

Pedro Luís Rodríguez García,  
 Juan Antonio Moreno Murcia,  
 Facultad de Educación.  
 Universidad de Murcia.

# JUSTIFICACIÓN DE LA CONTINUIDAD EN EL TRABAJO DE ESTIRAMIENTO MUSCULAR PARA LA CONSECUCCIÓN DE MEJORAS EN LOS ÍNDICES DE AMPLITUD ARTICULAR

**Palabras clave:** estiramiento,  
 flexibilidad, amplitud articular.

## Abstract

So as to achieve better indexes of articular mobility, it will be necessary to establish a change of structure which determines the function of the tissues which are directly involved in the process. We know for sure that the parts of the anatomy that greater difficulties offer to the processes of stretching are represented by the thick, tidy tissues that are to be found on the level of the articular capsule, ligaments, tendons and layers of muscular wrapping. Collagen is the main molecule that constitutes these tissues showing an elevated power of restitution when it is submitted to traction forces, by virtue of its structure and molecular and intermolecular organization.

To make improvements in the work of stretching, it is fundamental to gradually reduce the response of restoration of the tissues before the traction stimuli. In the same way, we have to manage to reduce this power of opposition within the optimum margin of the so-called "area of elastic deformation", which, at all times, ensures the condition of elasticity in the body tissues. All this process will be made more efficient through the "fatigue phenomenon" of the collagenous tissues and by virtue of the "Principle of Continuity" in the exertion.

## Resumen

Para conseguir mayores índices de movilidad articular será preciso establecer un cambio de configuración en la estructura que determina la funcionalidad de los tejidos que están directamente implicados en el proceso. Sabemos a ciencia cierta que los elementos de la anatomía que mayores dificultades ofrecen a los procesos de estira-

miento, vienen representados por los tejidos densos y ordenados que se encuentran situados a nivel de 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.



Para lograr efectos de mejora en el trabajo de estiramientos, es fundamental reducir paulatinamente la respuesta de restitución de los tejidos ante los estímulos de tracción. Del mismo modo, hemos de lograr disminuir dicho poder de oposición dentro del margen óptimo de la denominada *zona de deformación elástica*, que asegure en todo momento la condición de elasticidad en los tejidos corporales. Todo este proceso será llevado a efecto mediante el *fenómeno de fatiga* de los tejidos colágenos y en virtud del *Principio de Continuidad* en el esfuerzo.

## Introducción

La capacidad de poder establecer índices de movilidad articular óptimos va a ser uno de los elementos que, junto a otros factores de rendimiento, van a determinar el grado de eficacia en la ejecución de las exigencias que se demandan durante la práctica deportiva (Corbin y Noble, 1980; Hogg, 1978; Shellock y Prentice, 1985).

Igualmente, en el ámbito de la clínica, va a ser muy importante la consecución de valores de movilidad que sean compatibles con la funcionalidad del uso cotidiano de los segmentos corporales (Kisner y Colby, 1985; Shyne y Richard, 1982; Moro, 1973). En este sentido, es fundamental llegar a tener un conocimiento claramente acertado de las características de las diversas estructuras que influyen de manera directa en los procesos de trabajo de movilidad articular. Del mismo modo, es esencial llegar a puntos de conocimiento que nos permitan desarrollar una actuación segura y eficaz para la mejora de los valores de movilidad articular.

