

## **CALENTAMIENTO Y VUELTA A LA CALMA.**

**Pedro Ángel López-Miñarro**

Facultad de Educación. Universidad de Murcia.

La sesión de ejercicio físico suele estructurarse en tres partes sucesivas, cada una con un objetivo y metodología. Estas tres partes son: calentamiento o parte preparatoria, parte principal y vuelta a la calma.

Siempre se ha destacado la necesidad de realizar una adecuada preparación y acondicionamiento previo de todas las estructuras corporales que van a participar de forma directa en la actividad. Se piensa que preparar el organismo antes de una actividad aumenta el rendimiento y disminuye el riesgo de lesión (Shellock y Prentice, 1985; König y Biener, 1990; Smrcina, 1991; Garrett, 1996; Noonan y Garrett, 1999; Pope y cols., 2000; Fradkin y cols., 2001).

Diversos autores citados por Safran y cols. (1988 y 1989) atribuyen el carácter protector del calentamiento al incremento del rango de movimiento y a la reducción de la rigidez muscular.

Es comúnmente aceptado que un período de calentamiento previo al ejercicio, compuesto por contracciones musculares activas seguidas de estiramientos, incrementa la flexibilidad de los tejidos conectivos, y por ello, disminuye el riesgo de lesión de las estructuras músculo-tendinosas durante la parte principal (Strickler y cols., 1990).

Smith (1994) indica que el calentamiento es realizado para incrementar la flexibilidad del músculo y tendón, para estimular el riego sanguíneo a la periferia, incrementar la temperatura corporal y mejorar la coordinación de los movimientos. Safran y cols. (1988) indican que el calentamiento debería incrementar el rango de movimiento articular y de la unidad músculo-tendinosa, así como incrementar la temperatura muscular y la eficiencia de la contracción.

Para que una sesión de fortalecimiento muscular sea segura, Manno (1999) considera necesario realizar un adecuado calentamiento. Según Houmard y cols. (1991) un calentamiento previo consistente en un ejercicio de larga duración e intensidad moderada es más beneficioso que no calentar.

Toda sesión de ejercicio físico que solicite intensamente el aparato locomotor y de sostén, debe iniciarse con un adecuado calentamiento, con objeto de mejorar la capacidad elástica de la musculatura para evitar distensiones, roturas musculares y/o tendinosas (Brenke y cols., 1991). La

realización de una sesión sin un calentamiento específico aumenta las posibilidades de sufrir una lesión tendinosa, especialmente cuando la temperatura ambiental es fría y no se sigue un aumento paulatino de las cargas durante la sesión (Martínez, 1997).

Todos los practicantes de ejercicio físico son conscientes de la necesidad e importancia de una buena preparación o calentamiento de cara a la práctica de actividad física. Los efectos principales del mismo se centran en la consecución de:

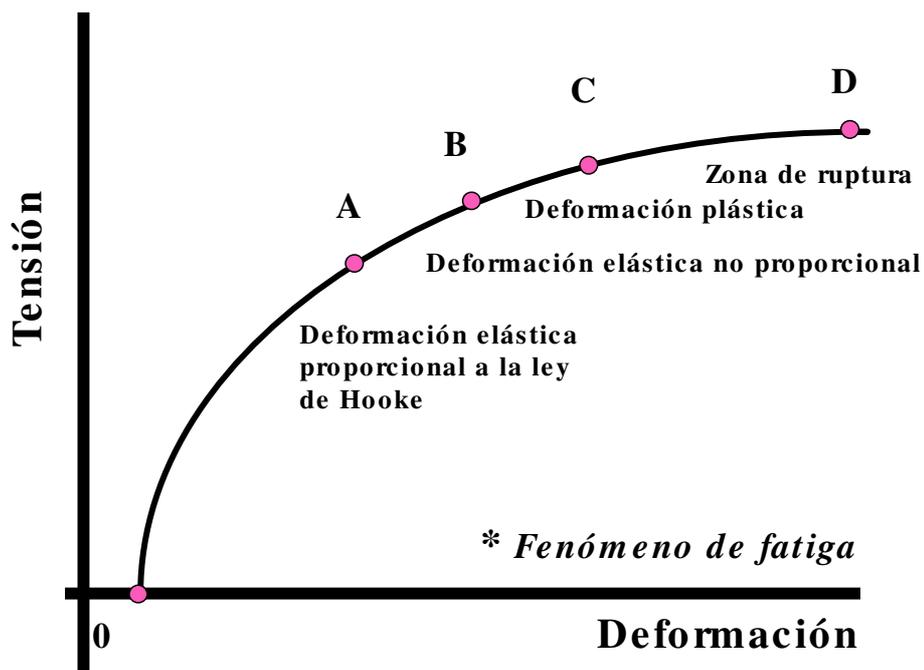
- Aumento de la frecuencia cardíaca.
- Aumento de la presión sistólica.
- Dilatación de las vías ventilatorias.
- Adecuada redistribución del flujo sanguíneo a las zonas activas.
- Correcto calentamiento de los tejidos desprovistos de vasos sanguíneos (Brenke y cols., 1991; Manno, 1999).
- Aumento de los sustratos energéticos y oxígeno en la circulación.
- Mejora de los procesos neuromusculares, en cuanto a la obtención de una mejor coordinación e incremento de la capacidad de reacción (Brenke y cols., 1991; Manno, 1999).
- Reducción de la lactacidemia muscular y sanguínea para una misma intensidad (Gray y cols., 2002). Kato y cols. (2000) encontraron que un calentamiento podría disminuir la acidosis intracelular durante el ejercicio intenso.
- Mejora de los procesos metabólicos de facilitación de energía.
- Eliminación del déficit inicial de oxígeno.
- Disminución de la viscosidad intramuscular.
- Mejora de la mecánica de movimiento articular.
- Aumento de la capacidad de elongación muscular.

No obstante, no existe una evidencia científica firme que sostenga la eficacia del calentamiento en la prevención de la lesión (Stewart y Sleivert, 1998; Safran y cols., 1988 y 1989; Fradkin y cols., 2001; Knight y cols., 2001; Evans y cols., 2002).

## Estiramientos musculares.

Los elementos corporales que mayores dificultades ofrecen a los procesos de estiramiento y flexibilidad, vienen representados por los tejidos densos y ordenados que se encuentran situados en la cápsula articular, ligamentos, tendones y capas de envoltorio muscular. El colágeno es la molécula principal que constituye dichos tejidos, presentando un elevado poder de restitución cuando se ve sometida a fuerzas de tracción, en virtud de su estructura y organización molecular e intermolecular (Bloom y Fawcett, 1973; Ham, 1977; Leeson y Leeson, 1980; Wheater y Burkitt, 1984).

Diversas investigaciones apuntan que las fibras de colágeno tan sólo pueden ser deformadas un 5% de su longitud hasta llegar al punto de ruptura, en contraste con las fibras de elastina, que alcanzan un 150% para llegar a dicho punto (Bloom y Fawcett, 1973; Weiss, 1982). Para conseguir incrementos de movilidad en los núcleos articulares implicados en el movimiento, es necesario que los tejidos conectivos existentes en articulaciones y tejido muscular, puedan ser deformados ante estímulos de tracción sin ofrecer altos niveles de restitución u oposición, pero permaneciendo dentro de la llamada zona de deformación elástica (Richardson, 1972; Jou y cols., 1989; Giancoli, 1985). El rango de intervención idóneo dentro de una curva tipo tensión/deformación para tejidos elásticos estaría en la zona de deformación elástica no proporcional a la "Ley de Hooke", donde los tejidos disminuyen su poder de restitución en relación a los esfuerzos de tracción aplicados. Estímulos por encima de este rango deformarían los tejidos de manera irreversible (Figura 73).



**Figura 73.** Relación entre tensión y deformación en un tejido (Módulo de Young) (Tomado de Rodríguez y Moreno, 1997a).

