



---

**Universidad de Valladolid**



**Facultad  
de Fisioterapia  
de Soria**

**FACULTAD DE FISIOTERAPIA DE SORIA**

**Grado en Fisioterapia**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

# **SISTEMAS DE ESTIRAMIENTO CORPORAL**

Autor/a: Iñaki Urra Martínez

Tutor/a: Zoraida Verde Rello

SORIA, 5 de julio de 2017

# INDICE

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	2
1.1 DEFINICIÓN DE FLEXIBILIDAD.....	2
1.2 PRINCIPALES FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FLEXIBILIDAD.....	2
1.2.1 FACTORES INTERNOS.....	2
1.2.2 FACTORES EXTERÍNSECOS .....	7
1.3 PAPEL DE LOS ESTIRAMIENTOS EN LOS PROGRAMAS DEPORTIVOS .....	8
1.4 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	14
2. MATERIAL Y MÉTODOS.....	16
2.1 MOTOR DE BÚSQUEDA Y BASES DE DATOS .....	16
2.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN .....	16
2.3 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA.....	16
2.4 PALABRAS CLAVE .....	16
2.5 RESULTADOS .....	16
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
3. SISTEMAS DE ESTIRAMIENTO.....	18
3.1.1 ESTIRAMIENTOS DINÁMICOS.....	19
3.1.2 ESTIRAMIENTOS ESTÁTICOS PASIVOS.....	20
3.1.3 ESTIRAMIENTOS DE FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR PROPIOCEPTIVA.....	21
3.1.3.1 CONTRACCIÓN-RELAJACIÓN-ESTIRAMIENTO.....	23
3.1.3.2 CONTRACCIÓN-RELAJACIÓN-ANTAGONISTA-CONTRACCIÓN .....	23
3.2 EFECTOS DE LOS ESTIRAMIENTOS EN EL ÁMBITO DEPORTIVO.....	25
3.2.1 ESTIRAMIENTOS DINÁMICOS.....	25
3.2.2 ESTIRAMIENTOS ESTÁTICOS PASIVOS .....	25
3.2.3 ESTIRAMIENTOS DE FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR PROPIOCEPTIVA .....	25

<b>3.3 RECOMENDACIONES DEL ESTIRAMIENTO EN DIFERENTES PARTES DEL ENTRENAMIENTO EN FUNCIÓN DEL DEPORTE .....</b>	<b>26</b>
<b>3.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS DEPORTES .....</b>	<b>26</b>
<b>3.3.2 RECOMENDACIONES .....</b>	<b>27</b>
<b>4 CONCLUSIONES .....</b>	<b>30</b>
<b>5. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>32</b>

## RESUMEN

La flexibilidad es una capacidad básica que permite una movilización de una o varias articulaciones dentro de un rango de movimiento determinado sin restricciones de tipo doloroso. Ésta depende tanto de factores intrínsecos como de factores extrínsecos. Los beneficios que aportan y por los cuales se incluyen en los programas de entrenamiento son: el aumento del rango articular, prevención de lesiones, mejora la recuperación y supuestamente previene el dolor muscular de aparición tardía.

Actualmente existe un gran desconocimiento de la correcta aplicación de los estiramientos dentro de las sesiones de entrenamiento. En este trabajo, por tanto, se va a realizar un estudio de las diferentes formas de realizar estiramientos y se comentarán tanto sus efectos como sus aplicaciones en los diferentes deportes.

Se ha realizado una búsqueda bibliográfica utilizando como motor de búsqueda Web of Science y Google Scholar. Se ha consultado en las principales bases de datos médicas y fisioterápicas: Pubmed, PEDro y Scielo. Como palabras clave se ha empleado “Stretching”, “Effects”, “Dynamic Stretching”, “Static Stretching”, “PNF Stretching”, “Sport”.

Existen tres sistemas básicos de estiramiento: dinámicos, estático-pasivos y de facilitación neuromuscular propioceptiva. Se explican sus características y sus efectos y en función de ellos se realiza una serie de recomendaciones acerca de cómo emplearlos en cada deporte. Para poder hablar de forma genérica se ha realizado una agrupación de los diferentes deportes en base a sus exigencias de estiramiento muscular.

Las conclusiones extraídas del trabajo desmienten o acreditan algunas de las creencias populares acerca de los estiramientos, no obstante, todavía quedan muchas incógnitas que resolver. Por otro lado, se ha elaborado una serie de recomendaciones muy generales para poder utilizar esta herramienta de trabajo de forma segura y con los mejores resultados posibles.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 DEFINICIÓN DE FLEXIBILIDAD

La flexibilidad puede definirse como una capacidad básica, más concretamente complementaria o facilitadora, gracias a la cual se moviliza una articulación o varias dentro de un rango de movimiento determinado sin restricciones de tipo doloroso. La amplitud del movimiento dependerá del tipo de articulación que se esté movilizándose (de sus superficies articulares) así como de las propiedades visco-elásticas de las partes blandas que rodean a dicha articulación (1,2).

Es una capacidad básica entrenable como las otras (fuerza, velocidad, resistencia), en este caso a través de los estiramientos. Existen tres tipos fundamentales de sistemas de estiramiento, cada uno con sus características, que se comentarán más adelante.

## 1.2 PRINCIPALES FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FLEXIBILIDAD

Sobre los factores que intervienen en la flexibilidad de una persona se pueden diferenciar dos grandes grupos. El primer grupo corresponde a factores intrínsecos, que se refiere a las propiedades visco-elásticas de los tejidos que rodean las articulaciones (tejido muscular, tejido conectivo intramuscular, tendón y ligamento) y al sistema neuromuscular. El segundo grupo se refiere a factores extrínsecos, que son aquellos que no pueden ser modificados por medios humanos (edad, genética, sexo) o ajenos al cuerpo humano (temperatura ambiental, costumbres sociales y actividad deportiva). Éstos participan de forma secundaria en la flexibilidad de una persona (1,3,4).

### 1.2.1 FACTORES INTERNOS:

- Sistema neuromuscular: Al someter al músculo a un estiramiento se estimula primeramente el huso neuromuscular y si se mantiene en el tiempo, el órgano tendinoso de Golgi (OTG) generando las siguientes respuestas(1):

- El huso neuromuscular es un mecanoreceptor ubicado en el vientre muscular que detecta cambios de elongación muscular y su velocidad. Al someter al músculo a un estiramiento, estos receptores son estimulados y generan una respuesta refleja protectora de contracción muscular que limita el rango articular, denominada arco reflejo miotático (Figura 1) (1,5–7).

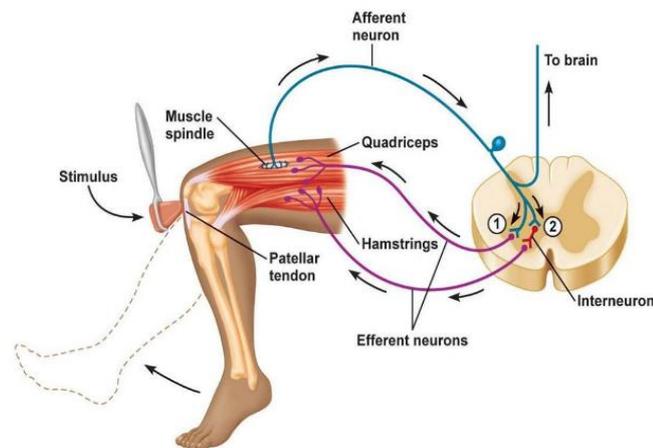


Figura 1: Arco reflejo miotático. Disponible en: <https://practicasfisio.wordpress.com/2014/10/21/patologia-en-el- tono- muscular/comment-page-1/>

- Al mantener el estiramiento en el tiempo, el OTG es estimulando. Este va a generar el reflejo miotático inverso (Figura 2), que básicamente consiste en una relajación muscular que va a permitir alcanzar mayores rangos articulares inhibiendo el arco reflejo miotático (1,5–7).

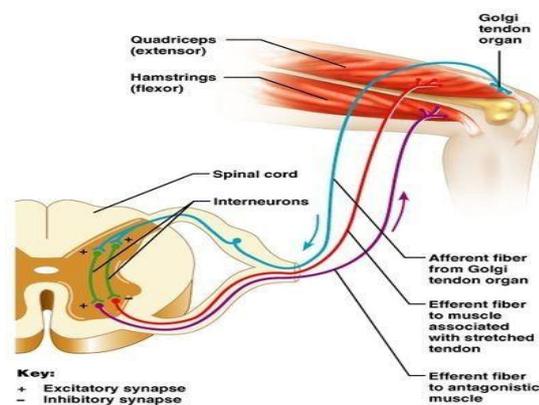


Figura 2: Reflejo miotático inverso. Disponible en: <http://yasalud.com/reflejo-tendinoso-de-golgi/>

Cabría destacar que el estado anímico del sujeto que practica los estiramientos cumple un papel crucial a la hora de rebasar esta barrera neuromuscular. Un estado de excitación, nerviosismo, estrés, etc. va a provocar un aumento de tensión muscular debido al aumento de la sensibilidad de los husos neuromusculares (1,3,8).

