

Movilidad articular y estiramientos en Salas de Musculación

Pilar Sainz de Baranda Andújar.

Doctora en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.
Universidad Católica San Antonio de Murcia.

La flexibilidad es considerada como una cualidad física importante, sin embargo no es planificada de la misma manera en los entrenamientos, ni en la competición, asumiendo pocos que quizás sea la cualidad más **importante** a la hora de su trabajo diario. Se configura como un elemento esencial para salvaguardar la integridad de los diferentes núcleos articulares y estructuras musculares, así como en algunos deportes, se considera un factor determinante del rendimiento.

Requisito elemental para poder ejecutar movimientos en cantidad y calidad, su óptimo desarrollo afecta de forma muy positiva al desarrollo físico de los factores de rendimiento (fuerza, velocidad) y las capacidades deportivas (técnicas). Además tiene una influencia muy significativa sobre el desarrollo del entrenamiento y especialmente para prevenir lesiones de tipo muscular.

Sin embargo que tener muy en cuenta cual es el deportista que se va a entrenar a la hora de hacer la planificación, ya que el trabajo de flexibilidad va a ser diferente en función del ámbito deportivo donde nos encontremos, el gesto técnico a realizar y su relevancia a la hora del resultado final así como las vías metabólicas utilizadas por el deportista en la competición y en el entrenamiento.

1. Concepto.

Tanto en el campo deportivo como en el clínico se acostumbra a emplear términos tales como flexibilidad, movilidad, elasticidad, estiramientos, movilidad articular, stretching, entre otros.

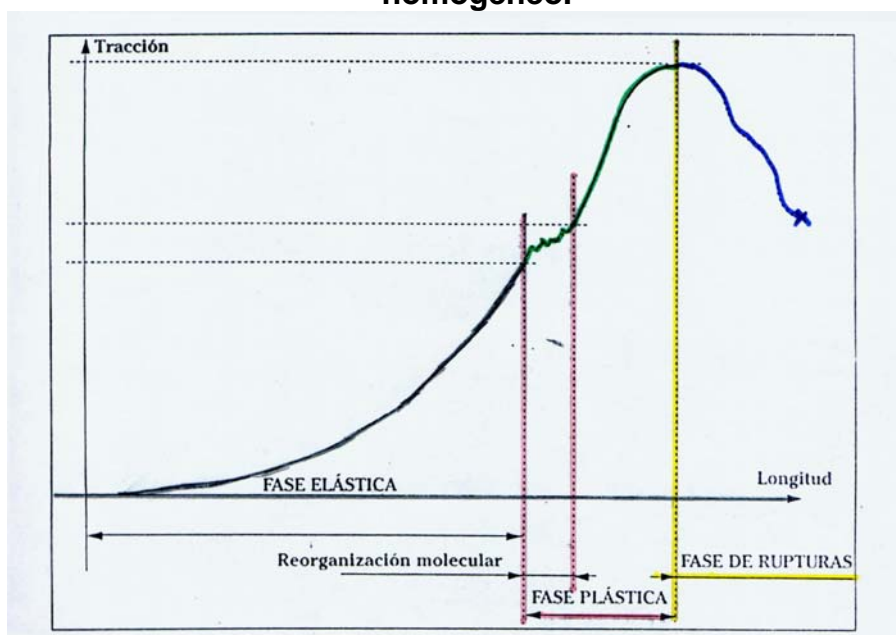
La flexibilidad como cualidad básica es susceptible de ser mejorada con el entrenamiento y supone la unión de los conceptos de **movilidad articular** (posibilidad de movimiento en las articulaciones) y **extensibilidad muscular** (capacidad de elongación ante fuerzas de tracción y recuperación de la forma y longitud inicial tras haber cesado dichas fuerzas).

El término de movilidad articular hace referencia tanto a los tejidos blandos como a la articulación en sí, y es definida como la capacidad que posee el sujeto de llevar a cabo movimientos en un determinado núcleo articular, interviniendo como factores clave, las condiciones morfológicas de la articulación y las propiedades elásticas de la musculatura y tejidos periarticulares directamente implicados en la acción.

Weineck (1988) habla del término “movilidad” definiéndolo como “la capacidad y cualidad que el deportista tiene, para poder ejecutar movimientos de gran amplitud articular por si mismo, o bajo la influencia de fuerzas externas”.

Por **elasticidad** se entiende la capacidad que posee un tejido para recuperar su forma original tras haber sido deformado por un estímulo de tracción. De esta manera, a la variación que experimenta el músculo tras la aplicación de una fuerza deformante en tracción se denomina **estiramiento muscular** y, atendiendo a la naturaleza del mismo, los tejidos responderán de forma variable siguiendo el trazado de una curva tensión / deformación (figura 1). De esta forma, el efecto resultante de las fuerzas de tracción generará una elongación en la musculatura y tejidos de envoltorio musculares y articulares, siendo ésta una cualidad propia de dichos tejidos.

Figura 1. Curva de Tensión / deformación en la tracción de un cuerpo homogéneo.



Dependiendo de su naturaleza histológica, cada tejido posee unas propiedades concretas de elongación que van a depender de la mayor o menor presencia de colágeno y/o elastina en sus fibras (cuadro 1).

Tabla 1. Resistencia total al movimiento pasivo de las distintas estructuras.

Estructura	% más alto de colágeno o elastina	% Resistencia total al movimiento pasivo
Tendón	Colágeno	10%
Ligamento	Colágeno - Elastina	47%
Fascias	Elastina	41%

2. Factores de los que depende.

Para realizar un correcto trabajo de flexibilidad es aconsejable conocer los factores que influyen de forma directa o indirecta en su desarrollo, los cuales deberán ser tenidos en cuenta y saber utilizarlos para optimizar sus intervenciones. Se pueden clasificar en tres grupos:

a) Factores mecánicos o intrínsecos:

- Movilidad articular, características de los núcleos articulares.
- Propiedades mecánicas y dinámicas de los tejidos blandos.
- Tejidos conjuntivos densos.
- Elongación Tendino – Músculo – Ligamentosa.
- Estructura muscular.

b) Factores neurológicos:

- Actividad de receptores propioceptivos.
- Función Reticular: Hipotálamo y rinoencefalo, médula y aparato vestibular.

c) Factores extrínsecos:

- Sexo.
- Edad.
- Costumbres.
- Estado emocional.
- Temperatura corporal.

3. ¿Cómo estirar la musculatura?.

Para estirar un grupo muscular simplemente se deben realizar las acciones antagonistas del mismo, en las siguientes tablas se pueden observar las acciones agonistas de todos los grupos musculares y la consecuente acción a realizar cuando se quiere realizar el estiramiento. En las siguientes tablas se muestran las acciones fisiológicas de los grupos musculares más importantes y la acción para realizar los correspondientes estiramientos.