Si se somete el tejido a una fuerza de gran calibre, se puede pasar el llamado límite elástico y adentrarse en la "región plástica" o "zona de deformación plástica", en la cual, el tejido no recupera su longitud inicial al cesar el estímulo de tracción (Rodríguez y Moreno, 1997b). Hay que lograr disminuir el poder de oposición de los tejidos ante estímulos de tracción dentro del margen óptimo de la denominada "zona de deformación elástica", que asegure en todo momento la condición de elasticidad de los tejidos corporales (Rodríguez y Moreno, 1997b).

Si a partir de este punto se incrementa más el esfuerzo deformante se puede alcanzar el llamado "punto de ruptura", en el cual se destruiría la unión natural del tejido.

La consecución de mejoras en los programas de flexibilidad se producirán por efectos de repetición constante de los estímulos de tracción sobre los tejidos blandos y, en virtud del llamado "*fenómeno de fatiga*" de los tejidos elásticos, se conseguirá disminuir el poder de restitución con fuerzas de tracción progresivamente menores. Las uniones covalentes moleculares e intermoleculares de las fibras colágenas sufren un proceso de transformación interna que disminuye paulatinamente la atracción de las partículas en contacto (Junqueira y Carneiro, 1983; Kane y Sternheim, 1991). Esta circunstancia viene a apoyar el "*principio de continuidad*" (Manno, 1981; Grosser y cols., 1988) en el proceso de estímulos de tracción en el trabajo de flexibilidad. La continuidad en el trabajo de estiramientos impedirá la consolidación de las conexiones intermoleculares en los tejidos conjuntivos, manteniéndose progresivamente las ganancias en los valores de movilidad articular conseguidos. Por el contrario, si es interrumpido el proceso de trabajo, se crearán de nuevo fuertes uniones que acelerarán la rápida regresión en los efectos de mejora acumulados.

Una elevación de la temperatura en un cuerpo genera un aumento de la energía cinética de todos sus átomos y moléculas, estableciéndose múltiples choques entre partículas que determinan un mayor distanciamiento entre ellas. El grado de dilatación producido será proporcional a la temperatura alcanzada (Giancoli, 1985; Kane y Sternheim, 1991).

La "*carrera continua*" posee efectos beneficiosos en gran medida para las mejoras de movilidad articular y extensibilidad (Dubreuil y Neiger, 1984).

La inhibición de las motoneuronas excitadas por el huso, permite amortiguar la carga excitatoria de tales motoneuronas, mermando con ello la

contracción de oposición al estiramiento (Laget, 1976; Morin, 1974; Eyzaguirre, 1977; Laborit, 1990; Netter, 1991).

Considerando la gran influencia que poseen las diferentes respuestas reflejas del sistema nervioso ante los estímulos de estiramiento efectuados en el desarrollo de flexibilidad, se pueden establecer una serie de medidas compensatorias que reduzcan, en la medida de lo posible las limitaciones de los mismos:

- Realizar los ejercicios de flexibilidad mediante técnicas activas (estiramientos musculares efectuados por medio de la contracción de la musculatura agonista) aprovechando el efecto del llamado "*reflejo de inhibición recíproca*" que genera impulsos competitivos de relajación a la musculatura antagonista que está siendo estirada.

- Realizar los ejercicios de flexibilidad mediante técnicas estáticas (sin grandes variaciones de elongación muscular por unidad de tiempo) que reduzca la intervención de la respuesta dinámica de los husos neuromusculares. Utilizar los procesos de inhibición muscular del llamado "*reflejo miotático invertido*" producido por el llamado Órgano Tendinoso de Golgi. Tras una fuerte contracción muscular isométrica mantenida, se pasaría a estirar de forma estática dicha musculatura, cuyas motoneuronas poseen elevado su umbral de excitación, dada la carga de inhibición provocada por dicho receptor.

- Realización de los estiramientos bajo métodos estáticos en situaciones de alcance de dolor tolerable, sin forzar en ningún momento hacia posiciones que puedan llegar a ser contraproducentes para el individuo, no solamente por las lesiones que se podrían derivar, sino también porque contribuye a aumentar la retracción de los tejidos sometidos a estiramiento (Rodríguez y Moreno, 1997a).

### **Papel del estiramiento muscular en el calentamiento.**

El estiramiento ha sido recomendado para prevenir lesiones y aumentar el rendimiento por medio del aumento del rango de movimiento de las articulaciones (Hortobagyi y cols., 1985; Osterning y cols., 1990; Willson y cols., 1991; Kubo y cols., 2001a y 2001b; Knight y cols., 2001).

El calentamiento estira la unión músculo-tendinosa y ocasiona un incremento de la longitud a una carga concreta, imponiendo menor tensión en la unión musculotendinosa distal, que deriva en una menor incidencia de lesiones (Safran y cols., 1988 y 1989).

Aquellas personas que realizan de manera habitual ejercicios de estiramientos van a ser capaces de realizar movimientos con mayor amplitud (Moreno y Rodríguez, 1995).

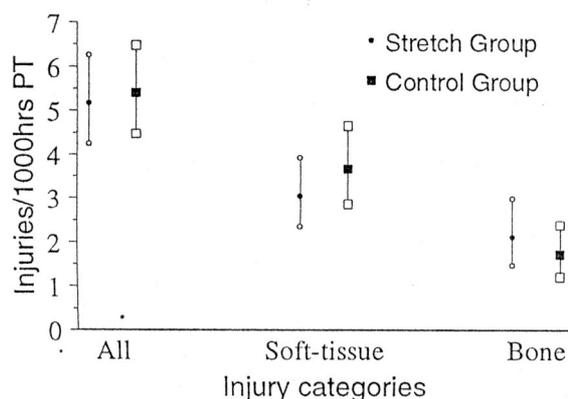
Safran y cols. (1988) indican que un calentamiento que incluya estiramientos musculares es esencial para prevenir lesiones, ya que incrementa la elasticidad de los músculos y facilita la contracción muscular. Noonan y cols. (1993) concluyen que el calentamiento muscular puede ayudar a prevenir lesiones. Según Garrett (1996) las lesiones por tensión no son resultado de una contracción muscular aislada, sino más bien un estiramiento excesivo o un estiramiento simultáneo a un aumento de la tensión muscular.

Para determinar los efectos de los estiramientos en la incidencia de lesiones, algunos estudios comparan la prevalencia de lesiones entre grupos que estiran y otros que no lo hacen. Pope y cols. (2000) refieren 4 estudios que han investigado esta relación, sin encontrar reducción alguna en la incidencia de lesiones en aquellos que estiran.

Shrier (1999) en una revisión de la literatura, concluye que no existe evidencia epidemiológica respecto a que el estiramiento previo al ejercicio reduzca el riesgo de lesión.

Gleim y McHugh (1997), en un trabajo de revisión, no encuentran una fuerte evidencia que sostenga que el estiramiento muscular esté asociado con la prevalencia de lesiones por tensión, torcedura o sobre-esfuerzo, en ninguno de los deportes o niveles de competición analizados. La lesión deportiva es un problema multifactorial resultante de una interacción no definida entre diversos factores.

Pope y cols. (2000) tras estudiar a 1538 varones de las fuerzas armadas, asignados a un grupo que realiza estiramientos o al grupo control, no encuentran evidencia de que el estiramiento previo al ejercicio reduzca el riesgo de lesión (Figura 74).



**Figura 74.** Efecto del estiramiento previo a la parte principal en el riesgo de lesión (intervalo confianza del 95%) (Tomado de Pope y cols., 2000).

Pope y cols. (1998a) realizaron un estudio sobre 1093 hombres de las fuerzas armadas que fueron asignados aleatoriamente al grupo de estiramiento o de control. Los primeros realizaron estiramientos de gemelos durante el calentamiento, mientras el grupo control no los hizo. La incidencia de cinco lesiones concretas en los miembros inferiores fue del 4,2% en el grupo de estiramientos, sin mostrar diferencias significativas con el grupo control (4,6%).