Como punto de partida clave para nuestras actuaciones, nos centrare-

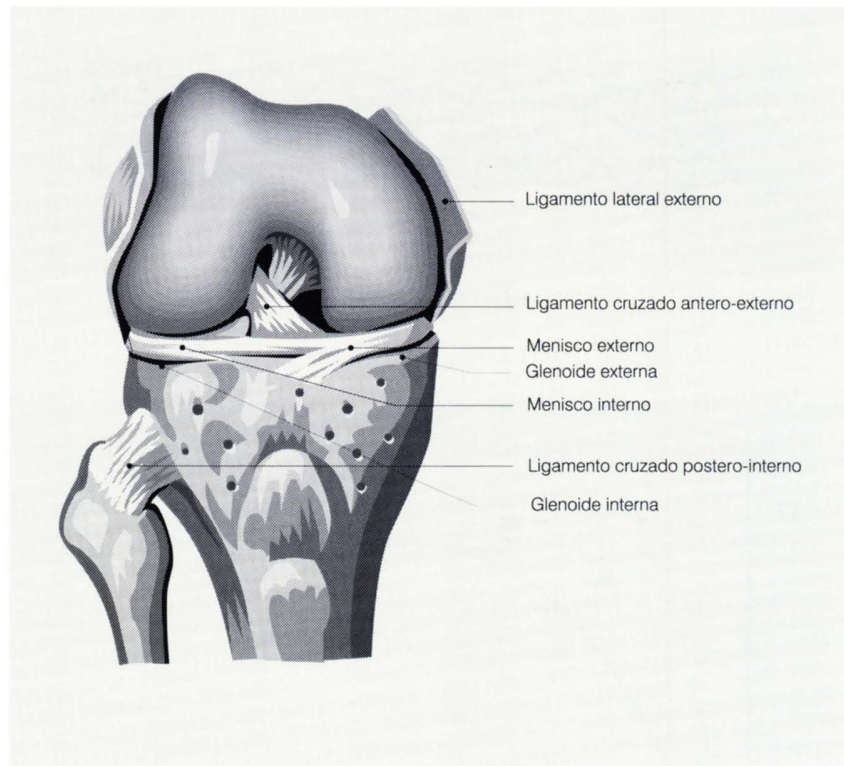


Figura 1. Principales ligamentos de la articulación de la rodilla.

mos en las características de los tejidos conjuntivos y la comprensión de los cambios físicos que se establecen durante el efecto de los estímulos de tracción.

## El colágeno como elemento principal de limitación

Sabemos que uno de los principales factores limitadores con los cuales nos enfrentamos para conseguir incrementar los valores de movilidad articular, viene representado por el grado de oposición que plantean las características de los tejidos conjuntivos existentes a nivel de los núcleos articulares y estructuras implicadas directamente en la acción de estiramiento (figura 1) (Alter, 1990; Ba-

lazz, 1968; Bestch, 1980; Ciullo y Zarins, 1983; Cummings, 1984; Holland, 1968; Laubach y McConville, 1966; Woo y col, 1982)

El *colágeno* (tipo I) se va a constituir en la molécula más abundante que estructura y da forma a los tejidos conectivos periarticulares y musculares de naturaleza fibrosa (Ham, 1977; Wheeler, Burkitt y Daniels, 1984; Fawcett, 1987; Ganz, Lash y Lenck, 1985).

Su característica mecánica fundamental se centra en la gran resistencia que ofrece a ser deformado, circunstancia que viene dada en virtud de la fuerte cohesión que queda establecida por enlaces de hidrógeno moleculares e intermoleculares (Betsch, 1980; Cicardo, 1978; Diament, Keller, Baer y Litt, 1972; Gibbs, Merrill, Smith y Balazs (1968); Maillet, 1985; Bloom y Fawcett, 1973).