Cuello		
Músculo	Acción	Estiramiento
Trapezio	<ul style="list-style-type: none"> - Bilateralmente: extensión del cuello. - Unilateralmente: elevación del hombro, inclinación lateral. 	<ul style="list-style-type: none"> - Flexión del cuello. - Inclinación contralateral.
Escalenos	<ul style="list-style-type: none"> - Inclinación lateral. - Elevador de las costillas durante la inspiración. - Escaleno anterior contribuye a la flexión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Inclinación lateral. - Extensión.
Esternocleidomastoideo	<ul style="list-style-type: none"> - Bilateralmente: flexión. - Unilateralmente: rotación contralateral, inclinación homolateral. 	<ul style="list-style-type: none"> - Extensión. - Rotación homolateral, inclinación contralateral.
Elevador de la escápula	<ul style="list-style-type: none"> - Bilateralmente extienden el cuello y encogen el hombro. - Unilateralmente: rotación descendente, elevación de la escápula, inclinación y rotación homolateral. 	<ul style="list-style-type: none"> - Flexión del cuello. - Rotación ascendente y contralateral. - Inclinación contralateral.

Tren superior		
Músculo	Acción	Estiramiento
Deltoides anterior	- Flexión, abducción y rotación interna.	- Extensión y aducción del hombro.
Deltoides medio	- Abducción.	- Aducción.
Deltoides posterior	- Extensión, retropulsión y rotación externa.	- Flexión y rotación interna.
Supraespinoso	- Estabiliza la cabeza del húmero. - Abducción.	- Aducción del hombro.
Dorsal ancho	- Rotación interna. - Extensión del brazo. - Retropulsión.	- Rotación externa + 90° flexión de codo. - Flexión de hombro.
Pectoral mayor	- Rotación interna y aducción. - Flexión a partir de 90°.	- Rotación externa y abducción.
Redondo mayor	- Rotación interna. - Extensión.	- Rotación externa + 90° flexión de codo.
Subescapular	- Rotación interna.	- Rotación externa + 90° flexión de codo.
Infraespinoso	- Rotación externa.	- Rotación interna + 90° de flexión de codo y húmero pegado cuerpo.
Redondo menor	- Rotación externa.	- Rotación interna + 90° de flexión de codo y húmero pegado cuerpo.

Tren inferior		
Músculo	Acción	Estiramiento
Cuádriceps	<ul style="list-style-type: none"> - Extensión rodilla. - Flexión de cadera (recto femoral). - Antevensor de la pelvis. 	<ul style="list-style-type: none"> - Flexión de rodilla. - Extensión de cadera. - Retroversión de la pelvis.
Isquiosurales	<ul style="list-style-type: none"> - Extensión de cadera. - Flexión de rodilla. - Retrovector de la pelvis. 	<ul style="list-style-type: none"> - Flexión de cadera. - Extensión de rodilla. - Anteversión de la pelvis.
Psoas Iliaco	<ul style="list-style-type: none"> - Flexor de cadera. - Antevensor de la pelvis. 	<ul style="list-style-type: none"> - Extensión de cadera. - Retroversión.
Tibial anterior	<ul style="list-style-type: none"> - Flexión dorsal. - Inversión del pie. 	<ul style="list-style-type: none"> - Flexión plantar. - Eversión.
Tibial posterior	<ul style="list-style-type: none"> - Flexión plantar. - Inversión del pie. 	<ul style="list-style-type: none"> - Flexión dorsal. - Eversión.
Peroneos	<ul style="list-style-type: none"> - Flexión dorsal. - Eversión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Flexión plantar. - Inversión.
Tríceps sural	<ul style="list-style-type: none"> - Flexión plantar. - Sóleo con rodilla flexionada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Flexión dorsal. - Sóleo con rodilla flexionada.

Tren inferior		
Músculo	Acción	Estiramiento
Pectíneo	- Flexión de cadera. - Aducción. - Rotación interna.	- Extensión de cadera. - Abducción. - Rotación externa.
Aductor mayor y mediano	- Aducción de cadera. - Flexor de cadera (anteriores). - Extensor de cadera (posteriores).	- Abducción de cadera.
Recto interno	- Aducción. - Flexor y rotador interno de rodilla.	- Abducción. - Rotación externa. - Extensión de rodilla.
Cuadrado crural	- Aducción. - Rotador externo de cadera.	- Abducción. - Rotación interna. - Flexión de rodilla.
Glúteo medio	- Abductor. - Rotación interna. - Flexor de cadera.	- Aducción. - Rotación externa.
Glúteo menor	- Abductor. - Rotación interna. - Flexor de cadera.	- Aducción. - Rotación externa.
Tensor de la fascia lata y banda iliotibial	- Abductor. - Rotación interna. - Flexor de cadera. - Extensión de rodilla.	- Aducción. - Extensión de cadera. - Rotación externa.
Glúteo mayor y Piramidal	- Extensión de cadera.	- Flexión de cadera.
Pelvitrocantereos*	- Rotadores externos de cadera.	- Flexión de cadera. - Rotación interna.

*Pelvitrocantereos: piramidal, cuadrado crural, obturador interno y externo, glúteo mayor, gemelos superior e inferior de la cadera.

Tronco		
Músculo	Acción	Estiramiento
Romboides	- Elevación y aducción de escápula.	- Abducción escapular.
Cuadrado lumbar	- Unilateralmente: inclinación homolateral. - Bilateralmente: estabiliza la XII costilla durante la respiración.	- Inclinación contralateral.
Recto abdominal	- Flexión de tronco.	- Extensión del tronco.
Oblicuo externo	- Bilateralmente: flexión de tronco. - Unilateralmente: inclinación homolateral y rotación contralateral.	- Extensión del tronco. - Inclinación contralateral, rotación homolateral.
Oblicuo interno	- Bilateralmente: flexión de tronco. - Unilateralmente: inclinación homolateral y rotación homolateral.	- Extensión del tronco. - Inclinación y rotación contralateral.
Transverso	- Estabilizador y rotador del tronco.	
Erector espinal	- Extensor del tronco.	- Flexión del tronco.

Con relación al tronco quizás sea mejor realizar un estiramiento en el eje axial manteniendo la alineación correcta de las curvas fisiológicas de la columna vertebral.

Brazo		
Músculo	Acción	Estiramiento
Bíceps braquial	- Flexión del codo. - Supinación del antebrazo. - Flexión del hombro.	- Extensión del codo. - Pronación del antebrazo.
Tríceps braquial	- Extensión del codo.	- Flexión del codo.
Flexores de muñeca (radial del carpo, cubital del carpo, palmar largo)	- Flexión de muñeca.	- Extensión de muñeca.
Extensores de muñeca (radial largo, radial corto, cubital del carpo)	- Extensión de muñeca.	- Flexión de muñeca.

3.1. Musculatura isquiosural.

Los músculos isquiosurales se originan en la apófisis isquiática del coxal, y desde ahí se insertan en la tibia y en el peroné. Están formados por el bíceps crural, semimenbranoso y semitendinoso, todos biarticulares a excepción de la cabeza corta del bíceps. En el plano sagital su acción es la flexión de rodilla y la extensión de cadera en valores que se modifican en función de la posición de la rodilla. Sobre la pelvis son retroversores, actuando sinérgicamente con el glúteo mayor fundamentalmente, y extensores indirectos de la columna por las implicaciones que su retracción o acortamiento pueden producir sobre el plano sagital de la columna vertebral (1,2). A nivel de la rodilla se comportan como ligamentos activos al limitar las rotaciones, y poseen una función sinergista con el ligamento cruzado anterior para prevenir el desplazamiento anterior de la tibia (3).

Su condición biarticular, su carácter tónico-postural, su diversidad de funciones y su alto porcentaje de fibras tipo II favorecen su acortamiento que, con frecuencia, se asocia a una disminución de la capacidad de la movilidad coxofemoral. Cuando su extensibilidad es inadecuada, todas sus funciones se ven mermadas, pudiendo ocasionar el síndrome de isquiosurales cortos (1,2,4), una vez que la cortedad de la musculatura ha ocasionado alteraciones sobre la pelvis y el raquis lumbar.