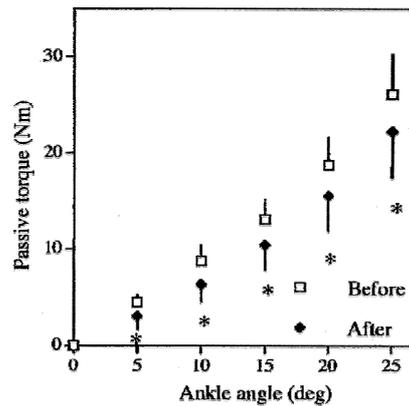
Safran y cols. (1988) demostraron que un músculo sometido a un calentamiento activo consistente en contracciones musculares submáximas disminuye su rigidez pasiva e incrementa la tensión y longitud a la cual el músculo llega al umbral de ruptura.

Willson y cols. (1991) comprobaron que el mecanismo que relaciona la realización de ejercicios de estiramientos y el menor riesgo de lesión, se basa en un cambio de las propiedades viscoelásticas de la unión músculo-tendinosa.

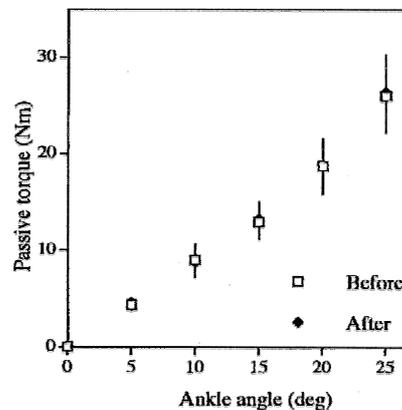
Se han documentado, en diversos trabajos, incrementos del rango de movimiento articular tras realizar ejercicios de estiramientos (Wilson y cols., 1992; Halbertsma y Goeken, 1994; Magnusson, 1998; Magnusson y cols., 2000). Estos cambios son justificados por los cambios en las propiedades viscoelásticas del músculo, si bien existen trabajos que achacan estas mejoras al aumento del umbral al dolor muscular (Kubo y cols., 2002).

Cuando un cuerpo es sometido a fuerzas de tensión mantenidas el estrés de tensión disminuye (McHugh y cols., 1992). Este fenómeno se conoce como estrés relajación y ha sido comprobado experimentalmente *in vitro* e *in vivo* en animales y humanos (Willson y cols., 1991; McHugh y cols., 1992; Magnusson, 1998; Magnusson y cols., 2000).

Toft y cols. (1989) encontraron una disminución del 36% en la tensión pasiva de los flexores plantares tras 3 semanas de estiramientos. Por su parte, Kubo y cols. (2002) encontraron que, tras un programa de estiramientos del tríceps sural basado en dos sesiones diarias (una por la mañana y otra por la tarde) durante 20 días, realizando 5 estiramientos de 45 segundos con 15 segundos de recuperación entre éstos, disminuye la tensión pasiva que genera el músculo en todos los ángulos evaluados (Figura 75), mientras la pierna que no estiró (control) no muestra diferencias significativas (Figura 76).



**Figura 75.** Relación entre la tensión pasiva generada por el tríceps sural y el ángulo del tobillo en la pierna sometida al programa de estiramientos (Tomado de Kubo y cols., 2002).



**Figura 76.** Relación entre la tensión pasiva generada por el tríceps sural y el ángulo del tobillo en la pierna que no siguió al programa de estiramientos (control) (Tomado de Kubo y cols., 2002).

Estos cambios en la viscoelasticidad de la unión músculo-tendinosa son dependientes de la duración más que del número de estiramientos (Magnusson y cols., 2000).

Los estiramientos inciden en los tejidos conectivos densos y organizados. El tejido conectivo es una estructura viscoelástica capaz de sufrir cambios

plásticos y elásticos. Cuando se aplica un estiramiento a un tejido conectivo, los componentes elásticos recuperan su longitud inicial y los componentes viscosos permanecen deformados. La magnitud de la deformación elástica y viscosa varía considerablemente, dependiendo de la cantidad de fuerza aplicada, duración de la misma y temperatura del tejido (Knight y cols., 2001).

Existen evidencias que relacionan la elevación de la temperatura muscular con la disminución de lesiones, al producir cambios en la extensibilidad del tejido muscular, permitiendo, con ello, un mayor estiramiento antes de que se produzcan daños en tendones y tejidos musculares (Smith, 1994; Evans y cols., 2002). En un trabajo que investigaba las ganancias de rango de movimiento pasivo en la dorsiflexión del tobillo en base al estiramiento muscular aislado o combinado con diversas técnicas endógenas y exógenas de calentamiento muscular, Knight y cols. (2001) evidenciaron que la aplicación de ultrasonidos antes de los estiramientos es la medida más efectiva. Un calentamiento previo, bien endógeno o bien exógeno (calor húmedo), antes de los estiramientos no es más efectivo que realizar aisladamente los estiramientos musculares (Tabla 17). Una temperatura elevada aumenta la magnitud de la elongación obtenida de un estiramiento. Se podría usar calor superficial o profundo, o bien realizar ejercicios activos para elevar la musculatura muscular.

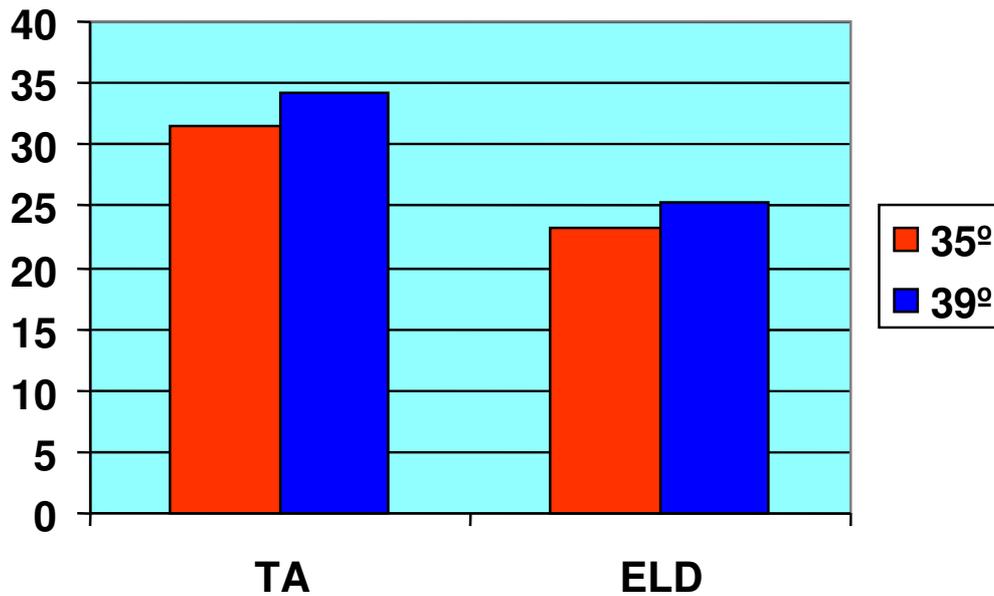
PROM <b>Pre-test</b>	Grupo <sup>a</sup>				
	1	2	3	4	5
Media	17.67	17.05	19.05	18.62	18.30
DT	6.27	6.20	7.47	5.70	6.78
Diferencia media	-	-	-	-	-
<b>2 semanas</b>					
Media	16.61	18.63	19.37	19.00	20.75
DT	5.11	6.00	7.23	5.27	8.14
Diferencia media	- 1.16	1.58	0.32	0.80	2.45
<b>4 semanas</b>					
Media	18.00	21.58	22.37	21.76	22.90
DT	5.32	5.59	7.02	5.33	6.74
Diferencia media	0.33	4.53	3.32	3.14	4.60
<b>6 semanas</b>					
Media	19.06	23.16	23.26	23.52	25.65
DT	5.72	5.77	6.21	4.96	7.90
Diferencia media	1.39	6.11	4.21	4.90	7.35

**Tabla 17.** Media, desviación típica (DT), y diferencia media entre pretest y posttest (en grados) para el rango de movimiento pasivo (PROM) de la flexión dorsal del tobillo (Modificado de Knight y cols., 2001).

