van Bolhuis AI, Göeken LN. Sport stretching: effect on passive muscle stiffness of short hamstrings. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996;77:688-92.
- Magnusson SP. Passive properties of human skeletal muscle during stretch maneuvers. *Scand J Med Sci Sports*. 1998;8:65-77.
- Magnusson SP, Simonsen EB, Dyhre-Poulsen P, Aagaard P, Mohr T, Kjaer M. Viscoelastic stress relaxation during static stretch in human skeletal muscle in the absence of EMG activity. *Scand J Med Sci Sports*. 1996;6:323-8.
- Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Sørensen H, Kjaer M. A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *J Physiol*. 1996;497:291-8.
- Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther*. 1997;77:1090-6.
- Hartig DE, Henderson JM. Increasing hamstring flexibility decreases lower extremity overuse injuries in military basic trainees. *Am J Sports Med*. 1999;27:173-6.
- Anderson B, Burke ER. Scientific, medical, and practical aspects of stretching. *Clin Sports Med*. 1991;10:63-86.
- Worrell TW, Smith TL, Winegardner J. Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1994;20:154-9.
- Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, Kimsey CD Jr. The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:371-8.
- Zebas CJ, Rivera MS. Retention of flexibility in selected joints after cessation of a stretching exercise program. En: Dotson CO, Humphrey JH, editors. *Exercise Physiology: Current Selected Research*. Nueva York: AMS Press; 1985. p.181-91.
- Nelson RT, Bandy WD. An update on flexibility. *Strength Cond J*. 2005;27:10-6.
- Sainz de Baranda P, Rodríguez-García PL, Santonja F, Andújar P. La columna vertebral del escolar. Barcelona: Wanceulen; 2006.
- Rodríguez PL, Santonja F. Los estiramientos en la práctica físico-deportiva. *Selección*. 2000;9:191-205.
- Decoster LC. Effects of hamstring stretching on range of motion: A systematic review updated. *Athle Train Sports Health Care*. 2009;5:209-13.
- Mahieu NN, McNair P, De Muynck M, Stevens V, Blanckaert I, Smits N, et al. Effect of static and ballistic stretching on the muscle-tendon tissue properties. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39:494-501.
- Holt LE, Travis TM, Okita T. Comparative study of three stretching techniques. *Percept Mot Skills*. 1970;31:611-6.
- Sady SP, Wortman M, Blanke D. Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? *Arch Phys Med Rehabil*. 1982;63:261-3.
- Worrell TW, Perrin DH, Gansneder BM, Geick JH. Comparison of isokinetic strength and flexibility measures between hamstring injured and noninjured athletes. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1991;13:118-25.
- Guissard N, Duchateau J, Hainaut K. Muscle stretching and motoneuron excitability. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1988;58:47-52.
- Zachezewski JE. Improving flexibility. Filadelfia: JB Lippincott Co.; 1989.
- Rodríguez PL, Moreno JA. Justificación de la continuidad en el trabajo de estiramiento muscular para la consecución de mejoras en los índices de movilidad articular. *Apunts. Educación Física y Deportes*. 1997;48:54-61.



29. Fletcher IM, Jones B. The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. *J Strength Cond Res.* 2004;18:885-8.
30. Murphy DR. Dynamic range of motion training: An alternative to static stretching. *Chiropractic of Sports Med.* 1994;8:59-66.
31. Lashville AV. Active and passive flexibility in athletes specializing in different sports. *Teorig; Praktika Fizicheskoi Kulture.* 1987;7:51-2.
32. Safran MC, Seaber AV, Garrett WE Jr. Warm-up and muscular injury prevention. An update. *Sports Med.* 1989;8:239-49.
33. De Vries HA. Evaluation of static stretching procedures for improvement of flexibility. *Res Quarterly Exer Sport.* 1962;33:222-9.
34. Leighton JR. An instrument and technic for measurement of range of joint motion. *Arch Phys Med Rehabil.* 1955;36:571-8.
35. Vujnovich AL, Dawson NJ. The effect of therapeutic muscle stretch on neural processing. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;20:145-53.
36. Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol.* 2001;90:520-7.
37. Kubo K, Kanehisa H, Fukunaga T. Effect of stretching training on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol.* 2002;92:595-601.
38. Avela J, Kyröläinen H, Komi PV. Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *J Appl Physiol.* 1999;86:1283-91.
39. Guissard N, Duchateau J, Hainaut K. Mechanisms of decreased motoneurone excitation during passive muscle stretching. *Exp Brain Res.* 2001;137:163-9.
40. Moore MA, Hutton RS. Electromyographic investigation of muscle stretching techniques. *Med Sci Sports Exerc.* 1980;12:322-9.
41. Winters MV, Blake CG, Trost JS, Marcello-Brinker TB, Lowe LM, Garber MB, et al. Passive versus active stretching of hip flexor muscles in subjects with limited hip extension: a randomized clinical trial. *Phys Ther.* 2004;84:800-7.
42. White SG, Sahrman SA. A movement system balance approach to management of musculoskeletal pain. En: Grant R, ed. *Physical Therapy of the Cervical and Thoracic Spine.* Nueva York, NY: Churchill Livingstone Inc.; 1994. p. 339-57.
43. Sainz de Baranda P, Ayala F. Chronic flexibility improvement after 12 week of stretching program utilizing the ACSM recommendations: hamstring flexibility. *Int J Sports Med.* 2010;31:389-96.