Diversas investigaciones apuntan que la disminución de la extensibilidad de la musculatura isquiosural y la consecuente cortedad puede ser responsable de dolor lumbar (5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15), hipercifosis dorsal (16,17), inversiones del raquis lumbar (1,18,19), espondilólisis o espondilolistesis (7,15,20,21), hernias discales (11) lesiones musculares (23,24) e incluso puede favorecer la aparición de una pubalgia (25).

Las repercusiones que este síndrome puede originar son de tipo estático y dinámico. Desde el punto de vista estático, el acortamiento provocará un descenso del isquión con una basculación posterior de la pelvis (retroversión), una disminución del ángulo lumbosacro, la rectificación de la lordosis lumbar y un desplazamiento hacia delante del eje de gravedad con el consiguiente aumento de la cifosis dorsal.

A nivel dinámico, la cortedad de la musculatura isquiosural puede producir una limitación de la flexión de la pelvis, que el deportista compensará aumentando la flexión del raquis lumbar y dorsal, cuando realice movimientos de flexión de tronco.

La acción fisiológica de la musculatura isquiosural es la flexión de rodilla, la extensión de cadera y retroversión pélvica, por lo que para estirar dicha musculatura habrá que realizar una extensión de rodilla y una flexión de cadera disponiendo la pelvis en posición neutra o ligera anteversión que asegure una lordosis lumbar fisiológica. (tabla 2).

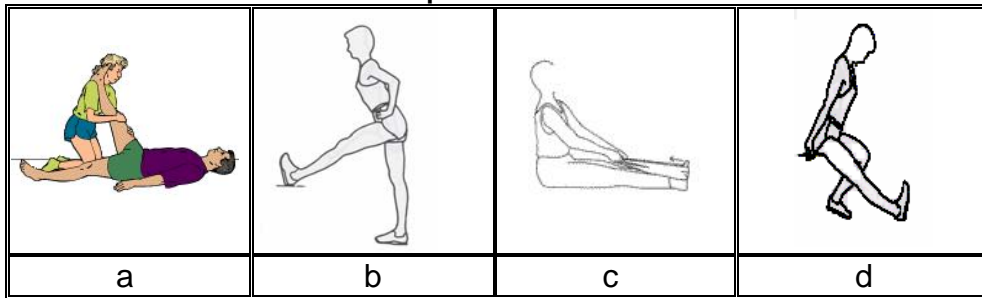
Tabla 2.- Acción de la musculatura isquiosural y movimiento a realizar para su estiramiento.

Músculo	Acción fisiológica	Acción para el estiramiento
Bíceps femoral	1.- Cabeza larga: extensión de la cadera. 2.- Ambas cabezas: flexión de rodilla y rotación externa con rodilla flexionada.	1.- Cabeza larga: flexión de la cadera. 2.- Ambas cabezas: extensión de rodilla y rotación interna con rodilla flexionada.
Semimembra. y Semitendinoso	1.- Extensión de la cadera. 2.- Flexión de rodilla y rotación interna con rodilla flexionada.	1.- Flexión de la cadera. 2.- Extensión de rodilla y rotación externa con rodilla flexionada.

Sullivan y cols. (26) tras estudiar el efecto de dos técnicas de estiramiento de la musculatura isquiosural (activa y pasiva) y la disposición de la pelvis (en anteversión o retroversión), observa como la disposición pélvica, es más importante que la técnica utilizada, obteniendo mejoras significativas en los grupos que mantenían la anteversión pélvica durante el estiramiento independientemente de la técnica utilizada.

Los estiramientos de la musculatura isquiosural se pueden realizar en diferentes posiciones (figura 1): decúbito supino (a), en bipedestación (b) y en sedentación, en el suelo (c) o en un taburete (d).

Figura 2.- Estiramientos de la musculatura isquiosural en diferentes posiciones.



En el primer caso (a) se realizará una flexión de cadera, contraindicada en caso de irritación radicular (lumbociáticas o ciatalgias). Cuando se realicen estiramientos desde decúbito supino, se debe utilizar un soporte lumbar que evite la basculación de la pelvis (retroversión), así como para estandarizar el grado de basculación pélvica y el de la lordosis lumbar (27). Si no se dispone de un dispositivo se puede utilizar una toalla o las manos del deportista, que se colocarán bajo el raquis lumbar, ayudando a percibir el inicio de la retroversión pélvica y por tanto, a detener el estiramiento.

En bipedestación (b) es conveniente no elevar la pierna excesivamente porque deriva en retroversión pélvica e inversión lumbar. La altura donde se coloca el pie debe permitir que el pie de apoyo se dirija hacia delante, la rodilla esté extendida, la pelvis en posición neutra o ligera anteversión y su eje transversal perpendicular a la pierna que se estira. Por último el raquis debe conservar sus curvaturas fisiológicas.

En sedentación (c), aquellas personas con cortedad isquiosural marcada se disponen con una evidente inversión lumbar y si realizan un movimiento de flexión del tronco, aumentan considerablemente su cifosis dorsal. De hecho, López Miñarro (28) evidenció que el 77% de los usuarios de salas de musculación que realizaban ejercicios de extensibilidad isquiosural en disposición dedos-suelo y dedos-planta (n=226) adoptaban posturas en cifosis total que superaban el límite de normalidad.

Según McGill (29) no se deberían realizar los ejercicios en sedentación sobre una superficie horizontal si no es posible evitar una inversión lumbar.

Sea cual sea la posición utilizada, se deben realizar los estiramientos manteniendo la disposición de la columna vertebral alineada (recta) (30,31,32,33,34,35,36,37), circunstancia que eliminará el incremento de la cifosis dorsal o lumbar compensatoria a la limitación del movimiento de la pelvis, y por consiguiente eliminando los efectos nocivos de la flexión de tronco (Figura 3).

Figura 3.- Disposición correcta de la columna vertebral durante un estiramiento de la musculatura isquiosural.



Además, hay que tener en cuenta que todas las posiciones utilizadas, pueden realizarse, estirando las dos piernas a la vez, o unilateralmente (una pierna). Algunos autores (38,39) sugieren que el estiramiento bilateral de los isquiosurales puede provocar una excesiva compresión discal posterior debido a que la porción anterior de las vértebras se comprimen, y sobre todo porque el deportista puede ver limitado el movimiento pélvico correcto (flexión), de manera significativa en la posición de sentado en el suelo con las rodillas extendidas (alcance dedos-planta). Por ello, parece lógico que el deportista realice los estiramientos, en las primeras etapas de forma unilateral.

Por último, se puede realizar una flexión dorsal del pie durante el estiramiento, aumentando la implicación de la cadena posterior y con ello la intensidad del estiramiento.

4. Técnicas de trabajo

Para obtener unos altos índices de amplitud articular, o mantener los niveles existentes, es necesario trabajar de forma continuada los estiramientos, ya que la única forma de poder vencer el poder de restitución de los tejidos conjuntivos densos y ordenados se centra en la repetición de los estímulos de tracción merced al fenómeno de fatiga de los tejidos (40).

Durante el desarrollo de programas de trabajo de estiramiento 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.