<sup>a</sup> Grupo 1, control que no realizó estiramientos; grupo 2, realizó estiramientos; grupo 3, realizó calentamiento activo antes de realizar estiramientos; grupo 4, se le aplicó calor húmedo durante 15 minutos y posteriormente realizó estiramientos; grupo 5, recibió 7 minutos de ultrasonidos y a continuación realizó estiramientos.

Aunque existe amplia evidencia de que un calentamiento muscular de un 1°C reduce la lesión por tensión (Strickler y cols., 1990), Evans y cols. (2002) encontraron que al aplicar un calentamiento activo y pasivo, que elevó la temperatura de los tejidos aproximadamente 1°C, no produjo incrementos significativos de la extensibilidad.

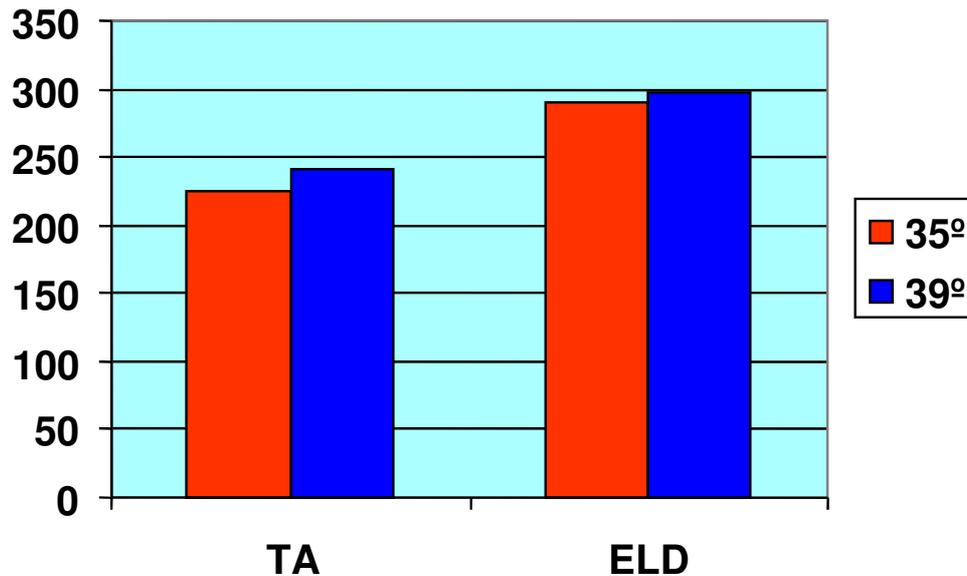
Strickler y cols. (1990) muestran que la elevación de la temperatura muscular aumenta la extensibilidad de la unión músculo-tendinosa, asociándose a una menor frecuencia de daño en los tejidos (Gráfico 6).



**Gráfico 6.** Incremento porcentual medio en la longitud del músculo antes del fallo ante un estímulo de tracción a 35°C y 39°C en el tibial anterior (TA) y extensor largo de los dedos (ELD) (TA:  $p \leq 0.01$ ; ELD:  $p \leq 0.05$ ) (Modificado de Strickler y cols., 1990).

La protección del músculo ante una lesión por tensión se debe a que al aumentar su temperatura interna incrementa su longitud, permitiéndole estirarse a mayor magnitud antes de lesionarse (Gráfico 7) (Strickler y cols., 1990).

Shrier (1999), referenciando estudios realizados en animales, indica que la inmovilización o temperatura reducida incrementa el riesgo de lesión muscular, provocando rupturas de los tejidos con mayor facilidad. Gleim y McHugh (1997) indican que se desconoce si un calentamiento de baja intensidad genera la misma protección sobre las lesiones por tracción y tensión en el músculo esquelético humano.



**Gráfico 7.** Energía media absorbida en el fallo del músculo sometido a tracción a una temperatura de 35°C y 39°C en el tibial anterior (TA) y extensor largo de los dedos (ELD) (diferencias no significativas) (modificado de Strickler y cols., 1990).

En un trabajo realizado por Bixler y Jones (1992) en jugadores de fútbol, encontraron que realizar una fase de calentamiento previa al inicio de la segunda parte de los partidos reduce el número de lesiones por torceduras y por tensión.

Van Mechelen y cols. (1993) en un trabajo de 16 semanas sobre 237 sujetos, agrupados por edad, distancia de carrera semanal y conocimiento general sobre la prevención de lesiones, observaron que la incidencia de lesiones relacionadas con la carrera a pie fue de 4,9 lesiones por cada 1000 horas de carrera en el grupo control y 5,5 por cada 1000 horas en el grupo de intervención. Estos autores concluyen que un cambio de comportamiento favorable respecto al calentamiento, estiramientos musculares y vuelta a la calma, no reduce la incidencia de lesiones durante la carrera.

### **Flexibilidad.**

La flexibilidad va a ser una de las cualidades fundamentales a tener en cuenta dentro del ámbito físico-deportivo. Su desarrollo supone un factor de salvaguarda de primer orden para las estructuras articulares y musculares que son sometidas a los más variados movimientos durante la práctica física. Del mismo modo, en gran cantidad de disciplinas deportivas constituye un factor decisivo para la consecución de eficacia y rendimiento (Álvarez del Villar, 1987; Weineck, 1988).

La flexibilidad es una cualidad básica susceptible de ser mejorada con el entrenamiento y supone la unión de los conceptos de movilidad articular (posibilidad de movimiento de las articulaciones) y elasticidad muscular (capacidad de elongación ante fuerzas de tracción y recuperación de la forma y longitud inicial tras haber cesado dichas fuerzas). Se puede definir la flexibilidad como *“la capacidad de extensión máxima de un movimiento en una articulación determinada”* (Porta, 1987).

Ya sea dentro de uno u otro contexto, el tratamiento de esta cualidad ha de ser abordado en diferentes situaciones:

- Preparación para la actividad física como parte del calentamiento.
- Técnicas de trabajo como foco principal de la actividad.
- Medio de recuperación tras la actividad física.

Para Esnault (1988a), los estiramientos son determinantes en diversas actividades deportivas. En los ejercicios de musculación son necesarios antes y después del esfuerzo, ya que favorecen la recuperación de los esfuerzos musculares, tanto a corto como a medio plazo.

Su aplicación esencial se centra en conseguir una adecuada preparación muscular para el esfuerzo, mediante una correcta prevención de accidentes músculo-tendinosos. Todo ello se logrará en función de los efectos sensitivo-motores, mecánicos y térmicos que desempeña.

Dentro de la realización de actividades deportivas, los ejercicios de flexibilidad van a ser relevantes como parte esencial del proceso de calentamiento que asegure un buen funcionamiento global del deportista, sobre todo, cuando las contracciones musculares son repetidas y de alta intensidad. En la fase principal y álgida de la actividad se asegurará la consecución de una buena movilidad articular y, consecuentemente, una gran amplitud de los movimientos efectuados. También ocupa un papel fundamental tras el cese de la actividad como factor de eliminación de rigideces y acortamientos musculares postesfuerzo. Por tanto, los ejercicios de flexibilidad han de ser efectuados antes y después de la realización de actividades físicas (Weckerle, 1988), para conseguir valores de movilidad que sean compatibles con la funcionalidad del uso cotidiano de los segmentos corporales (Rodríguez y Moreno, 1997b).

La cortedad muscular ha sido relacionada con lesiones musculares. En una revisión realizada por Murphy y cols. (2003) sobre los factores de riesgo en la lesión de los miembros inferiores, se evidencian 4 trabajos que apoyan esta afirmación, mientras otro trabajo no encontró relación entre cortedad y lesión.

Shellocj y Prentice (1985) indican que mantener una buena flexibilidad previene las lesiones del sistema músculo-esquelético.