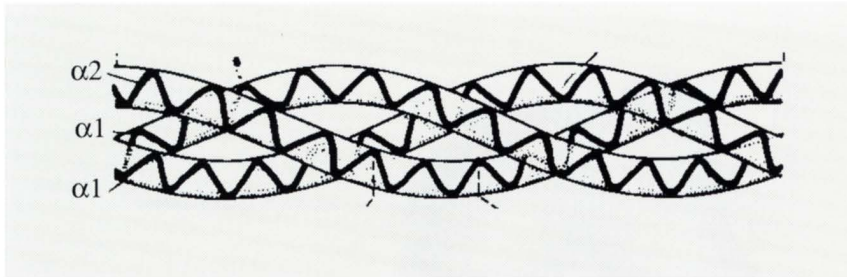


Figura 2. Molécula de colágeno

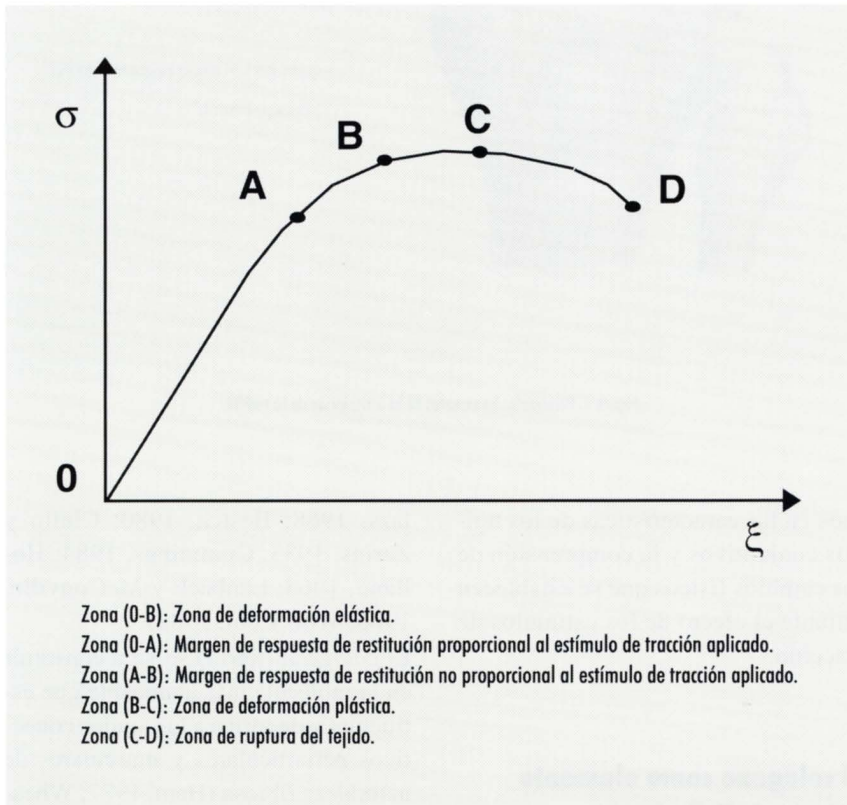


Figura 3. Representación gráfica de la dinámica de la curva de tensión/deformación que experimentan los tejidos conjuntivos al ser sometidos a estímulos de tracción de variada magnitud.

Podemos constatar la existencia de fuertes uniones laterales cimentadas por unidades de glicina y prolina, que aseguran la cohesión de las cadenas  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  de la molécula de colágeno. Pero, a su vez, se puede apreciar una separación intermolecular en serie que oscila entre 400-450 Å (figura 2), (Ham, 1977; Rhodin, 1967; Leeson y Leeson,

1980; Nimni, 1980; Strother, 1981; Alter, 1990).

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; Harris,

1968; Weiss y Creep, 1982; Maillet, 1985)

Para conseguir incrementos de movilidad en los núcleos articulares implicados en el movimiento, nos interesa en gran medida que los tejidos conectivos existentes en articulaciones y tejido muscular, puedan ser deformados ante estímulos de tracción. Y de hecho, los avances de la Física en el estudio de los materiales, nos apunta el hecho circunstancial de que cualquier cuerpo sobre el cual se aplique un "esfuerzo de tracción", experimentará una deformación que estará en relación con la magnitud o módulo de la fuerza aplicada, así como con las características y dimensiones (longitud/superficie) del cuerpo sometido a esfuerzo (Richardson, 1972; Giancoli, 1985; Jou, Llebot y Pérez García, 1989; Cicardo, 1978; Serway, 1987; Laskowski, 1976; González Ibeas, 1975; Mezquita Pla, 1973).

### Respuesta del tejido colágeno a la tracción

El colágeno, al igual que cualquier elemento material, cuando se ve sometido a estímulos de tracción deformantes, responde siguiendo el trazado de una curva tensión/deformación (figura 3), en la cual, se observa que la aplicación de una fuerza de tracción genera una deformación determinada. Pero, cesando dicho estímulo, el cuerpo recupera su longitud de reposo, constituyendo este tramo la llamada "región elástica" o "zona de deformación elástica" (Alexander, 1982; Eisberg y Lerner, 1984; Cicardo, 1978; Benedeck y Villars, 1987; Serway, 1987).

Pero, si sometemos el tejido a una fuerza de mayor calibre, podemos estar en condiciones de pasar el llamado límite elástico y adentrarnos 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.

Si a partir de este punto incrementamos todavía más el esfuerzo deformante, podemos alcanzar el llamado “*punto de ruptura*”, en el cual se destruiría la unión natural del tejido (Klemp y Learmonth, 1984).