Atendiendo al modo de realización, se encuentran las técnicas balísticas y estáticas. Los estiramientos **balísticos** suponen la realización de movimientos a cierta velocidad, generalmente balanceos, lanzamientos, saltos y rebotes, en los cuales se produce un gran aumento de longitud del músculo por unidad de tiempo. En el estiramiento **estático** 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.

Hoy en día, los diferentes autores se decantan por los estiramientos estáticos, aunque en los estudios realizados sobre la eficacia de estas dos técnicas de estiramientos no se han encontrado diferencias significativas entre unas y otras (41,42,43).

En este sentido, Vujnovich y Dawson (44) 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.

Teniendo en cuenta el agente que desarrolla y es responsable del estiramiento, se encuentran el estiramiento **activo y pasivo**. El primero de ellos, es efectuado por medio de la contracción muscular agonista del individuo, sin ayuda de ningún elemento externo. Muy relacionado con el estiramiento activo, se encuentra la técnica de estiramiento **tensión activa**, que supone la realización conjunta de un estiramiento del músculo y una contracción isométrica o excéntrica (45), y será empleada cuando se quiera involucrar a la parte no contráctil del aparato músculo-tendinoso.

En el estiramiento **pasivo**, el individuo no hace ninguna contribución o contracción activa, y el movimiento es realizado por un agente externo responsable del estiramiento. 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 medio del estiramiento pasivo se puede conseguir elongar la musculatura hasta los límites fisiológicos (un 150% de la longitud de reposo) (45). Así, las técnicas pasivas, prudentemente ejecutadas, pueden otorgar resultados rápidos y satisfactorios (46).

Junto a estas técnicas básicas, se pueden encontrar combinaciones que intentan alcanzar resultados óptimos de estiramiento y flexibilidad. Entre las más importantes se pueden señalar:

El estiramiento **activo-asistido**, que es realizado por la contracción inicial activa de los grupos de la musculatura opuesta. Cuando se alcanza

el límite de capacidad, la amplitud de movimiento es completada por el compañero.

El estiramiento **pasivo-activo** que es realizado por alguna fuerza externa. hasta alcanzar el máximo rango de movilidad articular, donde el individuo intentará mantener la posición mediante la contracción isométrica de los músculos durante varios segundos.

Con relación a las técnicas activas o pasivas se ha verificado que los valores de la flexibilidad activa son menores que los de la pasiva, pero que la flexibilidad activa tiene una correlación más alta con el nivel de logros deportivos que con la pasiva (47).

Dubrenil y Neiger (48) destacan que los estiramientos pasivos suponen una técnica adecuada cuando existe limitación de la movilidad articular y acortamiento muscular que dificulte la realización de cualquier gesto.

Así, se encuentran en la bibliografía diversas técnicas de estiramiento para utilizar dentro del campo de la actividad física y el deporte, observando en la tabla 2 y 3 las ventajas e inconvenientes de su utilización, por lo que dependiendo del objetivo a conseguir, el estado del deportista, la ubicación de los estiramientos en la sesión y las características de la actividad principal, se utilizarán unas u otras (47).

Otra técnica destacada es la llamada **facilitación neuromuscular propioceptiva** (F.N.P.) que puede ser definida como un método que favorece o acelera el mecanismo neuromuscular mediante la estimulación de los propioceptores (49). Técnica que fue creada entre 1946 y 1950 en E.E.U.U. por Herman Kabat. Desde entonces, se ha extendido de forma importante en el ámbito terapéutico y deportivo.

Tabla 3. Ventajas e inconvenientes de la utilización de diversas técnicas de estiramiento.

Técnica de estiramiento	Ventajas	Inconvenientes
Balística	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor transferencia al movimiento en situación real. - Eficaz ante el poder de restitución. 	<ul style="list-style-type: none"> - Descontrol de la velocidad de movimiento. - Peligrosidad de lesiones - Fuerte actividad neurológica que provoca el reflejo miotático.
Estática	<ul style="list-style-type: none"> - Menor riesgo de lesión. - Menor actividad de respuesta del huso neuromuscular al estiramiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayores dificultades a la hora de vencer el poder de restitución de los tejidos.
Activa	<ul style="list-style-type: none"> - Favorecen procesos neurológicos (reflejo de inhibición recíproca). - Grado de coordinación entre la musculatura agonista y antagonista. - El sujeto autocontrola la acción. - Se produce un reforzamiento de la musculatura agonista del movimiento que puede ser importante en grupos de población con restricciones en la movilidad y debilidad muscular. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ineficacia contra la restitución de los tejidos.
Tensión Activa	<ul style="list-style-type: none"> - Percepción de la región estirada. - Estimulación de receptores Kinestésicos (receptores de Golgi y corpúsculos de Pacini). - Tracción sobre el tendón. Localización específica del estiramiento sobre las estructuras tendinosas. - Protección articular. - Mantenimiento del tono muscular - Trabajo de la sinergia: agonista / antagonista. 	<ul style="list-style-type: none"> - La realización de un aprendizaje largo. - Gran concentración y conocimiento del cuerpo para autocorregirse. - Puede causar fatigabilidad en el deportista.

Pasiva	<ul style="list-style-type: none"> - Eficaces contra el poder de restitución. - Ahorradores de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se debe tener precaución en los ejercicios asistidos (no controlamos el dolor). - Se necesita una gran coordinación entre sujetos a la hora de trabajar con un compañero. - No se produce fortalecimiento muscular.
Activo Pasiva	<ul style="list-style-type: none"> - Fortalecimiento que se genera en ella musculatura agonista. - Aprovechamiento de la descarga inhibitoria (Reflejo de Inervación Recíproca). - Eficaz contra el poder de restitución. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se necesita una gran coordinación entre sujetos. - Puede producirse una lesión (rotura muscular) ante movimientos bruscos o puede producirse la activación del reflejo miotático.
Pasivo Activa	<ul style="list-style-type: none"> - Refuerza la contracción músculo agonista. - Aprovechamiento de la descarga inhibitoria (Reflejo de inervación recíproca). - Eficaz contra el poder de restitución. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se necesita una gran coordinación entre los participantes. - Se realizan bajo una técnica de intervención estática. - Es necesario mucha concentración y control del movimiento.

Dentro de la F.N.P. se pueden determinar diferentes esquemas de intervención que quedan agrupados en:

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

Las diferentes estrategias y técnicas pueden incluir contracciones isotónicas (concéntricas y excéntricas) e isométricas en diferentes combinaciones. En la siguiente figura se exponen las diferentes técnicas que se puede utilizar.

Muy relacionada con la F.N.P., se encuentra una técnica que ha venido denominándose bajo la acepción de **stretching**. Basada en el método de Kabat (50) numerosos autores (49,51,52) describen una técnica en la cual se establece inicialmente una contracción isométrica

intensa seguida de una relajación muscular y un estiramiento de duración variada según diferentes autores.

Tabla 4. Ventajas e inconvenientes de la utilización de diversas técnicas de estiramiento.

