

Consideraciones Generales acerca de la Flexibilidad

Expresado en términos sencillos, *flexibilidad* es la amplitud de movimiento disponible en una articulación o grupo de articulaciones. Habitualmente, la flexibilidad está clasificada en dos componentes. La *flexibilidad estática* se refiere a la capacidad para realizar movimiento dentro de una amplitud que no enfatice la velocidad o el tiempo. La *flexibilidad dinámica* corresponde a la capacidad para realizar movimientos dentro de una amplitud que pone énfasis en la velocidad o en el tiempo. Ambos tipos de flexibilidad son *específicas*, es decir que la cantidad o grado de amplitud de movimiento es específico para cada articulación.

De este modo, la flexibilidad en una cadera no asegura la flexibilidad en la espalda. Para desarrollar la flexibilidad se debería participar en un *programa de entrenamiento de la flexibilidad*. Éste es definido como un programa de ejercicios planificado, deliberado y regular, que puede aumentar de forma permanente y progresiva la amplitud practicable de movimiento de una articulación o conjunto de articulaciones durante un período de tiempo.

Los programas de entrenamiento de la flexibilidad llegarán a traducirse en ventajas, que pueden ser *cualitativas y/o cuantitativas*. Entre las ventajas asociadas están:

- Unión del cuerpo, la mente y el espíritu.
- Relajación del stress y la tensión.
- Relajación muscular.
- Desarrollo espiritual y autoconocimiento.
- Mejora de la condición física, postura y simetría corporal.
- Reducción del dolor lumbar.
- Alivio del dolor muscular.
- Mejora en el desempeño de ciertas aptitudes.
- Reducción del riesgo de lesiones.
- Disfrute y gratificación personal.

Cierta literatura sugiere que la relajación articular y/o el entrenamiento de la flexibilidad son potencialmente perjudiciales para algunas personas. Esta opinión se basa en la idea de que una excesiva flexibilidad puede desestabilizar las articulaciones y aumentar el riesgo de lesiones. Sin embargo, puesto que están implicados tantos factores, no puede establecerse una correlación directa entre el incremento de la flexibilidad y el aumento de riesgo de lesiones. Otros investigadores han sugerido una relación entre la laxitud articular y la predisposición a la osteoartritis. Las evidencias empíricas indican que el estiramiento debería evitarse en una situación de hipermovilidad y que debería iniciarse un programa de entrenamiento de fortalecimiento. Para aquellos que son físicamente aptos, el sentido común sugiere participar tanto en programas de entrenamiento de la flexibilidad como de entrenamiento del fortalecimiento.

Componentes Contráctiles del Músculo: Factores Limitadores de la Flexibilidad

El tejido está constituido por unidades gradualmente más pequeñas. Las unidades más grandes (en orden descendente) son: (a) el *as* muscular, (b) el fascículo *muscular*, y (c) la *fibra* muscular. Cada fibra está compuesta de unidades más pequeñas llamadas *miofibrillas*. La miofibrilla puede

descomponerse en series repetidas llamadas *sarcómeros*, en cuya configuración se aprecian dos zonas: una clara y una oscura. El sarcómero es la unidad funcional de una miofibrilla. Las miofibrillas están compuestas de unidades aún más pequeñas llamadas *miofilamentos*. El análisis de los miofilamentos ha mostrado que están compuestos principalmente de dos tipos de proteínas. Los miofilamentos más gruesos y cortos están formados de *miosina* y están sueltos en ambos extremos. Los miofilamentos más delgados están formados de *actina* y terminan en los contornos del sarcómero. Extendiéndose desde los miofilamentos de miosina, se encuentra una cantidad de proyecciones laterales cortas llamadas puentes-cruzados. En el plano molecular, los últimos bloques estructurales de los músculos son los aminoácidos.

En la actualidad se sustenta la hipótesis de que de los músculos actúan por la *teoría del deslizamiento de los miofilamentos*. De acuerdo con esta teoría, una fibra muscular recibe un impulso nervioso que se difunde por toda la célula mediante el sistema – T. El sistema-T consta de túbulos que corren atravesando el interior del sarcómero. La recepción de un impulso nervioso induce la liberación de iones calcio, que son almacenados en la retícula sarcoplásmica del músculo. En presencia de la adenosina trifosfato (ATF), una fuerte fuente de energía, los iones calcio se unen con los miofilamentos de actina y miosina para formar un *enlace electrostático*. Este enlace puede ser comparado con dos polos opuestos que se atraen mutuamente. Como consecuencia de ello, los puentes se destruyen y los miofilamentos de actina y miosina se deslizan uno sobre el otro. Esto origina que la fibra muscular se contraiga y desarrolle tensión. Más tarde, cuando la fibra muscular deja de recibir impulsos nerviosos, se relaja. El punto clave a recordar y comprender es que *los músculos están totalmente subordinados a los impulsos nerviosos para su activación. Sin impulso nervioso, no puede generarse tensión muscular.*