Aunque la mayoría de los técnicos deportivos especialistas consideran importante el trabajo de flexibilidad, sigue siendo una de las cualidades abocadas al olvido.

Durante la práctica física habitual se puede observar la existencia de una disminución en la consideración de la realización de los estiramientos. Muchos practicantes no consideran importante dedicar un tiempo suficiente a la realización de estiramientos previos a la actividad a realizar. Es fundamental que un profesional de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte o Educación Física sepa en todo momento inculcar en los sujetos la importancia de los estiramientos para la práctica físico-deportiva, creando un hábito de realización que sea mantenido en todo momento. Sin embargo, para crear dicho hábito de realización es fundamental que el sujeto tenga conocimiento teórico y práctico de la validez e importancia de los mismos (Rodríguez y Moreno, 1997b).

Anderson (1984) señala una serie de razones principales que justifican la realización de ejercicios de flexibilidad tanto en el ámbito físico-deportivo:

- Reduce la tensión muscular y hace sentir el cuerpo más relajado.
- Ayuda a la coordinación permitiendo un movimiento más libre y más fácil.
- Ayuda la extensión de los movimientos.
- Previene lesiones tales como los tirones musculares. Hace más fáciles las actividades deportivas o físicas.
- Desarrolla la toma de conciencia corporal.
- Ayuda a soltar el cuerpo del control de la mente.
- Facilita la circulación.

En cuanto a si el calentamiento o más concretamente, el estiramiento muscular previene o atenúa el dolor muscular postesfuerzo (DOMS), Rodenburg y cols. (1994), al combinar un calentamiento, con estiramientos y masaje, encontraron que se reducían algunos de los efectos negativos del ejercicio excéntrico, si bien los resultados no son concluyentes. Por su parte, High y cols. (1989) encontraron que un estiramiento estático o calentamiento no previene el DOMS que resulta de un ejercicio intenso. Kokkinidis y Tokmakidis (1997) observan un efecto preventivo mínimo del calentamiento, realizado en base a un trabajo de 2 series de 12 repeticiones al 40% de 1 RM y 2 series de 8 repeticiones al 50% de 1 RM, sobre el DOMS y el daño muscular. Johansson y

cols. (1999) no encuentran efecto preventivo de los estiramientos estáticos sobre el DOMS. Evans (2000) encontró que el calentamiento no previene ni atenúa los síntomas clínicos derivados del daño muscular tras la contracción excéntrica. En un trabajo posterior, Evans y cols. (2002) indican que un calentamiento pasivo realizado antes de un ejercicio de predominio excéntrico es más beneficioso que un calentamiento activo o no calentar en la disminución de la tumefacción, pero no previene ni atenúa la pérdida de fuerza, rango de movimiento o molestias generadas por el daño muscular.

Por el contrario, Chen y Sandy (1996) indican que el estiramiento estático posterior al ejercicio excéntrico disminuye el DOMS en hombres.

Smith y cols. (1993) indican que en personas no acostumbradas al trabajo de extensibilidad muscular, cuando realizan estiramientos estáticos y balísticos se produce un aumento del DOMS y la CK en sangre.

### **Métodos y técnicas de desarrollo de la flexibilidad.**

Otro caballo de batalla en la consideración de la flexibilidad es el alto grado de desconocimiento existente a la hora de abordar los diferentes métodos y técnicas de desarrollo de esta cualidad.

Existen diversas posibilidades de llevar a cabo un trabajo de la flexibilidad mediante la utilización de técnicas específicas que inciden de forma diversa sobre sus factores de influencia.

Según Alter (1990) los estiramientos pueden ser clasificados bajo dos categorías generales: **balísticos** y **estáticos**.

El estiramiento balístico supone la realización de movimientos a cierta velocidad, generalmente lanzamientos, balanceos, saltos y rebotes, en los cuales se produce un gran aumento de longitud del músculo por unidad de tiempo. Por el contrario, 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.

Uno de los tópicos más controvertidos en la medicina deportiva y en el desarrollo de actividades físicas es el valor relativo de los programas de estiramiento estático o estiramiento balístico para desarrollar la flexibilidad. Según Stamford (1984), la controversia se complica debido a la falta de investigación sobre la flexibilidad balística, debido a la necesidad de un equipamiento complejo y de pericia técnica en la medición de la fuerza que se requiere para mover la articulación en toda su amplitud de movimiento, tanto a velocidades rápidas como lentas. Sady y cols. (1982), en un estudio sobre cuatro grupos de jóvenes, compararon los efectos de técnicas estáticas, dinámicas y facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) en la evolución de la flexibilidad del hombro,

tronco e isquiosurales. En un análisis factorial de varianza se determinó que no existían diferencias significativas entre los diferentes métodos aplicados. Estudios previos de Leighon (1955) y de De Vries (1962) no encuentran diferencias entre la aplicación de técnicas balísticas o estáticas para el desarrollo de la flexibilidad.

Las ventajas de efectuar técnicas balísticas se centran en la consecución de movilidad articular alcanzando una mayor transferencia al movimiento realizado en situación de actividad física real. Del mismo modo, es posible conseguir vencer mediante la inercia generada el fuerte poder de restitución de los tejidos conjuntivos periarticulares y musculares. Por el contrario, puede traer ciertos riesgos debido a un cierto descontrol de la velocidad de movimiento articular, con la consiguiente producción de lesiones en los tejidos. Se genera, a su vez, una fuerte actividad neurológica en el reflejo miotático por intervención de la respuesta dinámica de los husos neuromusculares.

Entre los métodos y técnicas principales nos encontramos:

**a) Formas estáticas de estiramiento.**

Son aquellas formas de estiramiento en las cuales no se produce una variación importante de longitud en los tejidos por unidad de tiempo, ejecutados con extrema lentitud. Mediante esta técnica de trabajo se produce una disminución de la acción de la respuesta dinámica del huso neuromuscular. Sin embargo, no es aprovechada la inercia de movimiento en la acción de estiramiento, circunstancia por lo cual, es más complicado ejercer tracción sobre los tejidos conjuntivos periarticulares y musculares.

El estiramiento estático supone una mayor salvaguarda para los tejidos blandos, debido a la menor magnitud de variación de longitud muscular por unidad de tiempo, generando una menor actividad de respuesta del huso neuromuscular ante el estiramiento (Guissard y cols., 1988). Sin embargo, presenta mayores dificultades a la hora de vencer el poder de restitución de los tejidos. Esnault (1988b) plantea un modelo temporal de intervención estática de estiramiento en tres fases fundamentales:

- Puesta en tensión lenta durante 4 a 6 segundos.
- Una tenue acentuación del estiramiento o mantenimiento del mismo durante 4 a 6 segundos.
- Un retorno a la posición de partida de forma lenta y controlada durante 4 a 6 segundos.

Vujnovich y Dawson (1994), 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 estiramiento estático únicamente.

El protocolo de estiramiento estático requiere que sea realizado de forma lenta, gradualmente y manteniendo la posición al llegar al máximo rango de movimiento de la articulación previo a la sensación de dolor. DeVries (1962) indica que el estiramiento estático es mejor que el balístico porque es más eficiente desde el punto de vista energético y porque la probabilidad de lesión es menor.

### ***b) Formas dinámicas o balísticas de estiramiento.***

Mediante esta forma de trabajar la flexibilidad se favorece el estiramiento muscular por efecto de la inercia provocada en un movimiento de diferente naturaleza (presión, rebote, lanzamiento) que posibilita una mayor elongación de los tejidos blandos. Por el contrario, existen riesgos de lesión ante el movimiento del segmento no controlado y, a su vez, se produce una fuerte respuesta de intervención de los husos neuromusculares.

Cuando se efectúan técnicas de estiramiento balísticas es importante que haya continuidad en el trabajo, ya que se impedirá la unión de las moléculas de colágeno producidas por efecto de la excesiva tracción (Rodríguez y Moreno, 1997a).