- Tejido muscular: El músculo está compuesto por el componente contráctil (CC), el componente elástico en serie (formado por el tendón mayormente) y el componente elástico en paralelo (formado por el tejido conectivo y fascias que rodean y que están dentro del músculo) (Figura 3) (1).

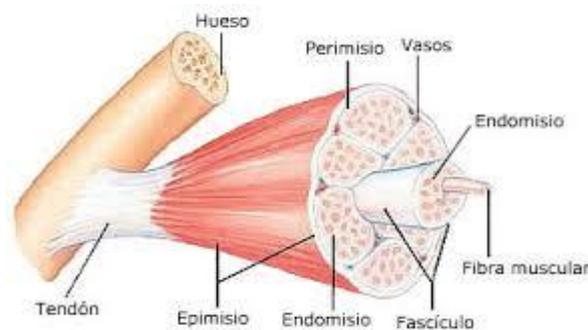


Figura 3: Composición muscular. Disponible en: <http://www.inatacion.com/articulos/fisiologia/musculos.html>

Una vez el músculo está relajado, los sarcómeros de las fibras musculares van a poder elongarse hasta alcanzar su máxima longitud gracias al aumento de la longitud de las bandas I. No obstante, se encuentra una resistencia inicial provocada por la existencia de puentes cruzados, los cuales están continuamente formándose y rompiéndose, según el modelo mecánico muscular de Hills (1,7).

Puesto que este comportamiento se debe al carácter elástico del componente contráctil, en cuanto se deja de estirar los sarcómeros recuperan su longitud. Por tanto, podría considerarse que las fibras musculares por sí mismas no intervienen de forma importante en el entrenamiento de la flexibilidad (9).

Tras la máxima elongación de los sarcómeros, las fibras musculares han alcanzado su máxima longitud anatómica posible y entran en juego el componente elástico en serie y en paralelo. El papel de este tejido es de una importancia tal que aproximadamente el 41% de la longitud muscular al ser

sometido al estiramiento proviene de este tejido. El carácter elástico de este tejido es debido a su mayoritaria composición de elastina. Estas fibras pueden ser elongadas al 150% de su tamaño sin presentar roturas y volver a su longitud inicial (1,3).

Por otro lado, las fuerzas de tracción a las que son sometidas las fibras musculares, provocan cambios de deformación en la matriz extracelular. Esta deformación estimula las integrinas (receptores transmembranosos), transmitiendo el estímulo al interior de la célula muscular. Este estímulo va a activar una serie de proteínas nucleares que van a modificar la transcripción genética que regula la sarcomerogénesis. De este modo se induce la creación de sarcómeros, lo que significa un aumento de la longitud muscular que va a permitir un aumento del rango articular (8).

- Tendón: El tendón es una estructura anatómica configurada fundamentalmente por tejido conectivo muscular que va a insertar en los huesos. La principal función de éstos es transmitir la fuerza generada por el músculo con la menor pérdida de energía posible (10).

Esta función principal del tendón es posible gracias en buena medida a su composición, rica en colágeno (70-80% de su peso seco). Las fibras de colágeno aportan al tendón gran rigidez gracias a sus propiedades mecánicas. Es capaz de resistir 10.000 veces su peso sin deformarse y su capacidad elástica es limitada, observándose microroturas al 4% de estiramiento del mismo (3,11).

Se puede afirmar, por tanto, que la fuerza que el tendón es capaz de soportar sin quebrar será tanto más elevada, cuanto más fibras de colágeno tenga. Asimismo, existe una relación directa entre el grosor del tendón y la fuerza que es capaz de soportar. En resumen, cuanto más grueso y más contenido de fibras de colágeno tenga el tendón, más fuerte será (10).

Sin embargo, el tendón presenta un comportamiento elástico no lineal una vez es sometido a fuerzas de tracción. Esto quiere decir que tiene capacidad de deformación en función de la carga y del tiempo al que es sometido. Esta capacidad elástica se la proporcionan las fibras de elastina (10).

- Ligamentos: Son bandas de tejido conectivo formadas por haces de colágeno entrelazadas con fibras de elastina y reticulina. Esta composición le permite comportarse como un material visco-elástico, con un porcentaje de deformación previo a la ruptura completa de un 8% aproximadamente, encontrando pequeños desgarros de colágeno desde el 3% (3,9,10).  
Cumple con la función de limitar movimientos extremos que puedan poner en juego la integridad de la articulación, así como guiar el movimiento correcto de la misma. Es decir, los ligamentos permiten el libre movimiento de la articulación hasta determinados grados, donde se tensan y restringen el movimiento, configurando el 47% de la resistencia total. Este porcentaje va a variar mucho en función de la articulación que se trate, teniendo por ejemplo en la extensión del codo un factor óseo como limitante del movimiento y en la flexión es la parte blanda la que limita el movimiento. Dicho de otra forma, ni en la flexión ni en la extensión intervienen los ligamentos para limitar la movilidad (3,9).

Estos sistemas, una vez son estimulados durante cierto tiempo, van a experimentar cambios en cuanto a su longitud de forma permanente teniendo en cuenta sus características y comportamiento mecánico si:

- La tensión/intensidad con la que se trabaja en los estiramientos es la suficiente como para superar el límite elástico. Sin embargo, hay que tener precaución con la intensidad y respetar los límites fisiológicos del músculo para evitar roturas o procesos inflamatorios. Algunos estudios hablan de que la intensidad más óptima a la cual se consigue más elongación se sitúa por debajo de sensaciones dolorosas (3,8,12).
- El estiramiento se practica durante más tiempo del que el tejido puede soportar elongado para recuperar su longitud (3).
- La combinación de ambas, por tanto, nos aportará los mejores resultados de elongación muscular (3).

## 1.2.2 FACTORES EXTERÍNECOS

Como factores externos a tener en cuenta se podrían señalar:

- Edad: La flexibilidad es la única capacidad básica que está desarrollada al máximo nada más nacer. Así pues, conforme se va creciendo se pierde flexibilidad, pese a que esta pérdida no sea lineal. La flexibilidad se mantiene casi en su totalidad hasta los 10-11 años y entre los 20-30 se produce la mayor pérdida de ésta. A partir de los 30 años, la pérdida se vuelve a estabilizar aunque siga en decadencia. Esta pérdida de flexibilidad se debe a cambios físico-químicos de las fibras de colágeno y elastina, deshidratación y reordenamiento de las fibras, así como por posibles lesiones musculares a lo largo de la vida deportiva del sujeto (3,4).
- Sexo: Las mujeres son más flexibles que los hombres. Se cree que esta diferencia radica en la cantidad de estrógenos que estas producen en comparación con los hombres. Estas hormonas provocarían una retención de agua que mantendría más elásticos los tejidos (4).
- Factores genéticos: Algunos individuos nacen con más flexibilidad que otros. Presentan diferente constitución corporal que explica la diferencia en cuanto a flexibilidad (4).
- Temperatura:
  - Ambiental: Alta temperatura ambiental induce un estado de relajación en el individuo, activa el sistema parasimpático, de forma que se consigue una mejor elongación muscular (3).
  - Intramuscular: Una temperatura muscular entre 38,8 y 41,6 es la ideal para realizar estiramientos. Entre estas temperaturas el músculo es más fácilmente elongable, gracias al cambio de sus propiedades visco-elásticas (3).
- Costumbres sociales: Estrechamente relacionado a la postura corporal de las personas, las cuales dependen en gran medida de las actividades más comunes que se desarrollan según el tipo de cultura de cada país. Por ejemplo, en países desarrollados se tiende mucho a estar sentados, provocando un acortamiento de los isquiotibiales (3,13).

- Actividad deportiva: En toda actividad deportiva se produce una potenciación de unos músculos en detrimento de otros. Esto condiciona de forma considerable la flexibilidad de las zonas corporales que se trabajan en función de la actividad deportiva (3,13).

### **1.3 PAPEL DE LOS ESTIRAMIENTOS EN LOS PROGRAMAS DEPORTIVOS:**

Existe una tendencia general a incluir los estiramientos en todos los deportes independientemente de las características de éste. No obstante, existe mucha controversia acerca de si la inclusión de los estiramientos en la preparación física de los deportistas supone un beneficio o una desventaja.