Dentro del trabajo de elasticidad muscular, es obvio que rechazamos de plano la situación de ruptura en el tejido sometido a esfuerzo (Kisner y Colby, 1985; Shyne y Richard, 1982).

Sin embargo, es importante que, a partir de aquí, nos planteemos una serie de interrogantes en relación con el ámbito de trabajo en torno a las zonas de deformación plástica y elástica.

### **Rango de intervención de estiramiento respecto a la Curva tensión-deformación**

Cuando desarrollamos un programa de trabajo de movilidad, planteamos con ello la intención de ir venciendo paulatinamente la gran fuerza negativa o de oposición que desarrollan los tejidos conjuntivos densos y ordenados a nuestro esfuerzo deformante. Por tanto, no trabajamos la elasticidad en sentido estricto, sino que iniciamos una dura oposición a las fuerzas elásticas de restitución. Supongamos por un momento que, por medio de nuestro esfuerzo deformante, logramos que los tejidos conjuntivos superen el “límite elástico”, y se adentren en la zona de deformación plástica; en este sentido, al aplicar un esfuerzo de deformación, el tejido no recuperaría su posición inicial, quedando constantemente elongado. Este proceso podría ser beneficioso para situaciones en las cuales se exijan valores extremos de movilidad articular. No obstante, cuando sean precisas

respuestas de actuación de la musculatura sometida a dicha deformación, los resultados y la eficacia de contracción se verán mermados en la proporción y grado en que se haya deformado el tejido.

Las características del tendón, con su abundante riqueza en fibras colágenas, le hace ser una estructura “*ahorradora de energía*” para la contracción muscular, dada su gran capacidad de restitución tras ser sometido a esfuerzos de tracción (Fawcett, 1987; Poirier, 1985; Maillet, 1985; Bloom y Fawcett, 1973; Wheeler, Burkitt y Daniel, 1984).

Por consiguiente, la zona de deformación plástica no es la más recomendable de alcanzar para un trabajo de elasticidad muscular.

Planteamos que el rango de actuación más correcto para el desarrollo de la elasticidad, se centra en la región de deformación elástica, donde los tejidos recobrarán siempre su longitud de partida al cesar el esfuerzo. Pero dentro de esta zona, hemos de señalar que, dependiendo de la magnitud de fuerza actuante, pueden darse dos circunstancias de respuesta variable en los tejidos. Por un lado, ante determinados módulos de fuerza deformante aplicados, se va a producir una respuesta de restitución y deformación, que es proporcional a la tracción a que ha sido sometido el tejido (satisface la Ley de Hooke) (Alexander, 1982; Cicardo, 1978; Eisberg y Lerner, 1984). Pero vemos que, pasada una determinada zona de transición, la deformación dejará de ser proporcional a la fuerza de tracción aplicada; y, por tanto, se obtendrán incrementos de longitud mayores (la curva de esfuerzo/deformación pierde su linealidad).

Dentro de la región elástica, podemos considerar que este margen de actuación sería deseable de conseguir por medio del trabajo de estiramientos. Es decir, es interesante acceder a puntos

de deformación que sean susceptibles de romper la proporcionalidad de la zona elástica, en la cual se cumple la Ley de Hooke.

De este modo, las fibras sometidas a estiramiento no ejercerán un alto grado de poder de restitución, y de esta forma, se conseguirán valores de movilidad más elevados, logrando a su vez que, al cesar el esfuerzo, se recupere la longitud inicial.

Por ello, decimos que las ganancias en los programas de desarrollo de elasticidad se producen cuando hemos conseguido vencer las fuerzas de restitución que se establecen en el tramo inicial de la zona de deformación elástica, y situamos a los tejidos en la zona elástica de desproporcionalidad esfuerzo/deformación.

Este proceso será alcanzado con mayor rapidez si conseguimos que en cada estímulo de tracción, los tejidos queden elongados lo más posible, pudiendo así lograr unas ganancias de elasticidad mayores en un menor espacio de tiempo. Esta circunstancia tiene lugar en virtud del llamado “*fenómeno de fatiga*”, que es un proceso por el cual, al aplicar y dejar de aplicar un estímulo de tracción constantemente, el tejido irá cediendo incluso ante fuerzas menores, presentando un menor poder de restitución. La causa de este proceso no se conoce con certeza, pero hay indicios que apuntan a que tras repetidas deformaciones, se genera una alteración de la estructura molecular interna, disminuyéndose las fuerzas de atracción de las partículas en contacto. Recordemos la existencia de uniones covalentes moleculares y de espacios de separación intermoleculares, que podrían constituir los puntos de separación (Mc Donald y Burns, 1975; Giancoli, 1985; Kane y Sternheim, 1991; Junqueira y Carneiro, 1983; Poirier, 1985).