La limitación teórica de la capacidad de la célula muscular (del sarcómero) para alargarse y mantener por lo menos un puente entre los miofilamentos de actina y miosina excede el 50%. Por consiguiente, **los elementos contráctiles de un músculo son capaces de aumentar más de un 50% desde la longitud en reposo**, con lo cual permite el movimiento de los músculos dentro de una vasta amplitud de movimiento.

Las investigaciones han demostrado que el tejido muscular es muy adaptable. En particular, se ha demostrado que el número de sarcómeros, la longitud de las fibras, y la longitud de los sarcómeros, se ajusta a la longitud funcional de todo el músculo. **Por ejemplo, cuando un músculo adulto es inmovilizado en su posición de estirado, se adapta a la nueva longitud generando más sarcómeros en serie. Los nuevos sarcómeros se agrupan sobre los extremos de los miofilamentos existentes.** Por el contrario, cuando un músculo es inmovilizado en su posición de encogimiento, pierde sarcómeros en serie. La importancia fisiológica de este proceso se hace evidente cuando se considera que una tensión contráctil máxima y la velocidad máxima de encogimiento del músculo se obtienen en la longitud del sarcómero en el cual existe una máxima interacción/superposición de los puentes miosina con los miofilamentos actina. En otras palabras, el músculo es capaz de adaptar su número de sarcómeros para dar la superposición funcional máxima de los puentes miosina y los miofilamentos actina. Este ajuste *no* parece estar directamente bajo control neuronal. En cambio, parece ser una respuesta miogénica a la cantidad de tensión pasiva a la que está sujeto el músculo.

El Tejido Conectivo como un Factor Limitador de la Flexibilidad

El tejido conectivo desempeña un papel significativo en la determinación de la amplitud de movimiento de las personas. **El tejido conectivo fibroso consta predominantemente de colágeno**, mientras que el **tejido conectivo elástico está compuesto principalmente de fibras elásticas**. La amplitud de movimiento es el resultado combinado de la fusión e integración de estos dos tejidos.

Cuando dominen las fibras colágenas, prevalecerá una amplitud de movimiento restringida. Por el contrario, cuando dominen las fibras elásticas, la amplitud de movimiento será mayor. Las propiedades de estos tejidos reflejan su disposición química y física.

Los tejidos colágenos están constituidos por unidades gradualmente más pequeñas. Las unidades de mayor tamaño, en orden decreciente, son (a) los tendones, ligamentos y fascia diversos (ej., el epimisio, el perimisio y el endomisio), (b) los fascículos colágenos, y (c) haces de fibrillas. Cada fibrilla está compuesta de unidades más pequeñas llamadas subfibrillas. Las subfibrillas pueden descomponerse en microfibrillas colágenas (o filamentos). Observadas a máxima ampliación, se ve que las microfibrillas están compuestas de una serie repetida de configuraciones claras y oscuras conocida como la molécula colágeno (en la actualidad, el término tropocolágeno es considerado obsoleto). **La molécula colágeno es la unidad funcional de un filamento, y está compuesta por tres cadenas de aminoácido entrelazadas y enrolladas en un tipo único de estructura rígida helicoidal.**

Existen varias razones que explican el estiramiento del colágeno, según las hipótesis actuales. Primero, la presencia de aminoácidos prolina e hidroxiprolina mantiene la estructura estable y resistente al estiramiento, en forma de cuerda, donde se deposita el colágeno. No obstante, la resistencia a la tensión se debe principalmente a la formación de enlaces cruzados covalentes. Estos son los enlaces cruzados intermoleculares que unen las cadenas dentro de la misma molécula, y los enlaces cruzados intermoleculares que enlazan las fibrillas colágenas, los filamentos y las fibras. Además, manteniéndose constantes los demás factores, cuanto mayor es la proporción de colágeno en las fibras elásticas, mayor será el número de fibras que estén orientadas en la dirección de la tensión, mayor será el área de intersección y mayor será la resistencia al estiramiento de los tejidos. Por el contrario, los tejidos elásticos ceden fácilmente al estiramiento, debido en parte a su combinación única de aminoácidos, y en parte a la presencia de enlaces cruzados covalentes débiles, los cuales se cree que están muy espaciados.