Estos son los principales argumentos de inclusión de los estiramientos y su controversia:

- Aumento del rango articular: Respecto a si el trabajo de la flexibilidad aumenta el rango articular o “range of motion” (ROM) en sujetos normales existe consenso en la comunidad científica. Prácticamente en la totalidad de los artículos consultados avalan dicha teoría (1–3,5,6,8,11,13–23).

Sin embargo, hay que tener cuidado con el trabajo excesivo de la flexibilidad. Existe la creencia popular de que un deportista, cuanto más flexible sea mejor. Una creencia falsa con la que es necesario romper para evitar lesiones innecesarias. Aumentar la flexibilidad del deportista más de lo necesario puede generar inestabilidad articular, lo cual, evidentemente aumentaría el riesgo de lesión, además de que no supone ningún efecto positivo en el rendimiento (2).

De forma general se puede afirmar que se ha de trabajar la flexibilidad hasta un rango que permita la ejecución de la técnica deportiva de forma correcta sin comprometer la integridad del músculo, teniendo en cuenta el tipo de deporte y las cualidades específicas de la persona entrenada (2,23).

El entrenamiento de la flexibilidad aporta un estímulo a los tejidos periarticulares que genera una respuesta adaptativa. Esta respuesta dependerá de múltiples factores, entre los que destacan las características del individuo y las características del estímulo (frecuencia, tiempo, volumen, elección del ejercicio) (23).

Pese a que no está claro del todo el proceso por el cual aumenta el rango articular, existen varias posibles explicaciones:

- Cambios estructurales: Las fuerzas generadas por la elongación muscular pueden generar cambios en la matriz celular. Se produce un estímulo de la síntesis de proteínas contráctiles por mecano-transducción, induciéndose la generación de sarcómeros o sarcomerogénesis (8).
- Reducción de la tensión pasiva del músculo: Se produce una reducción de la rigidez y aumento de la viscosidad muscular que permite alcanzar mayor amplitud de movimiento (2,3,8,23).
- Inhibición de la actividad refleja: Se produce una reducción de la actividad de los husos neuromusculares y se reduce también el umbral de excitabilidad del OTG (1-3,5-8,23).
- Aumento de la tolerancia al dolor por estiramiento (2,8).

No obstante, se ha abierto una línea de investigación que pone en cuestión los estiramientos como la forma más eficaz de entrenamiento de la flexibilidad. Varios son los estudios que trabajan sobre la hipótesis de que trabajando la fuerza a rangos límite se consiguen mejores resultados que trabajando la flexibilidad únicamente, aunque por el momento estos estudios son tan reducidos que no consiguen llegar a un grupo experimental. Además, debido a la corta duración de los estudios no puede decirse que dicha hipótesis sea válida, pese a que los resultados les sean favorables (14,24).

Por otro lado, otros autores afirman que el trabajo de la flexibilidad de forma estática (la más habitual) no supone ningún aumento del rango articular activo. Aceptan que aumente el rango articular de forma pasiva, sin efectos en el rango articular activo, de forma que aumentaría la flexibilidad residual (diferencia de amplitud entre flexibilidad activa y pasiva). La flexibilidad activa es aquella que se produce a través de una contracción muscular voluntaria por músculos antagonistas y la flexibilidad estática es aquella que se produce por fuerzas externas, relajando la zona que se estira. Afirman que trabajando la flexibilidad estática no aumentan la flexibilidad dinámica, mientras que a la inversa sí que ocurre (2).

- Prevención de lesiones: Ampliamente es argumentado el uso de los estiramientos como una herramienta preventiva frente a posibles lesiones. No obstante, es un tema altamente controvertido, puesto que no existe evidencia que demuestre claramente el carácter profiláctico de los mismos.

Hay que aclarar, que las lesiones en personas deportistas suelen ser de origen multifactorial y que el simple hecho de practicar deporte conlleva un riesgo en sí mismo de sufrir una lesión. Es por ello que se ve extremadamente complicado esclarecer la etiología de las mismas. Por consiguiente, se ve extremadamente complicado conocer con exactitud el papel de, en este caso los estiramientos, como estrategia de prevención de lesiones (25).

Pese a que los factores de riesgo que pueden conducir a una lesión son múltiples pueden dividirse en dos grandes grupos: externos e internos, o extrínsecos e intrínsecos. Los primeros hacen referencia al conjunto de factores dependientes del entorno (régimen del entrenamiento, factores ambientales, factores humanos, calidad del material, características del deporte, nivel de competición y tiempo etc.). Los segundos, se refieren al conjunto de factores que se pueden encontrar en el deportista (sexo, raza, género, cualidades físicas, composición corporal, aspectos anatómicos, estado psicológico, estado de salud, alimentación, etc.) (25,26).

Paralelamente a esta división e igualmente importante se puede clasificar los factores de riesgo en modificables (composición corporal, régimen de entrenamiento, cualidades físicas, etc.) o no modificables (condiciones ambientales, características del deporte, nivel de competición, etc.) (26).

Como ya se ha comentado, dentro de las cualidades físicas se encuentra la flexibilidad. Por tanto, se puede entender el nivel de flexibilidad como un factor de riesgo intrínseco y modificable.

Como factor modificable, es preciso estudiar el comportamiento de esta cualidad en el contexto de la práctica deportiva. Además, es un factor muy interesante a tener en cuenta puesto que actúa sobre el tejido blando, donde ocurren el 80% de las lesiones deportivas (26).

Debido a la alta controversia existente en la disyuntiva del carácter preventivo de los estiramientos, se va a exponer los principales argumentos que defienden ambas tesis, teniendo en cuenta que no existe consenso en la comunidad científica acerca del carácter profiláctico de los estiramientos (6,15,27).

Argumentos a favor del carácter profiláctico de los estiramientos:

- Sujetos con baja flexibilidad son más susceptibles de sufrir lesiones: Parece lógico pensar que deportistas con un nivel de flexibilidad limitado son más propensos a sufrir lesiones. De hecho, algunos estudios avalan esta teoría argumentando que las propiedades visco-elásticas de sus músculos tienen un carácter más rígido. Esto reduce su nivel de tolerancia a la deformación, siendo más frecuentes los daños musculares (15,25,27).  
Sin embargo, algunos autores, como se expone en la revisión de McHugh, sostienen que el nivel de flexibilidad intrínseco de cada persona no influye a la hora de presentar desgarros musculares sin que ello signifique que practicar estiramientos no disminuya el riesgo de sufrir lesiones (6).
- La musculatura acortada puede generar alteraciones articulares: Un músculo de menor longitud que la habitual limita la movilidad de la articulación o articulaciones sobre las que actúa. De este modo puede interferir en su posición anatómica desalineando la articulación y obligando al resto de articulaciones a ajustarse a ese desequilibrio favoreciendo la aparición de diferentes patologías (13).
- Equilibrio muscular: Mantener el sistema musculo-esquelético equilibrado, agonista con antagonista, es esencial para un correcto funcionamiento del mismo. Existen diferencias en los músculos en función de sus características, es decir, de si son tónicos (con tendencia al acortamiento) o fásicos (con tendencia al elongamiento) que han de tenerse en consideración a la hora de practicar estiramientos, de tal forma que aquellos que tienen tendencia a acortarse han de estirarse. No hacerlo supondría un aumento del riesgo de lesión por desequilibrio muscular (3,6,25).

Paralelamente a este hecho, el entrenamiento de cualquier deporte entrena unos músculos más que otros, de forma que se potencian unos en detrimento de otros. De esta forma se ve necesario estirar aquellos músculos que se trabajan con el objetivo de evitar dicho acortamiento y mantener el equilibrio muscular (13).

- Capacidad elástica: En personas que van a practicar deportes donde van a llevar a las articulaciones al límite de su rango (artes marciales, danza, gimnasia rítmica, deportes de salto etc.), la capacidad elástica del músculo se pone en jaque. Músculos con buena capacidad elástica serán capaces de almacenar energía elástica y liberarla rápidamente, mientras que aquellos músculos más rígidos serán puestos en peligro de micro-roturas o desgarros por sobre-estiramiento (2,23,25).

Argumentos en contra del carácter profiláctico de los estiramientos. En este apartado se tendrán en cuenta principalmente estiramientos estáticos por ser los más habituales (8,23,28):

- Aumento de tolerancia al dolor: Algunos autores sostienen que este aumento de tolerancia explicaría aquellos estudios en los que se necesita más fuerza que en pruebas anteriores para alcanzar niveles de dolor. Si las propiedades visco-elásticas hubiesen cambiado, con la misma fuerza que antes de la sesión de estiramientos se obtendría un aumento del rango articular. Conclusión absolutamente contraria al cambio de visco-elasticidad que defienden artículos mencionados anteriormente (2,3,8,23).