TRABAJO DE ESTIRAMIENTOS		
Factores que facilitan el estiramiento		
<p><b>Principio de continuidad</b></p> <p>En virtud del cual será factible vencer las fuerzas de restitución en base al fenómeno de fatiga. Es importante ubicar el trabajo de estiramientos en la región elástica consiguiendo alcanzar la línea de desproporcionalidad de tensión-deformación.</p>	<p><b>Lograr elevar la temperatura de los tejidos</b></p> <p>Con el aumento de la temperatura corporal conseguiremos facilitar la capacidad de elongación de los tejidos en virtud de la denominada Teoría Cinética. El efecto de calor provoca un distanciamiento mayor de las partículas que contribuye a disminuir el poder de restitución de los tejidos conectivos densos y ordenados.</p>	<p><b>Factores neurológicos</b></p> <p>El tejido muscular sometido a estiramiento posee múltiples receptores sensoriales que en función de su estimulación generan una respuesta neurológica refleja que puede ser beneficiosa. Es fundamental en este sentido conocer los procesos de respuesta refleja que se generan en el sistema nervioso en conexión con el sistema muscular que favorecen la relajación muscular para la producción de estiramiento.</p>

Figura 4. Tabla resumen de los factores que influyen en el trabajo de estiramientos

Incluso dentro de la región proporcional de esfuerzo/deformación encontraremos una facilitación progresiva, de tal forma que, a un estímulo unitario y constante de tracción, se opondrán paulatinamente unos índices progresivamente reducidos de poder de restitución (en virtud de las reestructuraciones moleculares e intermoleculares por "fatiga").

Esta circunstancia viene a apoyar el "principio de continuidad" en el proceso de estímulos de tracción en el trabajo de elasticidad; de tal forma que 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 (Möller, Ekstrand, Oberg y Gillquist, 1985).

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 (figura 4).

### Principios a tener en cuenta en el estiramiento

Si tenemos en cuenta las consideraciones ofrecidas anteriormente, es fundamental que sean atendidas una serie de recomendaciones en relación al planteamiento de programas de desarrollo de los estiramientos. En este sentido tendremos en cuenta:

#### Mantener un adecuado equilibrio entre tono/estiramiento

Es fundamental que en todo programa de desarrollo de la capacidad de estiramiento no se abandone en ningún momento el trabajo de acondicionamiento muscular, para que exista un adecuado

equilibrio entre la capacidad de elongación y la resistencia muscular a dicho estiramiento.

Dependiendo de la actividad en cuestión, se tenderá a buscar una preponderancia entre la capacidad de estiramiento o la fortaleza muscular. Es importante tener en cuenta que una pérdida sustancial de fuerza muscular unida a unos altos niveles de elongación pueden hacer perder al sujeto la capacidad de efectuar contracciones musculares con cierto nivel de explosividad.

Por el contrario, la ausencia de ciertos niveles de capacidad de estiramiento muscular pondrán al sujeto ante un peligro inminente de sufrir una lesión por desgarro ante una situación de tracción manifiesta (Zarins, 1982).

### Tendencia al estiramiento previo y final

En toda sesión de trabajo es imprescindible que se realicen ejercicios de estiramientos antes de efectuar la actividad principal siguiendo el esquema de acción de calentamiento que denominaremos: "movilidad-estiramiento-locomoción", que comienza con ejercicios de movilidad articular de los diferentes núcleos principales que se implicarán en la actividad; a continuación se efectuarán de forma sucesiva ejercicios de estiramiento activos, activo-asistidos y pasivos de la musculatura implicada en los movimientos a realizar en la parte principal. Una vez finalizada la parte estática del calentamiento se pasará a la fase dinámica a través de ejercicios de locomoción adecuados y a un ritmo de intensidad progresivamente creciente. De este modo, junto a los beneficios fisiológicos propios del calentamiento en relación a factores metabólicos y cardiovasculares uniremos una preparación óptima de la musculatura y tejidos conectivos adyacentes imprescindible para obtener una mayor eficacia de contracciones y una salva-





guarda fundamental de las lesiones musculares.