El envejecimiento y la inmovilización de las fibras colágenas y elásticas contribuyen a una pérdida de flexibilidad. **El envejecimiento está asociado a la clasificación, deshidratación, fragmentación, aumento de la cristalinidad e incremento del número de enlaces cruzados intra e intermoleculares.** Se cree que la inmovilización es responsable de la pérdida de GAG y agua, lo cual reduce la distancia crítica entre las fibras del tejido conectivo. En consecuencia, las fibras entran en contacto entre sí y eventualmente se adhieren, alentando con ello la formación de enlaces cruzados anormales. **Las hipótesis actuales sugieren que el ejercicio puede retardar la pérdida de flexibilidad provocada por el envejecimiento y la inmovilización.**

Por último, se ha determinado que la resistencia total al movimiento es de 10% en tendones, 47% en ligamentos, y 41% en fascia. La fascia otorga al músculo la capacidad de cambiar de longitud. Puesto que el tejido conectivo es el componente de mayor influencia en la limitación de la amplitud de movimiento, debe ser estirado por completo, con el músculo relajado, para que la flexibilidad sea desarrollada en forma óptima.

Propiedades Mecánicas y Dinámicas de los Tejidos Blandos

Todos los tejidos experimentan cambios predecibles cuando se les aplica una fuerza. El límite elástico es el valor más pequeño de tensión requerida para producir una deformación o relajación permanente. Hasta que se llegue a ese punto, los tejidos retornarán a su longitud original de reposo. En consecuencia, cuando se produce un esguince en un tobillo, los tejidos han sido tan sobreestirados que no retornarán a su longitud original. Si el estiramiento continúa, los tejidos terminarán por desgarrarse.

Los músculos están formados por tres componentes mecánicos: (a) el componente elástico paralelo (CEP), (b) el componente elástico serie (CES) y (c) el componente contráctil (CC). Los componentes mecánicos son importantes debido a que resisten la tensión. En conjunto, estos tres componentes determinarán finalmente un mayor alcance de la calidad y de la cantidad de la amplitud de movimiento.

Las investigaciones han demostrado que el alargamiento elástico o recuperable está más favorecido por el estiramiento de corta duración por medio de una fuerza elevada a temperaturas normales o más frías, que las de los tejidos normales. El estiramiento plástico o permanente está más favorecido por un alargamiento de larga duración por medio de una fuerza pobre a temperaturas elevadas, si se permite que el tejido se enfríe antes de retirar la carga. Además, el debilitamiento estructural mínimo está asociado con el estiramiento por medio de una fuerza escasa combinado con temperaturas terapéuticas altas, mientras que el debilitamiento estructural máximo está asociado con fuerzas más elevadas y temperaturas más bajas.

La Neurofisiología de la Flexibilidad: Anatomía Neural y Transmisión Neural

La unidad estructural y funcional del sistema nervioso es la neurona. Los haces de fibras neuronales son llamados nervios; estos conducen los impulsos desde y hacia el SNC; los músculos y las glándulas. Según la Ley de Todo-o-Nada, un estímulo es lo bastante fuerte como para provocar una activación o, en caso contrario, no lo es. Las estimulaciones más fuertes (o estiramientos) no se traducen en activaciones más potentes. No obstante, existen dos métodos por los cuales la intensidad de estiramiento puede ser diferenciada. Con estimulación espacial, cuanto mayor sea el estímulo de estiramiento, mayor será el número de fibras puestas en acción. Con estimulación temporal, cuanto más fuerte sea el estímulo de estiramiento, mayor será el número de impulsos descargados por unidad de tiempo.

Cuando se aplica un estiramiento inicial, habitualmente los receptores responden con una alta velocidad de descarga. Sin embargo, si este estímulo es mantenido, la velocidad de descarga se va haciendo progresivamente más débil hasta que alcanza una velocidad de descarga estable. Este fenómeno es llamado adaptación. Las unidades de adaptación rápida se caracterizan por un decrecimiento rápido de la velocidad de descarga con estiramiento sostenido. Inversamente, las unidades de adaptación lenta presentan una velocidad continua de descarga con estimulación sostenida.