Los estiramientos balísticos deben ser realizados de manera controlada, con objeto de reducir la posibilidad de lesión en la unión músculo-tendinosa (Knight y cols., 2001).

### ***c) Otras técnicas de actuación.***

Además de estas dos modalidades de estiramiento, existe un tercer factor para categorizar los diferentes tipos de ejercicios, basado en el agente que desarrolla y es responsable de la amplitud de movimiento. Las diferentes técnicas resultantes se agrupan en las siguientes categorías: **pasiva**, **pasiva-activa**, **activa-asistida** y **activa**.

**1. Estiramiento activo.** Es efectuado por medio de la contracción de la musculatura del sujeto que realiza el estiramiento.

El estiramiento activo es efectuado por medio de la contracción muscular agonista del individuo, sin ayuda de ningún elemento externo. El inconveniente de este método puede residir en la incapacidad o debilidad de la musculatura agonista para superar la retracción o poder de restitución de los tejidos. Como ventajas más importantes se pueden destacar el grado de inhibición en la

musculatura estirada por efecto del reflejo de inhibición recíproca<sup>1</sup> y el grado de coordinación alcanzado entre musculatura agonista y antagonista en un movimiento específico (Esnault, 1988b). Junto al estiramiento muscular se está produciendo un reforzamiento de la musculatura agonista del movimiento que puede ser importante en grupos de población con restricciones en la movilidad y debilidad muscular (Ongaro y Fugazza, 1991; Coulomb y cols., 1995).

Esnault (1988c) destaca que los estiramientos activos son fundamentales en:

- El calentamiento previo a cualquier ejercicio físico.
- En la recuperación de cualquier lesión deportiva.
- La eliminación de cicatrices de lesiones musculares y ligamentosas.
- Para estirar la musculatura antagonista en el gesto o actividad concreta.
- Para lograr junto al estiramiento una irrigación muscular adecuada.

Esnault (1988d) destaca la técnica de estiramiento denominada **tensión activa** (muy relacionada con el estiramiento activo) que supone la realización de una contracción isométrica o excéntrica junto a la puesta en tensión de los tejidos conjuntivos asociados. La porción miotendinosa es sometida a dos fuerzas ejercidas en sentido contrario: la fibra muscular en contracción activa junto a la lámina tendinosa en elongación. Esta técnica es particularmente indicada en niños, ya que asegura no provocar una distensión del aparato cápsulo-ligamentoso ni articular. Del mismo modo, puede ser empleada en la rehabilitación de estructuras articulares dañadas (Bertín y Chick, 1988).

En la tabla 18 se destacan las características fundamentales de esta técnica de intervención.

---

<sup>1</sup>Este reflejo se basa en el hecho de que la contracción de un grupo agonista lleva asociada la relajación del antagonista.

---

### ***Tensión activa (músculo estirado y contraído voluntariamente)***

---

- Percepción de la región estirada.
- Estimulación de receptores kinestésicos (receptores de Golgi y corpúsculos de Pacini).
- Puesta en tensión del elemento miotendinoso.
- Tracción sobre el tendón.
- Preparación para el refuerzo muscular.
- Preparación al esfuerzo.
- Calor interno, contracción más rápida.
- Aceleración del flujo circulatorio por aumento del débito intramuscular.
- Trabajo de la sinergia agonista-antagonista.
- Protección articular.
- Indicado en:
  - niños.
  - sujetos hiperlaxos.
  - recidivas de accidentes articulares o musculares.

---

**Tabla 18.** Efectos provocados por la técnica de estiramiento denominada tensión activa (Tomado de Esnault, 1988c).

Siempre que sea posible el sujeto ha de contribuir de forma activa en la realización del estiramiento, ya que de este modo el impulso neurológico para la contracción activa de la musculatura agonista establece una interacción medular para inhibir la contracción de la musculatura antagonista. Sin embargo, la contracción activa no podrá vencer las potentes fuerzas de restitución de los tejidos conjuntivos, circunstancia que hace necesario la participación de una fuerza externa que provoque un estímulo serio de tracción (Rodríguez y Moreno, 1997a).

**2. Estiramiento pasivo.** El estiramiento es producido por medio de una fuerza externa ajena a la acción del sujeto que efectúa el estiramiento, sin existir contracción activa por parte del mismo.

En el estiramiento **pasivo**, como su nombre indica, el individuo no hace ninguna contribución o contracción activa. El movimiento es realizado por un agente externo responsable del estiramiento. Hagron (1995) lo define como una *“técnica manual o instrumental consistente en movilizar unos segmentos o tejidos por una fuerza distinta a las unidades neuromusculares”*. 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). Este autor señala la imprecisión del término al afirmar que mediante esta técnica se busca una reacción en el sujeto, ya que cada movimiento se acompaña de un conjunto de reflejos de adaptación y de regulación que engendran efectos excitomotores o inhibidores.

Datos de Kubo y cols. (2001a y 2001b) evidencian que el estiramiento estático disminuye la viscosidad de las estructuras tendinosas así como produce incrementos de la elasticidad. Este hecho reduce la resistencia pasiva de los tejidos y proporciona mayor rango de movimiento.

Es preferible que los ejercicios de estiramiento sean efectuados de forma autónoma por el sujeto, ya que de esta forma está recibiendo información propioceptiva constantemente, y en base a ella regulará el índice de tracción necesario (Rodríguez y Moreno, 1997a).

Esnault (1988d) señala que, por medio del estiramiento pasivo, se puede conseguir elongar la musculatura hasta los límites fisiológicos (hasta un 150% de la longitud de reposo), circunstancia que es susceptible de poner en tensión las estructuras articulares. Coulomb y cols. (1995) señalan que las técnicas pasivas prudentemente ejecutadas otorgan resultados rápidos y satisfactorios, fundamentalmente cuando son controladas por el propio sujeto (autopasivos).

Dubreuil y Neiger (1984) 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.

Hagron (1995) destaca que la movilización pasiva permite luchar, en virtud de los desplazamientos de las superficies articulares, contra las consecuencias de la inmovilización:

- Degeneraciones cartilaginosas.
- Osteoporosis por inmovilización.
- Falta de lubricación articular.
- Retracciones periarticulares, cápsulo-ligamentosas y sinoviales.
- Reducciones de vascularización.
- Distrofia neurovegetativa.

- Pérdida de la sensibilidad propioceptiva.

Spring (1988) señala que las técnicas de estiramiento pasivo son las más adecuadas de realizar para los programas de gimnasia y acondicionamiento físico en general, siendo suficiente dicha técnica para asegurar condiciones de elongación dentro de la normalidad.

Con la técnica de estiramiento pasivo hemos de tener precauciones en relación con movimientos asistidos, donde es preciso controlar la producción de dolor al sujeto que es sometido a estiramiento. Por otro lado, un movimiento brusco generará una activación inmediata de la respuesta dinámica del huso neuromuscular (Jacobs, 1976).

En las técnicas de estiramiento pasivas (tracción efectuada por medio de una fuerza externa) es importante que el movimiento sea realizado con extrema prudencia durante el recorrido de tracción, siendo fundamental del mismo modo que el recorrido de recuperación sea controlado de igual forma (Rodríguez y Moreno, 1997a).

En la tabla 19 se destacan las características fundamentales de esta técnica de intervención.

---

***Estiramiento pasivo (músculo estirado por agentes externos)***

---

- Percepción de la región estirada.
    - Estimulación de receptores kinestésicos (receptores de Golgi y corpúsculos de Pacini).
    - Efectos antiálgicos.
    - Movilización de los espacios en los tejidos profundos.
    - Puesta en tensión de los planos de tejidos superficiales.
    - Consecución de extensibilidad máxima.
    - Aceleración del flujo circulatorio, por vía superficial, intermuscular e intramuscular.
  - Puesta en tensión de la fibra muscular y de los tejidos de envoltorio conjuntivos (elemento elástico en paralelo).
- 

**Tabla 19.** Efectos provocados por la técnica de estiramiento pasiva (Tomado de Esnault, 1988c).

**3. Estiramiento pasivo-activo.** Esta técnica de trabajo se realiza, en primer lugar, mediante la intervención de una fuerza externa que realiza el movimiento hasta alcanzar la mayor amplitud articular previa al dolor. A partir de esta posición, el sujeto realizará una contracción isométrica intentando mantener la amplitud alcanzada.