Del mismo modo, 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.

### **Evaluar constantemente los niveles de estiramiento muscular**

Para cualquier desarrollo de práctica física o disciplina deportivas es fundamental poseer ciertos niveles de capacidad de estiramiento que sirva de prevención de la producción de lesiones como consecuencia de la propia práctica. Del mismo modo, es necesario que sean consideradas las necesidades propias para la consecución de ciertos niveles de capacidad de estiramiento muscular para asegurar un cierto nivel de efectividad en la práctica. Es decir, en muchas circunstancias los estiramientos se convierten en un factor de rendimiento de primera magnitud. De una forma u otra es necesario que sean controlados los niveles requeridos mediante tests de control periódicos que sirvan de moduladores del trabajo de estiramientos a realizar.

### **Efectuar un trabajo regular y continuo**

La base principal del estudio efectuado en este trabajo apunta a la necesidad imperiosa de mantener una continuidad en el trabajo de estiramiento para poder conseguir mejoras en dicho factor; incluso para poder mantener los índices alcanzados en un determinado momento. Aplicando los principios de la Física se puede comprobar claramente 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.

### **Variabilidad de las técnicas empleadas**

Durante el desarrollo de programas de trabajo de estiramiento puede llegar un momento en el cual la elevación de las ganancias deje de ser proporcional al tiempo de trabajo destinado a su mejora. Incluso, pueden darse situaciones de estancamiento en el desarrollo pese al empleo de largos períodos de trabajo. Esta circunstancia se ha de convertir en el estímulo por parte del profesional de Educación Física para la búsqueda de aquellas técnicas de trabajo que provoquen respuestas más positivas en el sujeto. En este sentido es importante recurrir a una modificación de las formas de intervención en el trabajo de estiramiento que genere nuevas respuestas de adaptación de los tejidos sometidos a tracción.

Está comprobado en virtud del principio de supercompensación del esfuerzo que el organismo se adapta a los estímulos de entrenamiento (siempre que sean adecuados) mediante una elevación del nivel de capacidad. Sin embargo, progresivamente, si existe similitud en los estímulos aplicados y únicamente cambia la intensidad como elemento de variación, el organismo se adaptará de igual forma a los estímulos aplicados y supondrán cada vez una menor ruptura de su homeostasis. Es por tanto fundamental abogar por establecer variaciones en la intensidad de los ejercicios unidas a modificaciones de las formas de trabajo empleadas. Dentro del trabajo de estiramientos será imprescindible utilizar diferentes técnicas comprobando en todo momento las mejoras que experimentan los sujetos.

### **Conocer las trayectorias musculares y principios biomecánicos de eficiencia**

Es importante para el diseño de ejercicios analíticos de mejora de los estiramientos conocer en todo momento las trayectorias de los grupos musculares implicados en la actividad a realizar. De esta forma será posible conseguir un trabajo más preciso y selectivo de las porciones musculares que sea necesario de someter a tracción. Es fundamental conocer orígenes e inserciones musculares para determinar la trayectoria de recorrido muscular y poder aplicar los ejercicios de estiramiento siguiendo una trayectoria lineal al grupo muscular.

Por otro lado, será imprescindible conocer las relaciones intermusculares de eficacia en relación a parámetros angulares de las articulaciones, las diferentes funciones y movimientos que producen los diferentes músculos de nuestro cuerpo, así como las trayectorias de paso musculares a través de las articulaciones.

### **Educar en la importancia de los estiramientos**

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 el profesional de Educación Física sepa en todo momento inculcar en los alumnos la importancia de los estiramientos para la práctica físico-deportiva, creando un hábito de realización que sea mantenido en todo momento. Sin embargo, hemos de destacar que, para crear dicho hábito de realización es fundamental que el sujeto tenga conocimiento teó-



rico y práctico de la validez e importancia de los mismos.