El principal receptor de estiramiento en los músculos es el huso muscular. Está compuesto de dos tipos de receptores sensoriales. Las terminaciones principales son sensibles a la longitud más la velocidad del estiramiento. Por el contrario, las terminaciones secundarias son sensibles al cambio en longitud. De este modo, con estiramiento inicial, ambas terminaciones se activan. No obstante, cuando el estiramiento es sostenido, principalmente se activan las terminaciones secundarias. Cuando se activan los husos musculares, inician un reflejo de estiramiento. Esto provoca que el músculo estirado se contraiga y reduzca la tensión de los husos musculares. Como resultado de ello, el huso muscular disminuye lentamente su velocidad de descarga y el músculo se relaja otra vez.

El órgano Golgi de tensión (OGT) es el receptor sensorial que es responsable de detectar la tensión sobre un tendón. Los órganos Golgi del tendón se activan cuando una tensión excesiva (o por medio de una contracción o alargamiento) es aplicada sobre el tendón. Cuando esto ocurre, un impulso inhibitorio es enviado al músculo provocando la relajación del mismo, eliminando así el exceso de tensión. Esto es conocido como el reflejo miotático inverso o inhibición autógena.

DESARROLLO ESQUEMÁTICO DE ALGUNOS NERVIOS

El tejido conectivo contiene una amplia variedad de células especializadas. Diferentes tipos de células desempeñan las funciones de defensa, protección, almacenamiento, transporte, enlace, conexión, soporte y restauración general

Dos tipos de tejido conectivo pueden afectar significativamente la amplitud de movimiento: el tejido conectivo fibroso y el tejido conectivo elástico.

El tejido conectivo fibroso forma aponeurosis, fascias, ligamentos y tendones.

El tejido conectivo fibroso consiste predominantemente en **fibras colágenas**.

Colágeno

El colágeno es la proteína más abundante en el reino animal Constituye una tercera parte o más de las proteínas del cuerpo. Dos propiedades principales: su gran resistencia a la tensión y su relativa inextensibilidad.

Las fibras colágenas son incoloras y blanquecinas, están dispuestas en haces musculares llamados **fascículos**, a su vez, el fascículo está compuesto por haces de **fibrillas** y éstas están compuestas de haces de **subfibrillas colágenas**. Cada subfibrilla está compuesta por **miofibrillas o filamentos de colágeno**, los tamaños de los filamentos varían según la edad u otros factores.

A su vez, las moléculas colágenas están formadas por **espirales o aminoácidos**.

Observadas al microscopio en ampliación máx., la molécula colágeno es vista como tres cadenas polipéptidos que están enrolladas en un tipo único de estructura helicoidal rígida. De las cadenas de aminoácidos en el colágeno humano, dos son idénticas (las ALFA 1) y otra es distinta (la ALFA 2), éstas son mantenidas juntas por intermedio de cadenas de hidrógeno que forman enlaces cruzados.

Enlaces cruzados

Estos agregan resistencia a la tensión, actúan para integrar los bloques estructurales (es decir, las moléculas) en una unidad fuerte, como si fuese una cuerda. Por lo general, cuanto más corta sea la distancia entre un enlace cruzado y el siguiente, y/o mayor sea el número de enlaces cruzados en una distancia determinada, más alta será la elasticidad o la resistencia al estiramiento.

El colágeno está siendo desintegrado y producido en forma continua y simultánea. Si la producción de colágeno excede a la desintegración del mismo, se forman más enlaces cruzados y la estructura es más resistente al estiramiento. Descubrimientos recientes han indicado que el ejercicio o movilización actúa como factor preventivo de enlaces cruzados.

Composición biomecánica del colágeno

Estos son los aminoácidos **glicina, prolina e hidróxiprolina**. La prolina e hidróxiprolina son lo que mantiene estable el colágeno en forma de cordón lo hace resistente al estiramiento. Así, cuanto más alto sea el nivel de estos aminoácidos, más alta será la resistencia de las moléculas. En consecuencia, para que nos ayude a visualizar esta idea, imaginemos a estos aminoácidos como si se tratase de agregar los huevos a un pastel de carne, o establezcamos la comparación química de estaño y cobre para obtener bronce. En ambos casos, el producto final sería el aumento de la rigidez.

Sustancia de base

Un aspecto importante que afecta al comportamiento del colágeno es la presencia de **sustancias de cimentación**. Este elemento viscoso como un gel está compuesto de glicoaminoglicanos (GAGs), proteínas plasmáticas, una variedad de proteínas pequeñas y agua. En el tejido conectivo, los proteoglicanos se combinan con agua para un agregado de proteoglicano. El agua representa un 60 al 70% del contenido total del tejido conectivo. Los GAG, son considerados en parte responsables de este alto nivel de contenido de agua. No podemos dejar de nombrar también al ácido **hialurónico** y el agua que absorbe y atrapa principal lubricante del tejido conectivo

El efecto de Envejecimiento

CUANDO el colágeno envejece, tiene lugar a cambios físicos y biomecánicos. Como: pérdida de extensibilidad mínima que existía al principio, y pone de manifiesto un efecto de rigidez.