Se produce una alteración de la sensibilidad nociceptiva recibiendo como no lesivas posiciones agresivas que pueden conducir a un daño muscular. Es decir, el sistema propioceptivo junto con el nociceptivo cumplen con una función protectora del músculo que puede verse alterada si se disminuye su sensibilidad (2,5,13).

- Disminución de la excitabilidad del huso neuromuscular: La disminución de la excitabilidad de este, reduce la efectividad y rapidez con la que el músculo reacciona a cambios de tensión y estiramiento bruscos, poniendo en peligro la integridad del músculo (1,5,6).

Ello implica que sean necesarios estímulos más fuertes para que se origine el arco reflejo miotático, de forma que el músculo se ve más expuesto a posibles desgarros por sobre-estiramiento.

- Disminución de la fuerza muscular: De forma aguda, los estiramientos estáticos reducen la fuerza máxima entre un 5 y un 28%, en función del tiempo y número de repeticiones del estiramiento. La capacidad de generar fuerza es inversamente proporcional al tiempo mantenido del estiramiento. Cuanto más tiempo dure el estiramiento menor será la fuerza que se podrá generar (2,3,6,8,23,29).

La explicación a este fenómeno se basa en el cambio visco-elástico que se genera en el músculo. La rigidez muscular se traduce en una mejor transmisión de la fuerza generada por el músculo al sistema esquelético. Si la elasticidad aumenta en detrimento de la rigidez, parte de la fuerza generada por el músculo se disipa en forma de energía elástica (2,3,8,23).

Otra explicación alternativa o complementaria a esta habla de que debido al aumento de la elongación muscular, se produce la desensibilización del huso neuromuscular, disminuyendo el arco reflejo miotático. La contracción refleja que ejecuta cuando es estimulado contribuye al desarrollo de la fuerza (6).

- Mejorar la recuperación: Habitualmente, los estiramientos son incluidos en la vuelta a la calma en cualquier sesión de cualquier deporte con el objetivo de recuperar tanto como sea posible el estado muscular anterior al entrenamiento. Lo que se pretende es recuperar la musculatura al máximo para poder rendir al día siguiente de la forma más óptima.

Así pues, podría decirse que lo que se pretende estirando después de la práctica deportiva es mejorar o recuperar el rango articular, reducir la rigidez muscular y/o reducir el dolor muscular (12).

Como se ha justificado anteriormente, con el entrenamiento de la flexibilidad se logra aumentar el rango articular. Unos estiramientos lo hacen de forma más eficaz, otros algo menos, pero en general, se puede

afirmar que entrenar la flexibilidad mantiene o aumenta los rangos. Lo mismo sucede respecto a la reducción del dolor. Gracias a su efecto analgésico podría reducirse el dolor muscular característico al realizar un esfuerzo intenso, sin confundirlo con el dolor muscular de aparición tardía (1–3,5,6,8,11,13–23).

Así planteado parece evidente que los estiramientos permiten una mejor recuperación. No obstante, todos estos efectos son transitorios con una duración aproximada de una hora.

Es más, al practicar estiramientos estáticos durante el tiempo suficiente como para generar cambios plásticos, se produce una reducción de la fluidez de la sangre. Esto conlleva a un déficit de oxigenación y una disminución de la velocidad de los glóbulos rojos. También se ve afectado el sistema linfático de igual forma, obstruyendo su fluidez (12).

En definitiva se produce una isquemia durante la ejecución de los estiramientos que dificulta la reducción del edema o desinflamación de la sangre acumulada en el músculo. Es por ello que algunos autores sostienen que la tendencia generalizada de emplear los estiramientos estáticos en la vuelta a la calma de cada sesión debería revisarse (12).

- Prevención del dolor muscular de aparición tardía: La literatura más reciente desmiente esta creencia popular. Estirar antes o después no produce ningún efecto en la prevención de agujetas. El mecanismo de producción de estas, pese a que no está del todo claro, nada tiene que ver con los efectos que produce el estiramiento sobre la musculatura (30).

#### **1.4 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

Los estiramientos son los ejercicios a través de los cuales se trabaja la flexibilidad. En la actualidad se puede observar que cualquier persona que practique cualquier tipo de deporte dedica un tiempo a los estiramientos. Esta herramienta de trabajo es un arma de doble filo, de tal forma que bien ejecutados, en el momento preciso pueden ser útiles en cuanto a prevención de lesiones y mejora del rendimiento deportivo, pero realizarlos sin

conocimientos, puede aumentar el riesgo de lesión y reducir el rendimiento deportivo.

Desde el punto de vista de la fisioterapia es una herramienta de trabajo clave gracias a la cual se pueden evitar muchas lesiones relacionadas con el aparato locomotor. Es por ello que se hace necesario conocer exactamente el mecanismo de actuación de los mismos y sus efectos, tanto a largo como a corto plazo.

Asimismo, el conocimiento general acerca de los estiramientos está lleno de ambigüedades y controversia. No es extraño ver que se emplean técnicas diferentes de estiramiento en los mismos deportes para poblaciones similares en función del entrenador. Por tanto, se hace más necesario si cabe la aclaración de algunos conceptos, para realizar un buen uso de los estiramientos.

Dado el contexto, este trabajo se ha propuesto como objetivo principal analizar, mediante una revisión bibliográfica, los diferentes sistemas de estiramiento convencionales.

Como objetivos secundarios se han propuesto:

- Valorar los efectos del estiramiento dentro del ámbito deportivo.
- Determinar los sistemas de estiramiento deportivo más adecuados en cada momento y para cada deporte.

## **2. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **2.1 MOTOR DE BÚSQUEDA Y BASES DE DATOS**

Se ha realizado una búsqueda bibliográfica acerca del tema en cuestión entre los meses de abril y junio de 2017. Se ha utilizado como motor de búsqueda la Web of Science (WOS) y Google Scholar y se ha consultado en las principales bases de datos médicas y fisioterápicas: Pubmed, Physiotherapy Evidence Database (PEDro) y Scielo.

### **2.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN**

Como criterios de inclusión se han empleado:

- Meta-análisis, revisiones bibliográficas y libros científicos actualizados.
- Artículos con menos de 10 años de fecha de publicación.

Como criterios de exclusión se han aplicado:

- Ensayos clínicos muy reducidos o revisiones desactualizadas.
- Artículos en los cuales la población de estudio sufría patologías o lesiones.

### **2.3 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA**

La estrategia de búsqueda en Pubmed se inició con términos genéricos en inglés empleando los operadores booleanos “AND” y “OR”. Los mismos operadores se han empleado con el motor de búsqueda Google Scholar y Web of Science con términos en castellano y en inglés. En el resto de bases de datos, como no admiten los mismos operadores booleanos se ha reducido únicamente a “AND”.

### **2.4 PALABRAS CLAVE**

Como palabras clave se ha empleado: “Stretching”, “Effects”, “Dynamic stretching”, “and Static Stretching”, “PNF Stretching”.

### **2.5 RESULTADOS**

Tras la búsqueda realizada y tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión se han obtenido 8 artículos de Pubmed, 4 de Google Scholar, 1 de PEDro, y 1 de Scielo, además de haber consultado 2 libros.