### Diferenciar entre estiramientos preparatorio-preventivos y de rendimiento

Es importante que el ejecutante conozca los principios esenciales de la realización de estas dos manifestaciones de realización de los estiramientos. Hay que enfatizar en los conocimientos, formas de ejecución, intensidades aplicables, tipos de ejercicios a emplear en función de la actividad, así como diversas consideraciones para conocer la validez de los estiramientos como parte fundamental del calentamiento y la finalización de la actividad y sus diferencias claras cuando es considerado en sí como un factor de rendimiento.

Sabemos que en la mayoría de disciplinas deportivas son necesarios ciertos niveles de amplitud articular que satisfagan la ejecución técnica a máxima perfección, circunstancia que hace necesario, junto a los estiramientos preparatorios y preventivos, que sea contemplada una aplicación específica en búsqueda de rendimiento. Incluso, en diversas manifestaciones deportivas, el trabajo específico de estiramientos se presenta de manera inexcusable como parte central de actuación, tal es el caso de deportes como la gimnasia rítmica, patinaje artístico, balonmano (portero), atletismo (salto de altura, vallas), artes marciales, etc.

### Trabajar la propiocepción y la especificidad en los estiramientos

Es muy importante que el trabajo específico de estiramientos se establezca siguiendo una tendencia por parte del educador o entrenador generando estructuras de acción que reproduzcan en la medida de lo posible los gestos que precisen de niveles altos de estiramiento muscular. Esta tendencia específica

de intervención permitirá solicitar a la musculatura bajo las condiciones de ejecución estrictamente reales. Del mismo modo, es importante procurar que el ejecutante establezca una atención selectiva hacia las sensaciones que experimenta bajo las condiciones de estiramiento. Esta lectura consciente del sujeto de la información arrojada por los receptores sensoriales ayudará en gran medida al control de los movimientos y a los ajustes corporales adecuados durante los movimientos.

Después de una revisión bibliográfica de este tipo, pensamos que esta justificación puede aclarar la necesidad de trabajar de forma continuada los estiramientos para obtener unos altos índices de amplitud articular, o mantener los niveles existentes.

### Bibliografía

- ALEXANDER, R. M. (1982). *Biomecánica*. Barcelona: Omega.
- ALTER, M. J. (1990). *Los estiramientos. Bases científicas y desarrollo de ejercicios*. Barcelona: Paidotribo.
- BALAZS, E. A. (1968). Viscoelastic properties of hyaluronic and biological lubrication. *University of Michigan Medical Center Journal*, 255-259.
- BENEDEK, G. B. y VILLARS, F. M. (1979). *Physiscs: with illustrative examples from medicine and biology, vol 1*. Massachusetts: Addison-Wesley.
- BETSCH, D. F. (1980). Structure and mechanical properties of rat tail tendon. *Biorheology*, 17, 83-94.
- BLOOM, W. y FAWCETT, D. (1973). *Tratado de histología*. Buenos Aires: Labor.
- CICARDO, V. H. (1978). *Biofísica*. Buenos Aires: López Libreros.
- CIULLO, J. V. y ZARINS, B. (1983). Biomechanics of the musculotendinous unit. En B. Zarins. *Clinics in Sport Medicine*, 3, 101-117. Filadelfia: Saunders.
- CORBIN, C. B. y NOBLE, L. (1980). Flexibility: A major component of physical fitness. *The Journal of Physical Education and recreation*, 51, (6), 23-24.
- CUMMINGS, G. S. (1984). Comparison of muscle to other soft tissue in limiting elbow extension. *The Journal of orthopaedic and Sport Physical Therapy*, 5, (4), 170-174.
- DIAMENT, J.; KELLER, A.; BAER, E. y LITT, M. (1972). Collagen: Ultrastucture and its relation to mechanical properties as a function of aging. *Proceeding of the royal society of London*, 180-293.
- EISBERG, R. M. y LORNER, L. (1984). *Física: fundamentos y aplicación*. Madrid: McGraw-Hill.
- FAWCETT, M. D. (1987). *Histología*. Madrid: Interamericana/Mc Graw-Hill.
- GANZ, M. B.; LASH, J. y LEE, D. (1985). *Review of histology: A self-instructional guide*. Filadelfia: Lippincott Company.
- GIANCOLI, D. C. (1985). *Física: principios y aplicaciones*. Barcelona: Reverté.
- GIBBS, D. A.; MERRILL, E. W.; SMITH, K. A. y BALAZS, E. A. (1968). Rheology of hyaluronic acid. *Biopolymers*, 6, (6), 777-791.
- GONZÁLEZ, J. (1975). *Introducción a la Física y Biofísica*. Madrid: Alhambra.
- HAM, A. W. (1977). *Tratado de histología*. Madrid: Interamericana.
- HARRIS, M. L. (1968). A factor analytic study of flexibility. *Research Quarterly*, 40-62.
- HOGG, J. M. (1978). Flexibility training. *Coaching Review*, 1, (3), 39-44.
- HOLLAND, G. J. (1968). The physiology of flexibility: a review. *Kinesiology. A.A.H.P.E.R.*, 49.
- JOU, D.; LLEBOT, J. E. y PÉREZ, C. (1989). *Física para ciencias de la vida*. Madrid: McGraw-Hill.
- JUNQUEIRA, L. G. y CARNEIRO, J. (1983). *Basic histology*. California: Lange Medical.
- KANE, J. W. y STERNHEIM, M. M. (1991). *Física*. Barcelona: Reverté.
- KISNER, C. y COLBY, L. A. (1985). *Therapeutic exercise: Foundations and techniques*. Filadelfia: Davis.
- KLEMP, P. y LEARMONTH, I. D. (1984). Hypermobility and injuries in a professional ballet company. *British Journal of Sport Medicine*, 18, (3), 143-148.
- LASKOWSKI, W. (1976). *Biofísica: una introducción para biólogos*. Barcelona: Omega.
- LEESON, C. R. y LEESON, T. S. (1980). *Histología*. Madrid: Interamericana.
- LAUBACH, L. C.; MCCONVILLE, J. T. (1966). Muscle streng, flexibility and body size of adults males. *Research Quarterly*, 37, 384-392.
- MAILLET, M. (1985). *Histología e Histofisiología humanas*. Madrid: AC.
- MCDONALD, S. y BURNS, D. (1975). *Física para las ciencias de la vida y de la salud*. México: Fondo Educativo Interamericano.
- MEZQUITA, C. (1973). *Nociones de físico-química aplicadas a la biología*. Barcelona: Omega.
- MÖLLER, M.; EKSTRAND, J.; OBERG, B. y GILLQUIST, J. (1985). Duration of stretching