<p>FNP</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Permite la realización del gesto potenciando la musculatura, consiguiendo elasticidad y coordinación del sistema neuromuscular. - Se caracteriza por movimientos espirales y diagonales que inciden en los diferentes planos del espacio: <ul style="list-style-type: none"> - Flexión - extensión - Abducción - aducción - Rotación interna – rotación externa 	<ul style="list-style-type: none"> - Se necesita una gran coordinación entre los participantes. - Se realizan bajo técnicas de intervención estática. - Es necesario un gran conocimiento de las diferentes técnicas y combinaciones.
<p>Stretching</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Puede ser realizada por el propio deportista. - Conlleva una disminución importante de las lesiones musculares. - Potenciación de los tendones que elimina el riesgo de aparición de la tendinitis. 	<ul style="list-style-type: none"> - El sujeto debe tener un gran control corporal. - Es necesaria una gran concentración en el ejercicio.

Por último, dentro de la combinación de técnicas se encuentra, predominantemente en el campo de la rehabilitación, una técnica que se ayuda de los efectos de la electroterapia (corrientes interferenciales de alta frecuencia) para luego realizar los estiramientos pasivos, estáticos y P.N.F.

La utilización de las diferentes técnicas, plantea ventajas e inconvenientes. Sobre la base de éstas, y el objetivo concreto del trabajo a desarrollar, se realizará la elección. Sin embargo, diversos autores creen que es necesario seguir unas pautas generales, cuando se trate de aumentar o mantener la extensibilidad de la musculatura, que se caracterizan por una serie de condiciones esenciales de realización, en función de las características del deportista:

- Rechazar la práctica de técnicas balísticas, dado el escaso control que puede tener el deportista en su realización (42,53), a no ser que se utilicen dentro del calentamiento, buscando la transferencia para la actividad principal.
- Siguiendo a Daniels y Worthingham (54), Rodríguez (34) y Rodríguez y Santonja (32), realizar técnicas activas que producen

durante su ejecución un cierto efecto de relajación refleja en la musculatura estirada.

- Utilizar técnicas estáticas de estiramiento, en las cuales se alcance lentamente la máxima elongación muscular (57,59,60,62), manteniendo la posición del estiramiento.
- Rechazar las técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva, a pesar de que con ellas están publicadas mayores ganancias de extensibilidad de la musculatura isquiosural (43,55,56,57), hasta que el deportista haya realizado un adecuado entrenamiento, tenga un elevado conocimiento del esquema corporal y pueda tener una supervisión exhaustiva para lograr la ejecución correcta, aspectos, que en muchas ocasiones, son difíciles de lograr en el ámbito deportivo (59,58), sobre todo en categorías inferiores.
- Siguiendo a Anderson y Burke (59) y Webright y cols., (37), los ejercicios de estiramiento deberán establecerse hasta límites de alcance previos al dolor, para evitar la aparición del reflejo miotático.

5. Ubicación de los estiramientos en el entrenamiento y la competición.

Los estiramientos dentro del medio deportivo y de la actividad física, van a tener unas aplicaciones esenciales que se centran en (45):

- Conseguir una adecuada preparación muscular para el esfuerzo, mediante una correcta prevención de accidentes músculo – tendinosos. Lográndose a través de los importantes efectos sensitivo-motores, mecánicos y térmicos que desempeñan.
- Favorecer la recuperación de los esfuerzos musculares, tanto a corto como a medio plazo.
- En los ejercicios de musculación son fundamentales antes y después del esfuerzo, dadas las intensas contracciones musculares que se producen.
- En las lesiones musculares es importante su realización durante las inmovilizaciones, así como después de las mismas.
- Es uno de los elementos constitutivos más importantes de la preparación física general.

Dentro del campo de la actividad física y el deporte se encuentran variadas formas de concebir la práctica deportiva, en la que se pueden apreciar claramente una diferencia en los objetivos a conseguir, el trabajo de las cualidades físicas básicas, el tiempo de entrenamiento, etc. Es evidente que la manera de enfocar el trabajo de flexibilidad mediante los estiramientos y la movilidad articular en cada uno de los diferentes ámbitos va a ser diferente.

Como indican Rodríguez y Santonja (47), ya sea dentro de uno u otro contexto, el tratamiento de esta cualidad ha de ser abordado en diferentes situaciones:

Como parte del calentamiento, con el objetivo de preparar al sistema cardiorespiratorio y músculo-articular, los ejercicios de movilidad articular, los estiramientos y la carrera continua jugarán un papel esencial.

Como regla general, en actividades cardiorrespiratorias y deportes aeróbicos de media-larga duración, la actividad de locomoción debe ser la última antes de pasar a la parte principal, con objeto de que el aparato respiratorio y cardiovascular estén en un estado óptimo. El protocolo general de una actividad de carrera, natación, bicicleta, etc., sería:

- 1) Ejercicios de movilidad articular y estiramientos activo-estáticos de los músculos que participen en la actividad principal.
- 2) Actividad de locomoción, con unos objetivos claros:
 - Elevar la temperatura corporal (calor endógeno).
 - Favorecer el posterior trabajo de movilidad articular y estiramientos selectivos.
 - Elevar la actividad cardiaca, el volumen de ventilación pulmonar, el sistema circulatorio y las rutas metabólicas que generarán un buen consumo de O₂ para la actividad.

Cuando la parte principal sea de una intensidad ligera, será suficiente con los ejercicios de movilidad articular estática, y la actividad de locomoción junto a los ejercicios de movilidad articular dinámica. Sin embargo, cuando sea de una intensidad elevada, en deportes mixtos o anaeróbicos el protocolo será:

- 1) Carrera ligera.
- 2) Ejercicios de movilidad articular y estiramientos activo-estáticos de los músculos que participen en la actividad principal.
- 3) Actividad de locomoción junto a la movilidad articular dinámica (estiramientos balísticos) y en progresión reproducción de movimientos similares a gestos específicos del deporte.

Como se puede observar, en la parte del calentamiento, siempre se realizarán estiramientos activos, bien estáticos o balísticos, buscando transferencia al gesto deportivo. En este sentido, McLellan (60) realiza un estudio para valorar el efecto del estiramiento pasivo sobre la fuerza máxima y la velocidad en un test de press de banca, observando que el grupo que realiza estiramientos de la musculatura pectoral, como parte del calentamiento, obtiene peores valores con diferencias significativas respecto al grupo que no realiza estiramientos pasivos.

Cuando la actividad principal se caracterice por una sesión de estiramientos, o cuando el deportista tenga valores bajos de extensibilidad muscular, se debe hacer mayor hincapié en el

calentamiento, ya que conseguir calor endógeno será fundamental para obtener una buena respuesta del tejido muscular y conectivo.

Dicha elevación de la temperatura generará un aumento de la energía cinética en las partículas constituyentes del tejido, estableciéndose múltiples choques que determinarán un mayor distanciamiento entre ellas (61). Los efectos positivos en las ganancias de extensibilidad muscular, provocados por el movimiento y el aumento de la temperatura de los tejidos, han sido verificados por investigaciones que demuestran que la carrera continua posee efectos beneficiosos para las mejoras de movilidad articular y extensibilidad (48).

En este sentido, Knight y cols. (62) evalúan la efectividad del calor superficial, calor profundo (ultrasonidos) y del ejercicio activo junto al estiramiento estático, comparándolo con un grupo que sólo realiza los estiramientos para el tríceps sural y un grupo control que no realiza estiramientos. Tras 6 semanas de entrenamiento durante 3 días a la semana, observan que todos los grupos incrementan de forma significativa, el grado de movilidad activa y pasiva, excepto el grupo que no realiza estiramientos. Siendo los grupos que combinan el calor profundo y los estiramientos estáticos, y los que sólo realizan estiramientos estáticos, los que mayores incrementos obtienen.