### **2.6 Diagrama de flujo:**

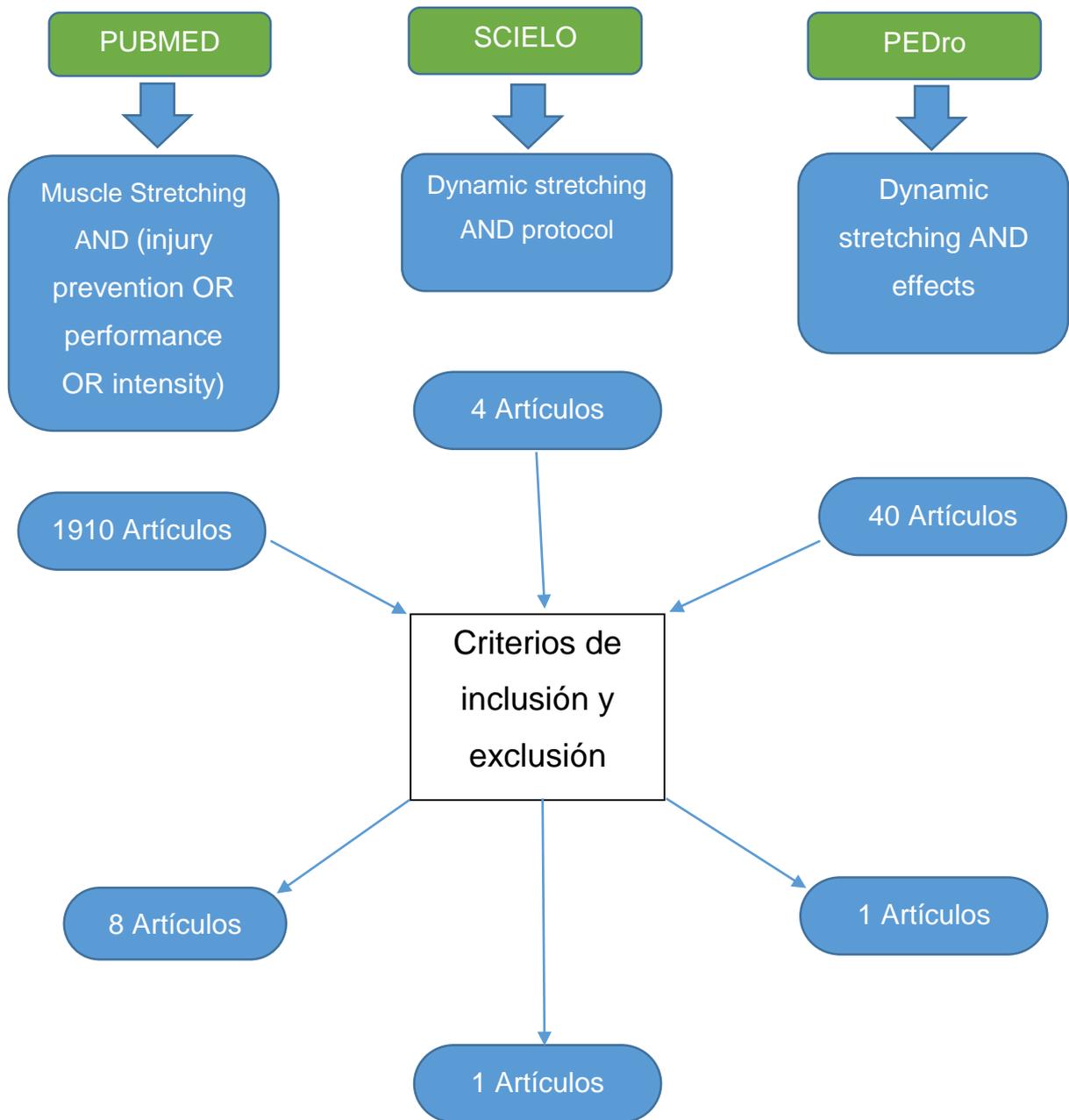


Figura 4: Diagrama de flujo de los artículo

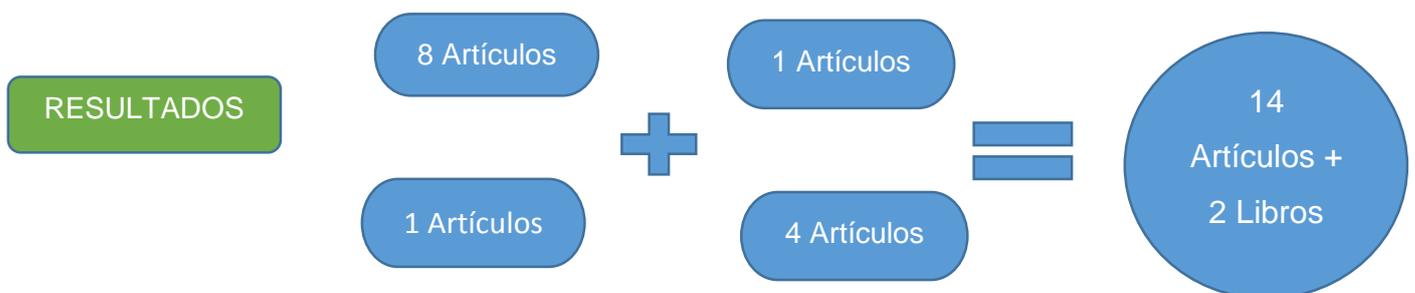


Figura 5: Resultado de los artículos seleccionados

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 SISTEMAS DE ESTIRAMIENTO

Los programas de entrenamiento de la flexibilidad trabajan sobre los tejidos blandos aplicando fuerzas de tracción. Estos tejidos son susceptibles de sufrir modificaciones estructurales y funcionales en función del estímulo al que sean sometidos. Este tipo de programas se asientan en la teoría del estrés físico. Esto quiere decir que si en una sesión de estiramientos el estímulo que se aplica a estos tejidos los estresa más de lo habitual se generará una respuesta adaptativa (8,23).

El estiramiento va a afectar fundamentalmente al tejido conectivo del músculo, antes que al tendón. La tensión que se produce tras la elongación muscular es transmitida por el componente conectivo del músculo (endomisio y perimisio) hasta las partes no elásticas de las fibras musculares (1,3,8).

Existen diferentes propuestas metodológicas para el entrenamiento de la flexibilidad que han ido evolucionando con el tiempo y que actualmente están clasificadas de diferentes formas, ya que no existe un consenso internacional de su clasificación (2).

Las escuelas anglosajona y francesa son las más conocidas y presentan diferentes formas de clasificación de estas metodologías. Se ha escogido trabajar en base a la francesa (Figura 6), puesto que es la más conocida y cuya terminología más se encuentra en los artículos encontrados (2).

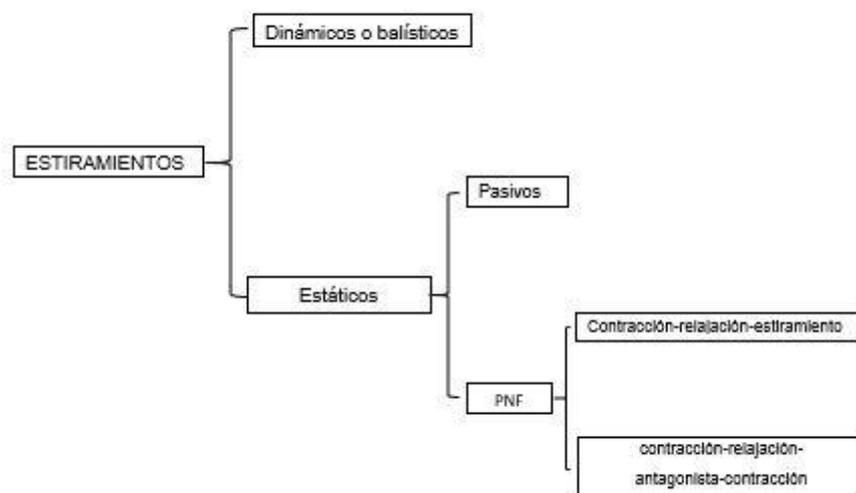


Figura 6: Esquema modificado de los tipos de estiramientos (2)

### **3.1.1 ESTIRAMIENTOS DINÁMICOS:**

Los estiramientos dinámicos también pueden ser conocidos como elongaciones balísticas. Consiste en realizar contracciones de forma repetitiva con el músculo antagonista al que se pretende estirar o también a modo de rebotes, se consigue estirar las fibras musculares de forma cíclica y repetida en el límite del rango articular (1).

Algunos autores realizan una disociación dentro de este grupo de estiramientos a tener en cuenta. Diferencian los estiramientos dinámicos activos de los balísticos. La diferencia estriba en el rango de movimiento que se ejecuta durante la práctica de una y otra técnica. Al realizar estiramientos dinámicos activos se actúa sobre todo el rango articular de la articulación que se estira, mientras que en los balísticos, se coloca la articulación a estirar en su límite y se realizan los rebotes en ese punto. Además, la fuerza ejercida para el desarrollo de los estiramientos balísticos no tiene por qué ser ejecutada necesariamente por músculos antagonistas (28).

Se ha observado que los mejores resultados tras practicar este tipo de estiramientos se obtienen al practicarlos durante más de 90 segundos. Se llega a alcanzar un incremento del 7,5% del pico de fuerza y potencia. Practicar estos estiramientos durante demasiado tiempo (10-15 minutos) o durante muy poco tiempo (menos de 90 segundos) provoca efectos no significativos (16).

La frecuencia de las repeticiones a las que se ejecutan este tipo de estiramientos son un factor a tener en cuenta a la hora de evaluar los efectos que estos realizan. Repeticiones a alta frecuencia (100 rep./minuto) pueden ser capaces de excitar el reflejo aferente de los husos musculares en las neuronas motoras generando hasta un 6,7-9,1% de mejoría en ejercicios explosivos, de fuerza, rapidez etc. Repeticiones a menor frecuencia (50 rep./minuto) también generan resultados positivos, aunque de menor calibre (3,6%) (16).