- effect on range of motion in lower extremities. *The archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 66, (3), 171-173.
- MORO, A. (1973). *Flexibilidad constitucional y postura*. Buenos Aires: Stadium.
- NIMNI, M. E. (1980). The molecular organization of collagen and its role in determining the biophysical properties of the connective tissues. *Biorheology*, 17, (1-2), 51-82.
- POIRIER, J. (1985). *Cuadernos de histología*. Madrid: Marban.
- RICHARDSON, I. W. (1972). *Physics for biology and medicine*. London: Wiley-Interscience.
- RODIN, J. (1967). *Histology: a text and atlas*. New York: Oxford University Press.
- SHELLOCK, F. G. y PRENTICE, W. E. (1985). Warming up and stretching for improved physical performance and prevention of sport-related injuries. *Sport Medicine*, 2, (4), 167-169.
- SERWAY, R. A. (1987). *Física*. México: Nueva Editorial Interamericana.
- SHYNE, K. y RICHARD, M. D. (1982). To stretch or not to stretch?. *The physician and Sport Medecine*, 10, (9), 137-140
- STROTHER, G. K. (1981). *Física aplicada a las ciencias de la salud*. Bogotá: Mc Graw-Hill Latinoamericana.
- WALKER, J. M. (1981). Development, maturation and aging of human joints: A review. *Physioterapy Canada*, 33, (3), 153-160.
- WHEATER, P. R.; BURKITT, H. G. y DANIEL, V. G. (1984). *Histología funcional*. Barcelona: Jims.
- WEISS, L. y CREEP, R. O. (1982). *Histología*. Barcelona: El Ateneo.
- WOO, S.; GÓMEZ, M. A.; WOO, Y. K. y AKESON, W. H. (1982). Mechanical properties of tendons and ligaments. *Biorheology*, 19, (3), 397-408.
- ZARINS, B. (1982). Soft tissue injury and repair-biomechanical aspects. *International Journal of Sports Medicine*, 3, 9-11.