Las fibras se vuelven más cristalinas, aumentando la resistencia a la deformación. Mayor incremento de enlaces cruzados. Disminuye la hidratación de los tejidos.

Límite fisiológico del Alargamiento

La fibra colágena es tan inelástica que un peso de 10.000 veces superior al valor del mismo no la estirará (Versar, 1963). Las investigaciones indican que las fibras microscópicas pueden ser estiradas hasta un máximo del 10% de su longitud original antes de llegar a romperse.

Elastina

El **tejido elástico** puede referirse a un tejido conectivo que tiene a las fibras elásticas como su principal componente. El tejido elástico, totalmente desprovisto de colágeno y otros tejidos, el llamado elastina. Se refiere al carácter bioquímico de las fibras elásticas. Macrofotografías electrónicas han demostrado que existe una gran cantidad de tejido elástico en el sarcolema de las fibras musculares (el tejido conectivo que recubre el sarcómero)

El tejido elástico desempeña una variedad de funciones, incluyendo la difusión de la tensión que se origina en puntos aislados, aumentando la coordinación de los movimientos rítmicos de las partes del cuerpo, conservando la energía por el mantenimiento del tono durante la relajación de los elementos musculares, brindando una defensa contra las fuerzas excesivas y ayudando a los órganos a recuperar su función normal una vez que han cesado todas sus fuerzas

LA COMPOSICIÓN DE LAS FIBRAS ELÁSTICAS

Las fibras elásticas son comparadas habitualmente con las fibras colágenas, debido a que ambas están estrechamente vinculadas anatómicamente, morfológicamente, biomecánicamente, y fisiológicamente. Normalmente las fibras elásticas están dominadas por las fibras colágenas. Al contrario de las fibras colágenas estas fibras presentan una falta total de estructura periódica.

FLEXIBILIDAD : ANATOMÍA Y TRANSMISIÓN NEURAL

NEURONA : unidad funcional del sistema nervioso.

COMPUESTA POR: cuerpo de la célula, neuroeje o axón y una o más dendritas

FUNCIÓN DE LA DENDRITA: Recibir y llevar los impulsos hacia el cuerpo de la célula y esto recibe el nombre de proceso AFERENTE.

FUNCIÓN DEL AXÓN: difunden los impulsos desde el cuerpo de la célula. También puede transmitir impulsos en ambas direcciones. Son conocidos como sistema EFERENTE.

Casi todos los nervios contienen fibras aferentes y eferentes.

FIBRAS AFERENTES: conducen los impulsos hacia el sistema nervioso central (SNC)

FIBRAS EFERENTES: conducen los impulsos desde el SNC hacia los músculos y las glándulas.

Y RETROALIMENTACIÓN DEL SNC EN RELACIÓN CON LA INTENSIDAD DE ESTIRAMIENTO.

¿Cómo hacer que los nervios se diferencien entre varias intensidades de estiramiento?

El nervio tiene dos medios por los cuales puede transmitir información sobre las intensidades diferentes.

PRIMERO: una intensidad mayor de estiramiento puede hacer que entren en acción *más fibras nerviosas*. Esto es llamado SUMA ESPACIAL.

POR EJEMPLO: Un estiramiento débil activa receptores de umbrales más bajos. Cuando se aumenta la intensidad. Se activan receptores menos irritables o de umbrales más altos.

SUMA TEMPORAL: cuanto más intenso sea el estímulo de estiramiento, mayor será la *frecuencia* de estímulo de estiramiento.

Y ADAPTACIÓN SENSORIAL

Los receptores de estiramiento pueden ser categorizados como rápidos o lentos. Las unidades de adaptación **RÁPIDAS** se caracterizan por un decrecimiento rápido de la velocidad de descarga con estiramiento sostenido.

Las unidades de adaptación más **LENTAS** presentan una proporción de descarga estable con estimulación sostenida.

Los términos **FÁSICO Y TÓNICO** son usados como adaptación **RÁPIDA Y LENTA** respectivamente.