No existe consenso acerca de la longitud a la que es mejor realizar los estiramientos dinámicos. Los estudios se debaten entre estirar hasta el límite del ROM o mantenerse en un límite submáximo. La literatura científica hasta el momento no ha conseguido observar diferencias significativas entre ambas opciones (16).

### **3.1.2 ESTIRAMIENTOS ESTÁTICOS PASIVOS:**

Los estiramientos estáticos pasivos son aquellos en los que se adopta una posición mantenida al límite del rango articular, donde se encuentra una resistencia provocada por la tensión pasiva de los tejidos estirados (1,17,28,29).

La primera resistencia que se percibe es la originada por el reflejo miotático. Tras unos segundos, en los que es imprescindible mantener un estado de relajación, éste reflejo es inhibido, de forma que el componente contráctil del músculo se relaja y la tensión empieza a generar efecto sobre el componente elástico en serie y en paralelo, cosa que no ocurre en los estiramientos dinámicos (1).

La fuerza necesaria para mantener dicha postura puede tener origen en el propio individuo utilizando su propio peso corporal, ser mantenida por otro compañero o emplear material que ayude a alcanzar el máximo rango articular posible.

Posiciones cómodas donde haya buena estabilidad ayudan a focalizar más el estiramiento y a mantenerlo bajos los niveles de control superiores, haciéndolo más efectivo. En general, ayudan a mantener el estado de relajación preciso para obtener las máximas garantías en cuanto a resultados y protección (8).

Para que sea estático-pasivo ha de mantenerse en esta posición un mínimo de 10 segundos, pudiendo alargarse hasta varios minutos. De hecho, no está claro del todo cuál es el tiempo óptimo en el cual se consiguen los mejores resultados, si bien es cierto que para conseguir una reducción de la tensión muscular durante un tiempo prolongado se habla de alcanzar los 5 minutos como mínimo, pudiendo fraccionarse en forma de series (6).

Estiramientos durante menos de 30-45'' antes de la práctica deportiva son capaces de provocar cierto aumento del ROM con efectos inocuos en el rendimiento posterior. Sin embargo, estiramientos mantenidos durante más tiempo pueden llegar a reducir hasta en un 18% la resistencia pasiva al estiramiento, reduciendo asimismo el rendimiento deportivo (hasta un 30% en la fuerza), más acusado en deportes explosivos, rápidos y/o de fuerza (6,16,18,31).

De esta forma se puede determinar que cuanto más tiempo se mantiene el estiramiento más eficaz es y durante más tiempo se mantienen sus efectos

agudos. Sin embargo, no es una relación lineal, de forma que llega un punto máximo donde por más tiempo que se estire no provoca cambios significativos en los tejidos donde actúa.

No obstante, debido al carácter temporal de esta pérdida de fuerza, algunos autores sugieren que en caso de realizar estiramientos estáticos se realicen unos 30 minutos antes de la práctica deportiva, para conseguir aumentos de ROM y disminuir al máximo el déficit de fuerza (salvo si se va a practicar una actividad de fuerza máxima, en ese caso recomiendan no estirar antes de 120 minutos) (3,6,8,18,19,23,29,31).

### **3.1.3 ESTIRAMIENTOS DE FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR**

#### **PROPIOCEPTIVA**

Los estiramientos de facilitación neuromuscular propioceptiva (PNF) son un conjunto de técnicas de estiramiento que van a actuar sobre el sistema neuromuscular. El mecanismo por el cual estos estiramientos consiguen un aumento del ROM no está del todo claro. Actualmente existen 4 teorías que podrían explicar un posible mecanismo de cómo afectan al sistema neuromuscular, a saber (20,28) :

- Inhibición autogénica: Consiste en una disminución de la excitabilidad nerviosa debido a la estimulación del órgano tendinoso de Golgi gracias a la tensión provocada por el estiramiento. Éste manda una señal nerviosa a través de las fibras aferentes IB causando la activación de interneuronas inhibitorias que se encuentran en el interior del cordón espinal, las cuales disminuyen la excitabilidad nerviosa induciendo un menor control motor eferente. El músculo se encontraría en un estado de relajación que le permitiría elongarse más y de esta forma alcanzar mayor rango articular (20).
- Inhibición recíproca: Consiste en una inhibición del músculo antagonista al movimiento. Para que exista movimiento, el músculo agonista debe acortarse y para que ello pueda darse el antagonista ha de relajarse. Se produce un declive de la excitabilidad neural y de las estructuras propioceptivas del músculo antagonista, que es el que se pretende estirar. Al igual que el anterior, se produce una relajación muscular que permite alcanzar mayores rangos en el movimiento (7,20).

- Relajación por estrés: Al someter la unión miotendinosa (UMT) a una fuerza de tracción constante ocurre este fenómeno conocido como “stress relaxation”. Lo que ocurre es que el comportamiento viscoso del músculo reduce su resistencia a la elongación y la UMT aumenta su longitud en un proceso que se conoce como “creep”. Este “deslizamiento” encuentra su máxima longitud en un punto en el que la UMT soporta la máxima tensión pasiva y se le suma la rigidez muscular como fuerzas que se oponen al movimiento y que lo frenan (20).

Según esta teoría, con las técnicas de PNF lo que se hace es incidir sobre esta característica de la UMT de “deslizamiento/creep”. La tensión a la que se somete la UMT puede alcanzarse tanto con estiramiento como con una contracción muscular, luego en ambas fases del estiramiento se mantiene la tensión en dicha unidad miotendinosa (20).

- Teoría del gate control: Explica lo que ocurre cuando dos receptores diferentes son activados al mismo tiempo y comparten la misma interneurona en el cordón espinal. Por ejemplo, al estimularse los receptores nociceptivos y los mecanorreceptores, éstos últimos envían el estímulo antes a la interneurona bloqueando el paso al estímulo nociceptivo. Esto es debido a que el estímulo captado por el mecanorreceptor es conducido más rápido que el estímulo nociceptivo gracias a que las fibras del primero son mielínicas y las del segundo amielínicas (20).

Aplicado a los estiramientos PNF, al contraer la musculatura extendida en el límite del ROM, se produce un bloqueo de los estímulos nociceptivos que han sido activados por la tensión generada en la fase de estiramiento. Gracias a la inhibición del dolor, es posible generar una tensión en el músculo tal que se estimule los OTG y que estos provoquen a través del reflejo miotático inverso la relajación muscular necesaria para alcanzar mayores rangos articulares (20).

Las técnicas de estiramiento de facilitación neuromuscular propioceptiva son:

### **3.1.3.1 CONTRACCIÓN-RELAJACIÓN-ESTIRAMIENTO:**

La técnica contracción-relajación-estiramiento consiste en un ciclo en el cual se llega de forma controlada al límite de la articulación, se mantiene un tiempo determinado la postura y después, en esa misma posición se ejecuta una contracción isométrica del músculo que está estirado. Inmediatamente después, se relaja la musculatura contraída y se avanza en el estiramiento levemente. Lo ideal sería que este avance sea ejecutado por una persona diferente de forma pasiva (2,20).

Esta técnica no suele ser empleada debido a que normalmente se precisa la ayuda de un compañero, puede ser doloroso y pese a que no hay evidencia de ello, puede producir daños en el citoesqueleto muscular, aumentando el riesgo de sufrir desgarros (16).

Existen varias combinaciones de duración de cada fase del estiramiento. Estas van desde los 10-30 segundos en contracción y los 10-30 en estiramiento a 4 segundos de contracción, 4 de relajación y 15 de estiramiento. Entre estos dos sistemas hay otros muchos que juegan con los tiempos de contracción, relajación y estiramiento (2).

Al igual que sucede con los estiramientos estáticos, esta forma de entrenar la flexibilidad y debido a su inhibición de la excitabilidad del reflejo miotático, produce un detrimento del rendimiento deportivo del 4,4% de media (16).

### **3.1.3.2 CONTRACCIÓN-RELAJACIÓN-ANTAGONISTA-CONTRACCIÓN:**

Consiste en un ciclo exactamente igual que el anterior, solo que tras la contracción isométrica del músculo que se estira, le sigue una contracción concéntrica del músculo antagonista. Gracias a la contracción concéntrica del antagonista, se consigue colocar el músculo estirado en una posición más avanzada obteniendo mejores resultados (16,20,21).

Si bien se puede suponer que en la anterior técnica encaja más la teoría de inhibición autogénica, para este tipo de elongación muscular, parece que la teoría de inhibición recíproca se ajustaría más a sus características, pese a que para esta técnica encaje también la inhibición autogénica (20,21).