Como parte de la actividad principal, en la práctica deportiva existen diversas disciplinas donde los valores de flexibilidad van a ser decisivos en el rendimiento, siendo condicionantes del éxito y, por lo tanto siendo un factor a trabajar de forma continua y específica. Los ejemplos más claros se presentan en gimnasia rítmica, gimnasia artística, aeróbic de competición, danza, deportes de combate, entre otros. En estas disciplinas, la flexibilidad es trabajada desde edades tempranas, ocupando gran parte de los entrenamientos. El trabajo se realizará de forma continuada y alternando las distintas técnicas que se han visto. En estos deportes se le da una mayor importancia a las técnicas balísticas y a la activo asistida, debido a la gran transferencia que tienen con los gestos deportivos.

En los deportes donde la flexibilidad no es un factor clave de rendimiento será suficiente el trabajo realizado en los calentamientos y vuelta a la calma, aunque se debe realizar una parte de trabajo más específico de estiramientos dentro de las sesiones de recuperación activa que se realizan normalmente después de las competiciones o de los entrenamientos intensos.

Como indican Rodríguez y Santonja (47), dentro del ejercicio o actividad física orientada hacia la salud, sería suficiente el trabajo realizado en el calentamiento y en la vuelta a la calma, aunque siempre será positivo realizar alguna sesión específica.

Como parte final dentro de la vuelta a la calma de cualquier actividad física también es necesario planificar y establecer un adecuado trabajo teniendo en cuenta lo realizado en la parte principal. Los estiramientos cumplen un papel importante, siendo sin embargo los grandes sacrificados a la hora de eliminar un contenido del entrenamiento, bien por la falta de tiempo, o en muchas ocasiones, debido a la falta de información sobre sus efectos beneficiosos.

Los estiramientos favorecen la recuperación de los tejidos activos sometidos a movimiento y son considerados como un factor de prevención de lesiones de primer orden. Además, la vuelta a la calma favorecerá la eliminación del calor interno, evitará la hipotensión y mareos, etc. En definitiva, se trata de disminuir lentamente, sin cambios bruscos, los niveles de respiración, pulsaciones, etc.

Como indican Rodríguez y Santonja (47), cuanto más intenso sea el esfuerzo realizado, mayor importancia daremos a la realización de los estiramientos. Cuando se ha mantenido una actividad neuromuscular, al cesar los impulsos nerviosos que activan la musculatura se disminuye la permeabilidad del calcio en el retículo sarcoplasmático y se activa un sistema de transporte activo del calcio que desplaza estos iones al interior del retículo. Al ser la bomba de calcio un mecanismo activo, dependiente de la existencia de ATP, cuando se agota dicho mecanismo por efectos de una actividad física intensa, se pueden producir episodios de contracturas y calambres musculares.

De forma general, se realizarán estiramientos pasivo-estáticos, suspendiendo la actividad muscular y favoreciendo la recuperación. Si bien, cuando la actividad principal sea de carácter aeróbico y de larga duración, no es conveniente iniciar los estiramientos al finalizar el esfuerzo, ya que existe una alta acumulación de sangre en las zonas activas por el fenómeno de redistribución de flujo. Por lo tanto, será preciso la eliminación de flujo mediante movimientos relajados a favor de la gravedad antes de realizar los estiramientos musculares.

Por otro lado, si el ejercicio realizado ha sido de carácter anaeróbico de alta intensidad, será preciso que los estiramientos de recuperación se realicen de forma secuencial tras la actividad, de tal forma que al acabar el esfuerzo donde se encuentra la musculatura altamente contraída y acortada, se realice un estiramiento pasivo con extremo cuidado y lentitud. Transcurrido un cierto tiempo, en el cual se observa la descontracturación del músculo post-esfuerzo se realizará otra intervención con estiramientos pasivos de mayor intensidad, intentando recuperar la longitud del músculo en reposo.

6. Frecuencia y tiempo de estiramiento.

En este apartado, el entrenador y deportista tienen que tener claro que el tiempo dedicado a los estiramientos deberá estar relacionado con la duración de la actividad principal de la sesión y su intensidad (47). Sin olvidar que los estiramientos deben estar presentes en todas las sesiones realizadas durante la semana y en la competición, tanto en la parte de calentamiento, como sobre todo, en la vuelta a la calma.

Otro aspecto importante que determinará la frecuencia de sesiones específicas de trabajo de la extensibilidad muscular, será el grado de cortedad que presente el deportista, así como la importancia relativa que otorgue esta capacidad sobre el gesto técnico, ya que no será igual trabajar con un futbolista, un corredor de fondo o un gimnasta. Por ello, según señala Wirhed (63), el número de sesiones semanales establecido para la mejora de la extensibilidad muscular será de tres, aunque algunos autores recomiendan una sesión diaria (58,59).

Rodríguez (34) y Sainz de Baranda (33) consiguen mejoras de la extensibilidad isquiosural planteando un trabajo en dos y cuatro sesiones semanales durante un año escolar, correspondientes a las clases de Educación Física y a actividades extraescolares; Observando que los grupos que realizan cuatro sesiones semanales obtienen mejores resultados que los que realizan dos sesiones, mientras que los grupos que no realizan el programa de estiramientos específicos para la musculatura isquiosural obtienen pérdidas de extensibilidad muscular.

En este sentido, Zakas y cols. (64) al valorar un programa de estiramientos dentro de un programa de fuerza con una duración de 12 semanas, en escolares prepúberes, púberes y adolescentes, encuentran mejoras significativas en la extensibilidad muscular, en el grupo que realiza estiramientos, 3 veces a semana durante 8 minutos.

Desde el punto de vista del tiempo de mantenimiento del estiramiento diversas son las propuestas. Borms y cols. (65) en un programa de estiramientos estáticos realizado durante 10 semanas, utilizan 50 minutos de duración por semana, estableciendo en 10 segundos, el tiempo mínimo de mantenimiento de los ejercicios estáticos de estiramiento para conseguir mejoras significativas de movilidad articular en la articulación de la cadera. Anderson (52) propone la realización de un estiramiento leve de unos 10-20 segundos, seguido de un estiramiento más intenso y progresivo de 10-30 segundos. Bandy e Irion (66) utilizando una muestra con una media de 26 años, destacan que un tiempo de 30 segundos es el más adecuado para el mantenimiento del estiramiento estático, ya que los estiramientos mantenidos durante 30 segundos son más efectivos que los de 15 segundos, y presentan similar efectividad que los 60 segundos; aunque Feland y cols. (67) encuentran, en una población mayor con una media de edad de 85 años, que mantener el estiramiento 60 segundos es más efectivo que 15 o 30.