Y HUSOS MUSCULARES

Estos **HUSOS** musculares están embutidos dentro de una cápsula fusiforme de tejido conectivo, son designados como *fibras intrafusales*, en contraste con las *fibras extrafusales* que son las unidades regulares contráctiles del músculo. Los husos se vinculan con ambos extremos de las *fibras extrafusales*.

Existen dos tipos de terminaciones sensoriales (aferentes) en cada huso. Están las terminaciones *principales*, o anuloespirales y las terminaciones *secundarias*, o ramificadas

Los axones de los aferentes *principales* pertenecen a las numerosas fibras del grupo I, conocidas como Ia. Las terminaciones principales tienen un umbral más bajo para estirarse, y de ese modo son excitadas fácilmente. Su respuesta puede ser fásica o tónica. Estas miden la longitud más la velocidad de estiramiento.

Las terminaciones *secundarias* forman espirales o ramificaciones. Los neuro ejes aferentes secundarios pertenecen al grupo más reducido de las fibras grupo II. A diferencia de las terminaciones principales miden sólo la longitud tónica. De ese modo, miden **principalmente sólo la longitud**.

‡ EL REFLEJO MIOTÁTICO O DE ESTIRAMIENTO

El estiramiento de un músculo alarga las fibras musculares (es decir las fibras extrafusales) y los husos musculares (es decir, las fibras intrafusales). La deformación de los husos se traduce en la activación del reflejo de estiramiento, que contrae el músculo. Este fenómeno puede ser definido en dos componentes *fásico* y *tónico*

De ejemplo clásico de *fásico* es el estímulo en la rodilla de un pequeño golpecito, como consecuencia de este estímulo se aumenta la activación de los husos musculares aferentes primarios, esta señal es enviada a la médula espinal y el cerebro. Completando el arco reflejo, la médula espinal envía un reflejo eferente a los cuádriceps y hace que estos se contraigan, encogiéndose así el músculo liberando de tensión a los husos musculares .

Otro tipo de estiramiento reflejo es el *estático o tónico* es la respuesta para un estiramiento sostenido que proviene en parte de los aferentes secundarios. Un ejemplo puede encontrarse en la reacción postural al estiramiento, ejemplificada por la contracción del gastronemio (para corregir un desplazamiento excesivo del centro de gravedad cuando se está de pie)

‡ INERVACIÓN RECÍPROCA (¿te acuerdas qué era?)

Sólo un dato; sin esta inervación recíproca sería imposible la actividad muscular coordinada.

‡ LOS ÓRGANOS TENDINOSOS DE GOLGI DEL TENDÓN

Son los encargados de *detectar la tensión*. Su emplazamiento está en el tendón cerca de los extremos de las fibras musculares. Son estimulados tanto por el *estiramiento* como por la *contracción muscular*. Es más sensible a la fuerza de tensión generada por la contracción muscular que al estiramiento.

Los OGTs son un *sistema inhibitorio aferente*, mientras que los aferentes de *los husos son excitadores*

El OGTs actúa de la siguiente forma: si se produce una contracción muscular y la tensión es lo bastante fuerte, los activará. Los OGTs . tienen un umbral mucho más alto que los receptores del huso muscular. Además, los grados de tensión regulares o moderados sobre el tendón no estimulan los receptores de OGTs.

En contraste con la contracción, el grado de estimulación por estiramiento pasivo no es grande debido a que más fibras musculares elásticas absorben gran parte del estiramiento. Razón por la cual para producir un impulso inhibitorio se requiere un estiramiento fuerte.

‡ REFLEJO MIOTÁTICO INVERSO LA INHIBICIÓN AUTÓGENA

Si la intensidad del estiramiento sobre el tendón excede un determinado punto crítico, se produce un reflejo inmediato que inhibe a las neuronas motrices anteriores que inervan el músculo. Como consecuencia de ello el músculo se relaja inmediatamente, esta respuesta de relajación a un estiramiento intenso se llama reflejo *miotático inverso o inhibición autógena*.

FACTORES VARIOS

Además de los factores que ya hemos tratado, existe una serie de factores adicionales que pueden incidir sobre el grado de flexibilidad y elongación. Unos pocos ejemplos son la edad, el sexo, y la estructura corporal, que serán analizados en el apartado siguiente.

EDAD Y DESARROLLO DE LA FLEXIBILIDAD

Respecto a la relación entre edad y flexibilidad existen datos contradictorios, especialmente en relación con el aumento y disminución de la flexibilidad durante los años de crecimiento. No obstante, las investigaciones parecen indicar que los niños pequeños son bastante dúctiles, y que durante los años de la escuela primaria la flexibilidad aumenta. Sin embargo, con la adolescencia la flexibilidad tiende a estabilizarse, y después comienza a disminuir.