44. Esnault M. Deux notions distinctes dans l'étirement musculaire de type Stretching: la tension passive et la tension active. *Annales Kinésithérapie.* 1988;15:69-70.
45. Nelson RT, Bandy WD. Eccentric training and static stretching improve hamstring flexibility of high school males. *J Athl Train.* 2004;39:254-8.
46. Knott M, Voss D. *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation: Patterns and Techniques.* Nueva York: Harper and Row; 1968.
47. Adler SS, Berkens D, Buck M. *La Facilitación Neuromuscular Proprioceptiva en la práctica. Guía ilustrada.* Buenos Aires: Editorial Panamericana; 2002.
48. Sölveborn S-A. *Stretching.* Barcelona: Martínez Roca; 1987.
49. Sharman MJ, Cresswell AG, Riek S. Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching: mechanisms and clinical implications. *Sports Med.* 2006;36:929-39.
50. López T. Facilitación Neuromuscular Proprioceptiva. *Sport y Medicina.* 1991;12:9-12.
51. Surburg PR, Schrader JW. Proprioceptive neuromuscular facilitation techniques in sports medicine: a reassessment. *J Athl Train.* 1997;32:34-9.
52. Arnhem DD, Prentice WE. *Principles of athletic training.* St. Louis: Mosby; 1993.
53. Kisner C, Colby LA. *Therapeutic exercise: Foundations and techniques.* 3.<sup>a</sup> ed. Filadelfia, PA: Davis; 1996.
54. Voss DE, Ionta MK, Meyers BJ. *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation.* Filadelfia, PA: Harper and Row; 1985.
55. Anderson MK, Hall SJ. *Sports Injury Management.* Media, PA: Williams & Wilkins; 1995.
56. Nelson KC, Cornelius WL. The relationship between isometric contraction durations and improvement in shoulder joint range of motion. *J Sports Med Phys Fitness.* 1991;31:385-8.
57. Bonnar BP, Deivert RG, Gould TE. The relationship between isometric contraction durations during hold-relax stretching and improvement of hamstring flexibility. *J Sports Med Phys Fitness.* 2004;44:258-61.
58. Etnyre BR, Abraham LD. Gains in range of ankle dorsiflexion using three popular stretching techniques. *Am J Phys Med.* 1986;65:189-96.
59. Prentice WE. A comparison of static stretching and pnf stretching for improving hip joint flexibility. *J Athle Train.* 1983;56-9.
60. Wallin D, Ekblom B, Grahn R, Nordenborg T. Improvement of muscle flexibility. A comparison between two techniques. *Am J Sports Med.* 1985;13:263-8.
61. Condon SM, Hutton RS. Soleus muscle electromyographic activity and ankle dorsiflexion range of motion during four stretching procedures. *Phys Ther.* 1987;67:24-30.
62. Godges JJ, Macrae H, Longdon C, Tinberg C, Macrae PG. The effects of two stretching procedures on hip range of motion and gait economy. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1989;10:350-7.
63. Hartley-O'Brien SJ. Six mobilization exercises for active range of hip flexion. *Res Q Exer Sport.* 1990;51:625-35.
64. Lucas RC, Koslow R. Comparative study of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques on flexibility. *Percept Mot Skills.* 1984;58:615-8.
65. Sullivan MK, DeJulia JJ, Worrell TW. Effect of pelvic position and stretching method on hamstring muscle flexibility. *Med Sci Sports Exerc.* 1992;24:1383-9.
66. Owings TM, Grabiner MD. Desperate ipsilateral and contralateral effects on concentrically vs eccentrically induced fatigue. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28:141.
67. Anderson B. *Le stretching.* Paris: Solar; 1983.
68. Sölveborn S-A. *Le stretching du sportif: entraînement à la mobilité musculaire.* Paris: Chiron; 1982.
69. Durey A. Ce que le médecin peut attendre des techniques de stretching. *Annales de Kinésithérapie.* 1988;15:13-4.
70. Harichaux P. Le "Stretching", pourquoi et comment? *Annales de Kinésithérapie.* 1988;15:1.
71. Solomonko V. Assouplissement et mise en train du sportif grâce au "stretching". *Annales de Kinésithérapie.* 1988;15:45-8.
72. Ferret JM, Mathieu R, Videman R, Seiller M. Intérêts et limites des étirements chez l'enfant et l'adolescent footballeur. *Annales de Kinésithérapie.* 1990;17:305-8.
73. Webright WG, Randolph BJ, Perrin DH. Comparison of nonballistic active knee extension in neural slump position and static stretch techniques on hamstring flexibility. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1997;26:7-13.
74. Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27:295-300.
75. Gribble PA, Guskiewicz KM, Prentice WE, Shields EW. Effects of static and hold-relax stretching on hamstring range of motion using the flexibility LE1000. *J Sport Rehabil.* 1999;8:195-208.
76. Davis DS, Ashby PE, McCale KL, McQuain JA, Wine JM. The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. *J Strength Cond Res.* 2005;19:27-32.
77. LaRoche DP, Connolly DA. Effects of stretching on passive muscle tension and response to eccentric exercise. *Am J Sports Med.* 2006;34:1000-7.
78. Yuktasir B, Kaya F. Investigation into the long-term effects of static and PNF stretching exercises on range of motion and jump performance. *J Bodyw Mov Ther.* 2009;13:11-21.
79. Meroni R, Cerri CG, Lanzarini C, Barindelli G, Morte GD, Gessaga V, et al. Comparison of active stretching technique and static stretching technique on hamstring flexibility. *Clin J Sport Med.* 2010;20:8-14.