Se ha documentado que para mejorar el ROM a largo plazo, gracias a la efectividad de la técnica (hasta el momento es la que consigue un mayor rango articular), es suficiente con practicar, para un músculo, una repetición durante dos veces por semana. Algunos estudios han obtenido mejoras de hasta 21° siguiendo esta frecuencia de entrenamiento. Asimismo, no existe una correlación entre la intensidad de la contracción isométrica del músculo estirado y la efectividad del estiramiento, luego se recomienda emplear intensidades más bien bajas, en torno al 20% (21).

Recomendación sobre las variables de las que depende esta técnica:

- Contracción isométrica del músculo agonista: Entre 3-15 segundos (teniendo en cuenta que cuanto más se aproxime a 15 segundos más eficaz es el estiramiento) (21).
- Intensidad de la contracción isométrica del músculo agonista: Del 20% aproximadamente (21).
- Contracción concéntrica del músculo antagonista: Al menos 3 segundos y con 5 es suficiente (21).
- Intensidad de la contracción concéntrica del músculo antagonista: No existen estudios acerca de ello (21).

## **3.2 EFECTOS DE LOS ESTIRAMIENTOS EN EL ÁMBITO DEPORTIVO**

### **3.2.1 ESTIRAMIENTOS DINÁMICOS**

- Aumenta levemente el rango articular activo y el pasivo (2,8,18,19).
- Aumenta la excitabilidad muscular (16,19).
- Mejoras en el rendimiento de deportes explosivos, de fuerza y potencia (16).
- Aumenta la excitabilidad del reflejo miotático (1).
- Inducción de la potenciación post-activación (19,22).
- Reduce el ángulo de fuerza máxima (22).
- Aumento de temperatura con los consiguientes cambios visco-elásticos del músculo, aumento de la velocidad de la conducción nerviosa y acelera la producción de energía acelerando el ciclo enzimático (16).

### **3.2.2 ESTIRAMIENTOS ESTÁTICOS PASIVOS**

- Analgésico (2,3,8,23).
- Aumento del ROM (1–3, 6,16, 17, 19–23).
- Inhibición del arco reflejo miotático(1,6).
- Reducción de la fuerza, explosividad, rapidez, tolerancia a esfuerzos anaeróbicos y aeróbicos (17,18,29,31).
- Reduce tensión muscular pasiva (6).
- Isquemia (12).

### **3.2.3 ESTIRAMIENTOS DE FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR**

#### **PROPIOCEPTIVA:**

- Analgésico (2,3,8,23).
- Aumento del ROM activo y pasivo (20).
- Reducción de fuerza, velocidad, explosividad y potencia inmediatamente después de realizarlo (20).
- Aumenta el rendimiento en deportes de resistencia (20).
- Disminución de la conducción electromiográfica (EMG) (20).
- Mejora la fuerza en personas no entrenadas (20).
- Reduce la tensión muscular (20).

### 3.3 RECOMENDACIONES DEL ESTIRAMIENTO EN DIFERENTES PARTES DEL ENTRENAMIENTO EN FUNCIÓN DEL DEPORTE:

#### 3.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS DEPORTES

Se hace necesaria una agrupación previa de los deportes para poder hablar de forma genérica acerca de ellos. Clasificaciones de los deportes existen muchas y cada una se basa en diferentes puntos de vista. Existen aquellas que se realizan en función del gasto metabólico, según el volumen de la masa muscular, según el tipo de contracción, según la fuerza y potencia etc. (32).

A la hora de clasificarlos se ha tenido en cuenta: exigencias de rango articular, velocidad de ejecución del gesto deportivo, fuerza, resistencia y potencia:

- Deportes rápidos y con altas exigencias de rango articular: Dentro de este grupo se encuentran deportes como los de artes marciales (excepto el boxeo) y de danza, gimnasia rítmica etc.
- Deportes de velocidad: Pruebas cortas de menos de 10-15 segundos aproximadamente a máxima intensidad como los 100m lisos en atletismo, 50m en natación etc. Las exigencias de ROM en este tipo de deportes son altas, si bien no tanto como las anteriores.  
En este grupo se puede incluir también deportes de lanzamiento, puesto que son de un gesto deportivo muy rápido sin emplear rangos articulares tan amplios como los del primer grupo.
- Deportes de fuerza: Tales como la halterofilia, strongman, powerlifting etc. El gesto técnico de este tipo de deportes no suele requerir rangos articulares muy altos.
- Deportes de resistencia: Como el ciclismo, atletismo de fondo, natación de fondo etc. Estos deportes no suelen requerir amplios rangos articulares ni desarrollan mucha fuerza.
- Deportes de momentos agresivos: Dentro de este grupo de deportes se encuentran la mayoría de los deportes de equipo como el rugby, baloncesto, fútbol etc. pero también deportes individuales tales como el tenis.

El elemento común de estos deportes tan dispares es que en momentos determinados, cada uno en su contexto, se desarrollan movimientos a rangos límite, de forma muy rápida y generalmente con exigencias de fuerza, lo cual suponen un alto potencial de lesión.

### 3.3.2 RECOMENDACIONES:

- Deportes rápidos y de altas exigencias de ROM: En este tipo de deportes los estiramientos van a cubrir dos objetivos fundamentales:
  - Alcanzar los grados de amplitud muscular necesarios para la correcta ejecución del gesto deportivo.
  - Prevenir lesiones preparando al músculo para una ejecución del gesto deportivo segura.

Respecto al primer objetivo, será recomendable emplear estiramientos de tipo estático o neuromuscular en la fase de relajación muscular. Para cumplir este objetivo se empleará un tiempo considerable del entrenamiento, pues son rangos muy amplios y se ha demostrado la eficacia de tiempos altos para aumentar el ROM. Al incluirlos en la fase de relajación se conseguiría además, reducir el tono muscular y mejorar la recuperación.

Respecto al segundo objetivo, será preciso la inclusión de estiramientos de tipo dinámico imitando de forma controlada el gesto deportivo en el calentamiento. Estos estiramientos mantienen la excitabilidad nerviosa y propioceptiva, la fuerza y aumentan la temperatura. Efectos muy beneficiosos en este tipo de deportes.

- Deportes de velocidad: La inclusión de los estiramientos en estos deportes responderá principalmente a:
  - Relajar el tono muscular y equilibrar.
  - Mantener rangos articulares.
  - Mejorar el rendimiento.
  - Prevenir lesiones por estiramiento.

Para el primer y segundo objetivos se puede incluir en la fase de relajación un circuito de estiramientos estáticos de forma general, a baja intensidad y sin ser necesario demasiado tiempo. Mejoran la capacidad de relajación, de vuelta al estado basal, ayudan a recuperar el rango articular y normalizan el tono. Para reducir el efecto isquémico de los estiramientos (principal argumento en contra del carácter recuperador de los estiramientos) puede estirarse en forma de series, disminuyendo la tensión muscular y permitiendo circular la sangre. Es una buena manera de mantener los efectos beneficiosos de los estiramientos

reduciendo sus efectos negativos. Los PNF resultarían demasiado estresantes para tal objetivo, además de no ser necesario un aumento del rango articular excesivo, aunque se podrían incluir siempre y cuando se realice de forma muy controlada.

Para el tercer y cuarto objetivos, se pueden incluir en el calentamiento estiramientos dinámicos. Esta elección se basaría en la mejora que producen en el desarrollo de deportes rápidos y explosivos, en el aumento de temperatura muscular que generan y el aumento de excitabilidad del reflejo miotático. En este tipo de deportes, pese a no trabajar en rangos articulares máximos sí que son bastante amplios, luego existe cierto componente de tensión pasiva que puede generar desgarros musculares si no se trabaja bien esta capacidad.

- Deportes de fuerza: Para estos deportes que no exigen rangos articulares muy elevados ni sus movimientos son extremadamente veloces, la integridad muscular no se pone en juego debido a la tensión pasiva, sino más bien a la activa. Los objetivos que podrían buscarse en la inclusión de estiramientos podrían ser por tanto:
  - Mantener rangos articulares y el equilibrio muscular.
  - Mejorar el rendimiento.

Para el primer objetivo se recomendarían ejercicios de estiramiento estáticos, sin demasiada intensidad ni tampoco sería necesario demasiado tiempo. En la misma línea que en los anteriores, cuando se trata de elegir estiramientos para relajar, los estáticos son los más aconsejables por su sencillez, efectividad y seguridad.

Respecto al rendimiento deportivo, lo que se buscaría sería el efecto de potenciación que tienen los estiramientos dinámicos, junto con el aumento de temperatura. En estos deportes, los rangos articulares son bastante normales, luego no es preciso dedicarle tanto tiempo en el calentamiento a los estiramientos como en los deportes de velocidad. Simplemente buscarían activar el sistema nervioso y aumentar la temperatura.