Por otro lado, estudios de Moore y Hutton (55) y Dubreuil y Neiger (48) señalan que es suficiente un intervalo de mantenimiento del estiramiento en torno a 6-10 segundos para conseguir mejoras de extensibilidad. Andújar y cols. (58) recomiendan mantenerlos durante 5-10 segundos en el inicio, con un incremento paulatino hasta 10-15 segundos posteriormente. Mende (68) tras valorar el efecto de la duración y el número de repeticiones sobre la musculatura isquiosural, concluye que tras 3 semanas de trabajo, los grupos que realizan estiramientos obtienen mejoras significativas con relación al grupo que no realiza estiramientos, encontrando mayores diferencias en el grupo que realiza el doble de repeticiones manteniendo el estiramiento 15 segundos, sin encontrar diferencias entre los grupos que realizan las mismas repeticiones y diferente tiempo de estiramiento, 15 y 30 segundos. Rodríguez (34) y Sainz de Baranda (33) consiguen mejoras significativas desarrollando un programa durante un año escolar estableciendo una duración de 20 segundos en los estiramientos activos y estáticos. Zakas y cols. (64) consiguen mejoras significativas realizando 2 repeticiones de 30 segundos, realizando los estiramientos dentro de un programa de fuerza.

A este respecto, se puede marcar como tiempo mínimo de estiramientos por repetición los 10 o 12 segundos, sobre todo en sujetos que se inician en este tipo de trabajo específico, ya que en muchas ocasiones alargar el tiempo de estiramiento supone disminuir la intensidad del mismo o, en el peor de los casos, la aparición de una compensación (no deseada) para aguantar la posición y perder calidad en el estiramiento. Quizás sea más interesante aumentar en un principio el número de repeticiones, y luego el tiempo de estiramiento, ya que en las diferentes investigaciones se observa que es más efectivo aumentar el número de repeticiones que la duración de las mismas.

Tras la revisión bibliográfica realizada parece claro el efecto positivo que tiene la realización de estiramientos sobre la musculatura isquiosural, por lo que se debe concienciar a los deportistas de la importancia del trabajo de la flexibilidad, y como entrenadores, planificar este trabajo como uno más dentro de los entrenamientos.

7.- Instrucciones para el entrenador y deportistas.

1. Si practica deporte, debe concienciarse sobre la importancia de que sus músculos isquiosurales tengan una buena extensibilidad para conseguir el adecuado gesto deportivo y disminuir el riesgo de las lesiones.
2. Se deben evitar incorrectas posiciones tanto en los gestos deportivos como durante los estiramientos, ya que se puede comprometer la efectividad del estiramiento y aumentar los efectos nocivos de los mismos sobre la columna vertebral.

3. Para estirar un grupo muscular simplemente se realiza el movimiento contrario a la acción de la musculatura. En este caso, una flexión de cadera o una extensión de rodilla.
4. En todos los estiramientos de la musculatura isquiosural, se deberá mantener una anteversión pélvica, que además asegure la lordosis fisiológica de la zona lumbar.
5. Todos los estiramientos deben realizarse con la columna vertebral alineada, manteniendo sus curvas fisiológicas, con lo que se evitarán las repercusiones sobre la columna vertebral.
6. Primero estiramientos unilaterales para luego progresar y realizar un estiramiento más global que implique las dos piernas. Además hay que tener en cuenta que la implicación de la musculatura del tríceps sural, específicamente de los gemelos, realizando una flexión dorsal aumentará la intensidad del estiramiento.
7. Se debe incluir un trabajo específico de estiramientos en todas las sesiones realizadas, sobre todo en la vuelta a la calma.
8. Los estiramientos en la parte del calentamiento deberán ser activos, para preparar al músculo para la actividad principal, ya que los estiramientos pasivos tienen un efecto adverso sobre la fuerza y velocidad máxima.
9. Los estiramientos en la vuelta a la calma, serán esenciales para la eliminación de contracturas y calambres.
10. El secreto estará en hacer bien los estiramientos y con regularidad.

8. Bibliografía.

- 1.- Ferrer V. Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pelvis y el raquis lumbar. [Tesis Doctoral]. Universidad de Murcia, 1998.
- 2.- Santonja F, Martínez I. Síndrome de acortamiento de la musculatura isquiosural. En: Santonja F, Martínez I. Valoración médico-deportiva del escolar. Murcia, Universidad de Murcia, 1992; 245-258.
- 3.- Draganich LF, Jaeger RJ, Kralj AR. Coactivation of the hamstrings and quadriceps during extension of the knee. J Bone Joint Surg AM 1989; 71(7): 1075-1081.
- 4.- Andújar P, Alonso C, Santonja F. Tratamiento de la cortedad de isquiosurales. Selección 1996; 5(1):37-48.
- 5.- Biering-Sorensen F. Physical Measurements as Risk Indicator for Low-Back Trouble Over a One Year Period. Spine 1984; 9(2):106-119.
- 6.- Cailliet R. Low back pain syndrome. Philadelphia: Davis, FA, 1988.
- 7.- Mellin G. Measurement of thoracolumbar posture and mobility with a Myrin inclinometer. Spine 1986; 11(7):759-762.
- 8.- AAHPERD. Technical manual for the health related physical fitness test. Washington, DC: Autor, 1984.

- 9.- Mierau D, Cassidy JD, Yong-Hing K. Low-Back pain and straight in children and adolescents. *Spine* 1989; 14(5):526-528.
- 10.- Salminen JJ, Maki P, Oksanen A. Spinal mobility and trunk muscle strength in 15-year-old schoolchildren with and without low-back pain. *Spine* 1992; 17:405-411.
- 11.- Brodersen A, Pedersen B, Reimers J. Incidence of complaints about heel, knee and back related discomfort among Danish children, possible relation to short muscles. *Ugeskrift for Laeger* 1994; 156(15):2243-2245.
- 12.- American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia: Lea & Febiger, 1995.
- 13.- Hollingworth P. Back pain in children. *Brit J of Rheuma* 1996; 35:1022-1028.
- 14.- Esola MA, McClure PW, Fitzgerald GK. Analysis of lumbar spine and hip motion during forward bending in subjects with and without a history of low back pain. *Spine* 1996; 21:71-78.
- 15.- Cacayorin E, Hochlauser L, Petro CR. Lumbar and thoracic spine pain in the athlete: radiographic evaluation. *Clin J Sport Med* 1987; 6:437-466.
- 16.- Bado J L. *Dorso Curvo*. Montevideo: Artecólor, 1977.
- 17.- Fisk JW, Baigent ML, Hill PD. Scheuermann's disease. Clinical and radiological survey of 17 and 18 years old. *Am J Phys Med Rehab* 1984; 63(1):18-30.
- 18.- Stokes IA, Aberly IM. Influence of the hamstring muscles of lumbar spine curvature in sitting. *Spine* 1980; 5:525-528.
- 19.- Somhegyi A, Ratko I. Hamstring Tightness and Scheuermann's Disease. *Am J Phys Med Rehab* 1993; 72 (1):44.
- 20.- Standaert CJ, Herring SA. Spondylolysis: a critical review. *Brit J Sport Med* 2000; 34:415-422.
- 21.- McGill SM. *Low back disorders. Evidence-based prevention and rehabilitation*. Champaign: Human Kinetics, 2002.
- 22.- Hartig DE, Henderson JM. Increasing hamstring flexibility decreases lower extremity overuse injuries in military basic trainees. *Am J Sport Med* 1999; 27(2):173-176.
- 23.- Cabry J, Shiple BJ. Increasing hamstring flexibility decreases hamstring injuries in high school athletes. *Clin J Sport Med* 2000; 10(4):311-312.
- 24.- Croisier JL, Forthomme B, Namurois MH, Vanderthommen M, Crielaard JM. Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *Am J Sport Med* 2002; 30(2):199-203.
- 25.- Busquet M. *Las cadenas musculares (Tomo I, II, III)*. Barcelona: Paidotribo, 2001.
- 26.- Sullivan MK, DeJulia JJ, Worrell TW. Effect of pelvic position and stretching method on hamstring muscle flexibility. *Med Sci Sport Exer* 1992; 24(12):1383-1389.
- 27.- Santonja F, Ferrer V, Martínez I. Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. *Selección* 1995; 4(2):81-91.
- 28.- López Miñarro PA. *Análisis de ejercicios de acondicionamiento muscular en salas de musculación. Incidencia sobre el raquis en el plano sagital*. [Tesis doctoral]. Universidad de Murcia, 2003.
- 29.- McGill SM. *Low back disorders. Evidence-based prevention and rehabilitation*. Champaign: Human Kinetics, 2002.
- 30.- Bado J L. *Dorso Curvo*. Montevideo: Artecólor, 1977.