Según Sermeev (1966), la flexibilidad no se desarrolla de modo idéntico en los distintos períodos de la vida de una persona, y no es igual para los diversos movimientos. Sin embargo, Harris (1969) es de la opinión de que una edad es tan buena como otra para estudiar la estructura de la flexibilidad siempre y cuando el estudio se mantenga dentro de una amplitud limitada de edad. No obstante, Corbin y Noble (1980) sugieren que cuando se evalúe la flexibilidad de los niños y adolescentes, debería tenerse en cuenta el crecimiento (especialmente las diferencias individuales en el crecimiento).

El grado deseado de flexibilidad depende claramente de una multitud de factores interactivos. En el área del atletismo, la flexibilidad debería relacionarse con el nivel de preparación deportiva (Nelson, Jonson, & Smith, 1983; Sermeev, 1966). Como sería de esperar, cuanto más altas sean las exigencias de calificación para muchos deportes y competiciones, mayor será la movilidad del atleta. **Para las personas no profesionales, la calidad y cantidad de las actividades, ya sea profesionalmente o por afición, serían de fundamental importancia.**

PERÍODOS CRÍTICOS DE DESARROLLO DE LA FLEXIBILIDAD

¿Existe un período crítico durante el cual el estiramiento es más efectivo en el desarrollo de la flexibilidad? Un período crítico es el período de tiempo que sigue a la edad en que uno llega a ser capaz de desempeñar una actividad determinada de manera efectiva, tales como tocar el piso con las palmas de las manos mientras las piernas permanecen rectas. También puede ser definido como el período de tiempo en la vida de un individuo en que es más probable que se produzcan cambios a velocidades rápidas u óptimas. Es cierto que la flexibilidad puede ser desarrollada a cualquier edad mediante un entrenamiento adecuado; no obstante, la velocidad de progreso no será la misma en toda edad, ni tampoco el potencial de mejoramiento.

La investigación de Sermeev sobre la movilidad de la articulación de la cadera de 1.440 deportistas y 3.000 niños y adultos no participante en actividades deportivas, demostró que la movilidad en la articulación de la cadera no está desarrollada en forma idéntica en los distintos períodos de edad y que no es igual para los distintos períodos de edad y que no es igual para los distintos movimientos. **Específicamente, observó que el desarrollo más importante tiene lugar entre los 7 y los 11 años. Sin embargo, para los 15 años los índices de movilidad en la cadera alcanzan una cantidad máxima; en los años sucesivos esa cantidad decrece. A los 50 años existe un descenso significativo en la movilidad de articulación de la cadera, descenso que se hace más pronunciado después de los 60 a 70 años.** De modo similar, un examen de los trabajos de Corbin y Noble (1980) revela que la flexibilidad aumenta durante los años de la escuela básica y hasta comienzos de la adolescencia, en que comienza una estabilización o decrecimiento.

Todo esto no quiere decir que un programa de estiramiento no tiene efecto después de pasar el período crítico de una persona, determina todo su potencial. Entonces, la pregunta que debe formularse

es, ¿pueden los efectos de la falta de estiramiento y la consiguiente rigidez durante el período crítico (es decir, los años de crecimiento) ser contrarrestados por el sometimiento a programas de estiramiento después de pasado el período crítico? Esta cuestión es relevante para los que se hallan en la etapa final de su adolescencia o para los que están entrando en la etapa adulta.

Como dijo anteriormente, hasta la fecha la evidencia indica que *la flexibilidad puede ser desarrollada a cualquier edad* mediante un entrenamiento adecuado. Sin embargo, la velocidad de avance no será la misma a cualquier edad, ni tampoco lo será el potencial de movimiento. Existen pruebas de que incluso adultos de mayor edad se benefician con un entrenamiento de la flexibilidad (Bell & Hoshizaki, 1981; Dummer, Vaccaro, & Clarke, 1985; Germain & Blair, 1983). En general, se puede concluir con seguridad que cuanto más se espera para comenzar algún tipo de programa de flexibilidad después de la adolescencia, menor será la posibilidad de una mejora completa.

DIFERENCIAS EN LA FLEXIBILIDAD DEBIDA AL SEXO

La evidencia indica que, como regla general, las mujeres son más flexibles que los hombres. Si bien se carece de pruebas concluyentes sobre este efecto, **parece ser que existen varias diferencias en flexibilidad entre sexos. La mujer está diseñada para una mayor amplitud de movimiento, especialmente en la región pélvica, lo que la hace mejor adaptada para el embarazo y el alumbramiento.** Específicamente, debido a que las mujeres tienen caderas más anchas, tiene un potencial mayor de ADM (amplitud de movimiento). Además, las mujeres tienden a tener una constitución ósea más liviana y pequeña.