- Deportes de resistencia: Los objetivos principales que podrían buscarse en este tipo de deportes sería:

- Mantener rangos articulares y el equilibrio muscular.
- Relajar el tono muscular.

Para este tipo de deportes se recomendaría el empleo de estiramientos estáticos en la fase de relajación, de forma suave y sin dedicar mucho tiempo ni mucha intensidad.

- Deportes con momentos agresivos: En este tipo de deportes los objetivos principales que se plantean con los estiramientos serán:

- Preparar al músculo para movimientos bruscos a rangos límite.
- Equilibrar y relajar la musculatura.

Para preparar al músculo es necesaria una flexibilidad de base considerable para reducir la posible tensión pasiva que se pueda generar en rangos amplios. Para lograr este objetivo podría plantearse la inclusión de estiramientos de facilitación neuromuscular propioceptiva en pretemporada, gracias al efecto que tienen de aumento de ROM estático y dinámico. Además, se recomendaría la inclusión de estiramientos dinámicos en el calentamiento. Estos van a ampliar el rango articular de forma aguda y van a preparar al músculo para estiramientos bruscos.

Respecto a equilibrar y relajar la musculatura en la fase de relajación, como ya se ha comentado, se realizarán estiramientos estáticos suaves.

## 4 CONCLUSIONES

- Existen tres sistemas generales de estiramientos:
  - Dinámicos:
    - Potencian la excitabilidad nerviosa y propioceptiva.
    - Mejores resultados entre 90 segundos y 10 minutos.
    - Repeticiones a alta frecuencia potencian sus efectos.
  - Estáticos:
    - Posiciones cómodas donde haya buena estabilidad ayudan a focalizar más el estiramiento y a mantenerlo bajo niveles de control superiores.
    - Mejores resultados por encima de los 5 minutos pudiendo fraccionarse.
    - Producen una reducción del 18% de la resistencia pasiva al estiramiento.
    - Los estiramientos estáticos son los más utilizados gracias a su eficacia y control.
    -
  - Neurodinámicos:
    - Son los estiramientos más eficaces.
  
- Se debe dar prioridad a los estiramientos dinámicos en el calentamiento y a los estiramientos estáticos en la fase de relajación.
- En deportes rápidos y con altas exigencias de rango articular el tiempo dedicado a los estiramientos antes de la ejecución deportiva será mayor que en el resto de deportes.
- En deportes de resistencia el tiempo dedicado a los estiramientos antes de la ejecución deportiva será menor que en el resto de deportes pudiendo suprimirse.
- Estiramientos de tipo estático y neuromuscular tienen un efecto en el sistema nervioso y propioceptivo de carácter inhibitorio.
- Los efectos agudos de los estiramientos estáticos y neuromusculares tienen una duración aproximada de entre 60-90 minutos.

- La efectividad del estiramiento depende de forma no lineal del tiempo que se estira, de forma que cuanto más tiempo se estira mejores resultados se obtienen y durante más tiempo hasta un determinado punto.
- La efectividad del estiramiento no presenta una relación semejante con la intensidad, de forma que no por estirar de forma más intensa se consiguen mejores resultados.
- Posiciones más estables son más efectivas que posiciones menos estables.
- El aumento de la temperatura muscular antes de iniciar los estiramientos es más efectivo y seguro.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

1. Hernández Díaz PE. Flexibilidad: Evidencia Científica y Metodología del Entrenamiento. *PubliCE Prem.* 2007;22:1–25.
2. Pacheco Arajol L, García Tirado JJ. Sobre la aplicación de estiramientos en el deportista sano y lesionado. *Apunt Med Esport Revis.* 2010;45(1103):109–25.
3. Tramunt MS. Los estiramientos: apuntes metodológicos para su aplicación. *Aloma Rev Psicol ciències l'educació i l'esport Blanquerna.* 2007;21:203–21.
4. Santana FO, Ramírez AC, Calbet JAL, Pablos JEG De, Romero RR, Ivianso JMG, et al. Las bases de la flexibilidad. 1990;27:61–70.
5. Knudson D. The Biomechanics of Stretching. *J Exerc Sci Physiother.* 2006;2:3–12.
6. McHugh MP, Cosgrave CH. To stretch or not to stretch: The role of stretching in injury prevention and performance. *Scand J Med Sci Sport.* 2010;20(2):169–81.
7. Córdova A. *Fisiología Dinamica.* 1ªEd. Barcelona: Masson; 2003.
8. Apostolopoulos N, Metsios GS, Flouris AD, Koutedakis Y, Wyon MA. The relevance of stretch intensity and position—a systematic review. *Front Psychol* 2015;6.
9. Hamill J, Knutzen K, Derrick T. *Biomecánica básica: Bases Del Movimiento Humano.* Lippincott Williams & Wilkins; 2017.
10. Jurado Bueno A. *Tendón: valoración y tratamiento en fisioterapia.* 1ªEd. Badalona: Paidotribo; 2008.
11. Pedraza Mejías C, Martínez Cañadas J. Respuesta fisiológica del tejido conjuntivo de músculos y tendones tras la aplicación de los agentes físicos. *Fisioterapia.* 2008;30(6):279–85.
12. Sands WA, McNeal JR, Murray SR, Ramsey MW, Sato K, Mizuguchi S, et al. Stretching and Its Effects on Recovery. *Strength Cond J.* 2013;35(5):30–6.

13. da Silva Dias R, Gómez-Conesa A. Síndrome de los isquiotibiales acortados. *Fisioterapia*. 2008;30(4):186–93.
14. Kingdom U, Edward K, Kingdom U, Kingdom U. A comparison of strength and stretch interventions on active and passive ranges of movement in dancers: A randomized controlled trial. 2013;27(11):3053–9.
15. Weldon SM, Hill RH. The efficacy of stretching for prevention of exercise-related injury: A systematic review of the literature. *Man Ther*. 2003;8(3):141–50.
16. Behm DG, Blazevich AJ, Kay AD, McHugh M. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2016;41(1):1–11.
17. García-Manso JM, López-Bedoya J, Rodríguez-Matoso D, Ariza-Vargas L, Rodríguez-Ruiz D, Vernetta-Santana M. Static-stretching vs. contract-relax - proprioceptive neuromuscular facilitation stretching: study the effect on muscle response using tensiomyography. *Eur J Hum Mov*. 2015;34:96–108.
18. D'anna C, Paloma FG. Dynamic stretching versus static stretching in gymnastic performance. *J Hum Sport Exerc*. 2015;10:37–46.
19. Kallerud H, Gleeson N. Effects of stretching on performances involving stretch-shortening cycles. *Sport Med*. 2013;43(8):733–50.
20. Hindle K, Whitcomb T, Briggs W, Hong J. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF): Its Mechanisms and Effects on Range of Motion and Muscular Function. *J Hum Kinet*. 2012;31(1):105–13.
21. Sharman MJ, Cresswell AG, Riek S. Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching : mechanisms and clinical implications. *Sport Med*. 2006;36(11):929–39.
22. Santos CF dos, Moser AD de L, Manffra EF, Santos CF dos, Moser AD de L, Manffra EF. Acute effects of short and long duration dynamic stretching protocols on muscle strength. *Fisioter em Mov*. 2014 Jun;27(2):281–92.
23. Medrano C, Tortosa M. La flexibilidad. Criterios para el diseño de los programas de acondicionamiento muscular desde una perspectiva funcional. *J Sport Heal Res*. 2012;4(1):11–22.

24. Morton SK, Whitehead JR, Brinkert RH, Caine DJ. Resistance training vs. static stretching: effects on flexibility and strength. *J Strength Cond Res.* 2011;25(12):3391–8.
25. Casáis Martínez L. Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. 2017;30–40.
26. JORDY RIERA RIERA D. Lesiones Deportivas. 1999;30(2):125.
27. Small K, Mc Naughton L, Matthews M. A systematic review into the efficacy of static stretching as part of a warm-up for the prevention of exercise-related injury. *Res Sport Med.* 2008;16(3):213–31.
28. Lewis J. A systematic literature review of the relationship between stretching and athletic injury prevention. *Orthop Nurs.* 2014;33(6):312–20.
29. Simic L, Sarabon N, Markovic G. Does pre-exercise static stretching inhibit maximal muscular performance? A meta-analytical review. *Scand J Med Sci Sport.* 2013;23(2):131–48.
30. Herbert R, de Noronha M, Kamper S. Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise. *Cochrane Libr.* 2011;(7).
31. Kingdom U. Supplementation in Humans. *Med Sci Sport.* 2009;(April):142–52.
32. Córdova Martínez A. Fisiología deportiva. Síntesis; 2013.