- 31.- López Miñarro PA. Ejercicios desaconsejados en la actividad física. Detección y alternativas. Zaragoza: Inde, 2000.
- 32.- Rodríguez PL, Santonja F. Repercusiones posturales con los estiramientos en flexión de tronco y las pruebas de distancia dedos-planta y distancia dedos-suelo. *Apunts de Educación Física y Deportes* 2001; 65, 64-70.
- 33.- Sainz de Baranda P. Educación Física y Actividad Extraescolar: programa para la mejora del raquis en el plano sagital y la extensibilidad isquiosural en Primaria. [Tesis doctoral]. Universidad de Murcia, 2002.
- 34.- Rodríguez PL. Educación Física y salud del escolar: Programa para la mejora de la extensibilidad isquiosural y del raquis en el plano sagital. [Tesis doctoral]. Granada: Universidad de Granada, 1998.
- 35.- Jackson CP, Brown MD. Analysis of Current Approaches and a Practical Guide to Prescription of Exercise. *Clin Orthop Relat R* 1983; 179, 46-54.
- 36.- Milne RA, Mierau DR. Hamstring Distensibility in the General Population: Relationship to Pelvic and Back Stresses. *J Manip Physiol Ther* 1979; 2(3):146-150.
- 37.- 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 Sport Phys* 1997; 26(1):7-13.
- 38.- Cailliet R. Low back pain syndrome. Philadelphia: Davis, FA, 1988.
- 39.- Wirhed R. Anatomía deportiva. En: Ahonen J, Lahtinen T, Sandström M, Pogliani G, Wirhed R. *Kinesiología y anatomía aplicada a la actividad física*. Barcelona: Paidotribo, 1996.
- 40.- Rodríguez PL, Moreno JA. Fundamentos en el desarrollo de los estiramientos. *Archivos de Medicina del Deporte* 1997; XIV, 57:37-43.
- 41.- Leighton JR. Instrument and technic for measurement of range of joint motion. *The Arch Phys Med and Rehab* 1955; 36:571-578.
- 42.- De Vries HA. (1962). Evaluation of static stretching procedures for improvement of flexibility. *Res Q Exercise Sport* 1962; 33(2):222-229.
- 43.- Sady SP, Wortman M, Blanke D. Flexibility training: Ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation. *Arch Phys Med Rehab* 1982; 63(6):261-263.
- 44.- Vujnovich AL, Dawson NJ. The effect of therapeutic muscle stretch on neural processing. *J Orthop Sport Phys* 1991;20(3):145-153.
- 45.- Esnault M. Deux notions distinctes dans l'étirement musculaire de type Stretching: la tension passive et la tension active. *Ann Kinésithérapie* 1988; 15(1-2):69-70.
- 46.- Coulomb Y, Abrahamik A, Roman F, Combes TH, Piera JB. (1995). Que peut-on attendre des techniques de gain d'amplitude articulaire chez la personne âgée? *Ann Kinésithérapie* 1995; 22(6):249-252.
- 47.- Rodríguez PL, Santonja F. Los estiramientos en la práctica físico-deportiva. *Selección* 2000; 9(4):191-205.
- 48.- Dubreuil C, Neiger H. Comparaison des effets de la course et des étirements autopassifs sur l'extensibilité des ischio-jambiers. *Ann Kinésithérapie* 1984;11(5):191-195.
- 49.- Knott M, Voss D.E. *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*. New York: Harper y Row, 1968.
- 50.- Esnault M. Place de l'entraînement á base d'étirements actifs myotendineux et aponéurotiques "stretching". *Rééducation des sportifs*. *Ann Kinésithérapie* 1988; 15(1-2):17-39.

- 51.- Sölverborn SA. Le stretchind du sportif: entrânement á la mobilité musculaire. Paris: Chiron, 1982.
- 52.- Anderson B. Le stretching. Paris: Solar, 1983.
- 53.- Lindeman K, Teirich-Leube H, Heipertz W. Tratado de rehabilitación. Tomo I. 3ª ed. Barcelona: Labor, 1975.
- 54.- Daniels L, Worthingham C. Fisioterapia, ejercicios correctivos de la alineación y función del cuerpo humano. Barcelona: Geigy, 1981.
- 55.- Moore MA, Hutton RS. Electromyographic investigation of muscle stretching techniques. *Med Sci Sport Exer* 1980;12(5):322-339.
- 56.- Acosta J, López Bedoya J, Verneta M. (1998). Mejora del spagat frontal aplicando métodos de FNP y técnicas de electroestimulación y biofeedback. (pp. 127-130). *Novedades en Actividades gimnásticas*. Universidad de Granada.
- 57.- McAtee R, Charland J. Estiramientos facilitados. Los estiramientos de FNP con y sin resistencia. Barcelona: Paidotribo, 2000.
- 58.- Andújar P, Alonso C, Santonja F. Tratamiento de la cortedad de isquiosurales. *Selección* 1996; 5(1):37-48.
- 59.- Anderson B, Burke ER. Aspectos científicos, médicos y prácticos del estiramiento. En *Clínicas de Medicina Deportiva. La prescripción del ejercicio*. Vol. I. Madrid: Interamericana-McGraw Hill, 1991.
- 60.- McLellan EW. (2000). The effect of static stretching on peak power and peak velocity during the bench press.
- 61.- Kane JW, Sternheim MM. Física. Barcelona: Reverté, 1991.
- 62.- Knight CA, Rutledge CR, Cox ME, Acosta M, Hall SJ. Effect of superficial heat, deep heat, and active exercise warm-up on the extensibility of the plantar flexors. *Phys Ther* 2001; 81 (6):1206-1214.
- 63.- Wirhed R. Habilidad atlética. Anatomía del movimiento. Barcelona: Edika-Med, 1989.
- 64.- Zakas A, Galazoulas C, Grammatikopoulou MG, Vergou A. Effects of stretching exercise during strength training in prepuberal, pubertal and adolescent boys. *J Bodywork Movement Ther* 2002; 6(3):170-176.
- 65.- Borms J, Van Roy P, Santens JP y Haentjens A. Optimal duration of static stretching exercises for improvement of coxo-femoral flexibility. *J Sport Sci* 1987;5:39-47.
- 66.- Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther* 1994; 74(9):54-60.
- 67.- Feland JB, Myrer JW, Schulthies SS, Fellingham GW, Measom GW. *Phys Ther* 2001; 81(5):1110-1117.
- 68.- Mende GN. A comparison of the effects of stretch duration and repetitions on hamstring extensibility. [Tesis de Master]. Oregon: Oregon State University, 1997.