Alter (1990) señala que, mediante este método, se refuerza la contracción del músculo agonista que mantiene el estiramiento del antagonista. Por otro lado, se mantiene una gran actividad del reflejo de inervación recíproca, que inhibe o amortigua la intervención contráctil provocada por el huso neuromuscular. Se logra vencer el poder de restitución mediante una fuerza externa. Como inconveniente principal hay que destacar que, en el caso de que la fuerza externa sea aplicada por un compañero (asistido) es preciso que exista una adecuada coordinación entre ambos participantes y que el movimiento se realice bajo una técnica de intervención estática.

**4. Estiramiento activo-asistido.** El estiramiento, en este caso, es iniciado por medio de la contracción activa de la musculatura agonista del movimiento; y una vez alcanzado el máximo rango de amplitud articular, la fuerte restitución de los tejidos es vencida por medio de una fuerza externa. Es importante destacar que es importante no abandonar la contracción agonista iniciada previamente, así como ejecutar lentamente el movimiento asistido.

Según Alter (1990), la ventaja de esta técnica se centra en el fortalecimiento generado en el músculo agonista de la acción. De la misma forma, se aprovecha la descarga inhibitoria generada en el músculo estirado en virtud del reflejo de inervación recíproca. Mediante el movimiento asistido se supera la incapacidad de la musculatura agonista para vencer la retracción de los tejidos densos y ordenados de naturaleza fibrosa. El único inconveniente de esta técnica se centra en la magnitud aplicada para el movimiento asistido. Debe existir una adecuada coordinación entre los miembros participantes del estiramiento, ya que un movimiento brusco durante la fase asistida puede provocar una rotura muscular. Dicho inconveniente queda solventado cuando la asistencia al estiramiento se formula bajo técnica estática, sin producir grandes cambios de longitud muscular por unidad de tiempo.

Coulomb y cols. (1995) señalan que los ejercicios activos-asistidos pueden ser realizados por:

- La ayuda de un kinesiterapeuta con movimientos lentos, dirigidos y controlados, ganando entonces precisión y eficacia.
- La ayuda de elementos de suspensión y decoaptación articular.

- Mediante balneoterapia, aprovechando la ventaja de la reducción del peso corporal, disminuyendo así las reacciones dolorosas.

**5. Facilitación neuromuscular propioceptiva.** Está basada en movimientos espirales y diagonales similares a movimientos naturales y deportivos, cuyo objetivo principal es reforzar músculos, ganar movilidad articular y coordinación en el sistema neuromuscular. Suele ser una técnica aplicada en el ámbito de la clínica, siendo importante una adecuada especialización.

Es una técnica que disminuye la resistencia activa al estiramiento e incrementa el rango de movimiento (Osternig y cols., 1990).

La FNP es un método que favorece o acelera el mecanismo neuromuscular mediante la estimulación de los propioceptores (Knott y Voss, 1968). Esta técnica fue creada entre 1946 y 1950 en Estados Unidos por Herman Kabat y continuada posteriormente por sus seguidores. Desde entonces, se ha extendido de forma importante en el ámbito terapéutico y deportivo.

Mediante la FNP se logra un estiramiento muscular bajo diversos patrones de movimiento e, incluso, en puntos determinados de movilidad articular. Toda la sistemática de trabajo de esta técnica se basa en generar esquemas de movimiento similares a los efectuados en la vida cotidiana y en el deporte, que nos permitan conseguir (López, 1991):

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

En la FNP son imprescindibles los movimientos espirales y diagonales, que inciden en los diferentes planos del espacio. Los esquemas de movimiento se realizan en tres planos del espacio:

- Flexión-extensión.
- Abducción-adducción.
- Rotación interna-rotación externa.

En la realización de esta serie de esquemas de movimiento es imprescindible establecer componentes de rotación para optimizar la puesta en tensión del aparato miotendinoso y aponeurótico. Según Esnault (1988b), la justificación de los movimientos rotacionales en el estiramiento se debe a una serie de factores esenciales. Los más representativos son:

- La histología de los tejidos conjuntivos y su organización pluridireccional en los tres planos del espacio.
- La doble organización transversal y longitudinal del esqueleto fibroso de los tejidos conjuntivos. Sólo mediante movimientos torsionales lograremos poner en tensión toda esta estructura compleja.
- La organización funcional de las fibras aponeuróticas.
- La histología del tejido contráctil. A la organización longitudinal del conjunto de miofibrillas se añade una espiralización del entramado interior.
- La multiplicidad de los tipos de enlaces de las fibras musculares sobre la lámina tendinosa. Mediante la rotación se logra solicitar todo el conjunto de dichas uniones.
- La situación de las inserciones tendinosas sobre la estructura ósea que, en la mayoría de ocasiones, produce rotación sobre los miembros.
- La organización funcional del miembro inferior y la cintura pelviana en rotación.

Según Cornelius y cols. (1992) la técnica FNP produce mayores ganancias de rango de movimiento que las técnicas pasivas.

Muy relacionada con la FNP, nos encontramos con una técnica que ha venido denominándose bajo la acepción de **stretching**. Según Esnault (1988b), basado en el método de Kabat e inspirados por Knott y Voss, Sölverborn (1982) y Anderson (1983) describen una técnica de estiramiento, en la cual, se establece inicialmente una contracción isométrica intensa, seguida de una relajación muscular y un estiramiento de duración variada según diferentes autores. Estos autores trasladarán al campo deportivo los métodos y técnicas establecidos en el campo de la patología neuromuscular.

Existen muchas formas de desarrollar estiramiento muscular (stretching) y, entre dichas formas, encontramos el aprovechamiento de elementos neurofisiológicos y físicos que forman parte de la estructura de la facilitación neuromuscular.

Basado en el esquema de contracción muscular estática, seguida de relajación y estiramiento, el **stretching** presenta un método variado de ejecución según las aplicaciones efectuadas por diferentes autores en el campo clínico o deportivo. Solomonko (1988) destaca la importancia de realización de ejercicios de stretching como factor esencial dentro del proceso de preparación del deportista, y plantea un protocolo de estiramiento para la aplicación dentro del fútbol que puede ser realizado, tanto en el calentamiento, como en un programa de mejora de la flexibilidad. Indica que mediante la realización de stretching se pueden llegar a reducir las lesiones musculares hasta un 75%.

Ferret y cols. (1990) señalan que el stretching como técnica de estiramiento aporta una serie de beneficios importantes:

- Genera una disminución importante de las lesiones musculares.
- Produce una protección de los tendones que elimina el riesgo de la aparición de las llamadas tendinitis.
- Una prevención de las alteraciones por osteocondrosis.
- Una protección del raquis.
- Una mejora sustancial de la recuperación muscular tras el esfuerzo.

Moore y Hutton (1980) en una investigación en relación con las ganancias de movilidad en la articulación de la cadera, que contrasta los efectos de las técnicas de estiramiento estáticas, contracción-relajación, contracción y relajación con contracción de agonistas, señalan que los reflejos miotáticos de la musculatura sometida a estiramiento pueden ser aumentados mediante la realización de breves contracciones estáticas de dicha musculatura. La contracción inicial estática facilita la actividad contráctil al retrasar la descarga aferente en el miembro del reflejo de estiramiento.

El trabajo de flexibilidad debe realizarse de forma continuada y, a ser posible, diariamente (Grosser y cols., 1988). Bandy e Irion (1994) en un estudio efectuado sobre 57 sujetos (40 varones y 17 mujeres) divididos en varios grupos que realizaban trabajo de flexibilidad 5 días a la semana durante 15, 30 y 60 segundos llegaron a la conclusión de que el rango de intervención efectivo de estiramiento se encuentra situado en 30 segundos, dado que no aumenta la flexibilidad cuando se incrementa dicho tiempo. En un trabajo de Bandy y cols. (1998) se confirman dichos resultados, mejorando en mayor medida el grupo que estiró mediante una técnica estática respecto a la dinámica. Borms y cols. (1987) en un estudio sobre 20 mujeres sedentarias divididas en varios grupos que efectuaban dos sesiones de flexibilidad de 50 minutos semanales durante 10 semanas con una duración de estiramientos estáticos de 10, 20 y 30 segundos, determinaron que el rango mínimo efectivo de intervención de mantenimiento del estiramiento se situaba en 10 segundos, siendo poco significativas las mejoras por encima de este rango. Roberts y Wilson (1999) al comparar un estiramiento de 5 y 15 segundos de duración en población adulta, encuentran que mantener el estiramiento durante 15 segundos es más efectivo que 5 segundos en el rango de movimiento activo de cadera y rodilla.

Bandy y cols. (1997) indican que las mejoras en la flexibilidad es dependiente de la duración y frecuencia del estiramiento, encontrando que 30 segundos de estiramiento es efectivo para incrementar la extensibilidad isquiosural. No observaron incrementos en la flexibilidad cuando la duración se

incrementa de 30 a 60 segundos o cuando la frecuencia de estiramiento se incrementa de 1 a tres veces por día.

Feland y cols. (2001) investigaron el tiempo de estiramiento en personas mayores, encontrando que 60 segundos produce mayores ganancias en el rango de movimiento isquiosural que 30 y 15 segundos (60": ganan 2.4<sup>º</sup> por semana; 30": ganan 1.3<sup>º</sup> por semana; 15": ganan 0.6 grados por semana).

### **Prescripción de los ejercicios de extensibilidad muscular para la salud.**

Siguiendo a Rodríguez y Santonja (2001) se pueden establecer una serie de consideraciones en relación a la movilidad articular y los estiramientos teniendo en cuenta la puesta en marcha para la actividad:

- Dependiendo del foco principal de la actividad a realizar y del ámbito de intervención se optará por uno u otro modelo de actuación. Sabemos que la carrera continua aporta efectos positivos de cara al estiramiento debido al aumento de temperatura que genera a nivel corporal. Por tanto, cuando el objetivo principal esté centrado en el desarrollo de la flexibilidad, se iniciará la sesión con una carrera continua suave en creciente intensidad incluyendo en la misma ejercicios de movilidad articular. Se trata de conseguir una progresión continua en actividad que no se vea interrumpida por fases pasivas de ejercicios analíticos de estiramiento.

- En la fase inicial del calentamiento es conveniente abordar ejercicios estáticos de movilidad articular y estiramientos, mientras que en la fase de locomoción del calentamiento previa a la actividad son adecuados los ejercicios de movilidad articular dinámica.

- Se ha de ofrecer especial atención a la preparación de aquellos núcleos articulares que facilitan la movilidad general del aparato locomotor, así como todos aquellos que son más susceptibles de sufrir lesiones. Entre los que se han de tratar siempre destacan: tobillo y pie, rodilla, cadera, tronco, hombros y columna cervical (movimientos de la cabeza).

- La movilidad articular es conveniente que sea efectuada previamente a la realización de cualquier estiramiento muscular. Mediante la misma se consigue un calentamiento endógeno importante que se convierte en un factor de prevención de primer orden para lesiones de naturaleza cápsulo-ligamentosa.

- El protocolo recomendado para la preparación de cualquier actividad física pasa por la siguiente secuenciación:

- Ejercicios de movilidad articular activos estáticos.

- Ejercicios de movilidad articular activos asistidos.
- Ejercicios de movilidad articular pasivos.
- Ejercicios de estiramiento muscular bajo técnicas estáticas.
- Ejercicios de movilidad articular dinámica durante la fase de locomoción de calentamiento.
- Opcional la realización de ejercicios de estiramiento dinámicos previos a la fase principal de actividad.

Williford y cols. (1986) evaluaron los efectos de un calentamiento en la flexibilidad de hombros, isquiosurales, tronco y tobillo, en 51 estudiantes, divididos en tres grupos: 1) corrieron y luego estiraron; 2) realizaron estiramientos solamente; 3) grupo control que no realizó actividad. Los resultados indican que el estiramiento estático incrementa la flexibilidad. Por otro lado, el hecho de calentar los músculos mediante la carrera antes de estirar no aumenta significativamente la movilidad articular de los núcleos evaluados.

Stewart y Sleivert (1998) encontraron que un calentamiento caracterizado por una duración de 15 minutos a una intensidad del 60-70% del  $VO_{2máx}$  es recomendado para aumentar el rango de movimiento articular y aumentar el rendimiento anaeróbico en la parte principal.

Moreno y Rodríguez (1995) tomando en consideración las apreciaciones de Torres (1993) aconsejan:

- Hay que sentir para utilizar mejor. Es aconsejable realizar siempre una tensión activa.
- Es necesario mejorar la coordinación motriz. Hay que enseñar el estiramiento.
- Se debe producir en el músculo una tensión adecuada, sin llegar al máximo.
- Producir calor interno.
- Favorecer la movilidad muscular, tanto la movilidad longitudinal como la transversal.

### **Protocolos de vuelta a la calma.**

La actividad a realizar en la vuelta a la calma depende de lo realizado en la parte principal, si bien principalmente deben realizarse estiramiento estático-pasivos. Éstos deben ser estáticos, ya que impiden una alta respuesta de los husos neuromusculares y la formación de tejido colágeno por parte de los

fibroblastos como respuesta de supercompensación a la tracción (Rodríguez y Moreno, 1997a).

Tras la realización de la actividad física es conveniente establecer un adecuado trabajo de estiramientos musculares que favorezcan la recuperación de los tejidos activos sometidos a movimiento.

Si la actividad principal es de naturaleza continua, se procurará efectuar ejercicios de estiramiento al final de la misma, ya que contribuyen decisivamente a eliminar contracturas y rigideces musculares, tanto más cuanto más intensa haya sido la fase principal. Cuando la actividad principal sea de naturaleza fraccionada es recomendable realizar en las fases de descanso ejercicios de movilidad articular dinámicos y estiramientos musculares, ya que contribuirán a una mejor recuperación del tejido muscular y evitarán posibles contracturas debidas al esfuerzo (Rodríguez y Santonja, 2001).

Cuanto más intenso sea el esfuerzo realizado, mayor importancia hay que dar a la realización de estiramientos, ya que cuando hay una actividad neuromuscular mantenida, 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 transporta estos iones al interior del retículo. Al ser la bomba de calcio un mecanismo activo, dependiente de la existencia de ATP, cuando disminuye el mismo por efectos de una actividad física intensa se pueden producir episodios de contracturas y calambres musculares. Es por ello que los estiramientos serán un factor de prevención de primer orden (Rodríguez y Santonja, 2001).

Es imprescindible la realización de estiramientos una vez concluida la actividad principal, sobre todo si se han alcanzado intensidades altas de ejecución. De esta forma se favorecerá la recuperación y relajación de la musculatura tras el esfuerzo, evitando contracturas por sobreesfuerzo (Rodríguez y Santonja, 2001).

Es preciso que se desarrolle una adecuada concienciación acerca de la realización continuada de ejercicios de estiramiento como preparación y complemento de las actividades físicas realizadas de forma regular o esporádica. En este sentido, la labor de los educadores físicos es fundamental, siendo preciso que destaquen la importancia de los ejercicios de estiramiento dentro del conjunto de actividades realizadas para la obtención de una buena condición física con relación a la salud y, a su vez, doten a los educandos de los recursos prácticos esenciales para el desarrollo de estiramientos (Delgado, 1996).

**Para consultar la información con las referencias bibliográficas completas, ver el documento REFERENCIAS de Digitum.**