La flexibilidad también es afectada por el mismo embarazo (Abramson, Roberts, & Wilson, 1934; Bird, Calguneri, & Wright, 1981; Brewer & Hinson, 1978). **Durante el embarazo, las articulaciones y ligamentos pélvicos están relajados y son capaces de una mayor extensibilidad,** lo que provoca que el mecanismo de cierre de la articulación sacroilíaca sea menos restrictivo, permitiendo una mayor rotación.

Según Beighton Grahame, y Bird (1983), **los cambios en la articulación pélvica durante la última etapa del embarazo pueden deberse a causas locales y sistémicas.** Las primeras incluirían el *peso del útero* sobre el margen pélvico; las segundas son presumiblemente *las hormonas en circulación*. **La hormona más comúnmente considerada como responsable de este cambio es la relaxina.** Después del parto, la producción de relaxina decrece y los ligamentos vuelven a tensarse. Sin embargo, Beighton y otros señalan que **sigue sin determinarse si estos cambios deberían atribuirse a la relaxina, progéstogena y estrógena, o al metabolismo esteroide alterado.**

Corbin (1973) también sugiere que *las chicas* tienen mayor potencial para la flexibilidad después de la pubertad en áreas tales como la flexión del tronco, debido a que *su centro de gravedad está más bajo y a menor longitud de sus piernas*, Corbin y Noble (1980) sugieren que las diferencias de actividad regular entre sexos también pueden explicar las diferencias de flexibilidad entre los sexos.

ESTRUCTURA CORPORAL Y FLEXIBILIDAD

Se han hecho numerosos intentos para relacionar la flexibilidad a los factores diferenciales, tales como las proporciones corporales, la superficie corporal, la piel y el peso. No obstante, los resultados de dichas investigaciones han sido inconsistentes. Lo que es aceptado casi unánimemente, es que la flexibilidad es específica (Dickenson, 1968; Harris, 1969a, 1969b). Es decir, la cantidad o grado de amplitud de movimiento es específica para cada articulación. Por lo tanto, la amplitud de movimiento en el hombro no asegura amplitud de movimiento en la cadera, y la amplitud de movimiento en una cadera o en un hombro puede no estar muy relacionada con la amplitud de movimiento en el otro. **Este**

concepto de especificidad de la flexibilidad está basado sobre el hecho de que una musculatura, una estructura ósea, y un tejido conectivo diferente están implicados en los distintos movimientos de una articulación. **En consecuencia, la flexibilidad no es simplemente específica de las articulaciones del cuerpo, sino también específica de los movimientos articulares individuales. Por lo tanto, no existe evidencia de que la flexibilidad exista como una característica general del cuerpo humano.** De este modo, ninguna prueba o medida de la acción de la articulación puede dar un índice satisfactorio de las características de la flexibilidad de una persona (Harris, 1969a, 1969b).

Seguidamente presentamos un breve resumen de los estudios referentes a la relación entre estructura corporal y flexibilidad. Varios investigadores han descubierto que la estructura corporal, determinada por la longitud de los segmentos, no está correlacionada significativamente con la flexibilidad o posibilidad de **tocarse la punta del pie** (Broer & Gales, 1958; Harvey & Scott, 1967; Mathews, Shaw, & Bohnen, 1957; Mathew, Shaw, & Woods, 1959). **En contraste directo, Wear (1963) descubrió que las personas con biotipos extremos, la relación de la longitud del tronco más la del brazo con la longitud de las piernas era un factor significativo en la realización de la prueba mencionada.** Específicamente, aquellas personas con una medida tronco - más - brazo más larga y piernas relativamente cortas, tienen una ventaja sobre aquellas personas con piernas largas y medidas tronco - más - brazo relativamente cortas (Broer & Gales, 1958). También se ha sostenido que la capacidad de tocar los dedos del pie con la yema de los dedos de la mano puede ser considerada normal en jóvenes y adultos; sin embargo, **entre los 11 y 14 años, muchos adolescentes que no presentan signos de rigidez muscular o articular son incapaces de completar este movimiento.** Así, como se muestra en la Figura 8.2, una flexibilidad evidentemente limitada se presenta gradualmente durante **el período de años en que las piernas se vuelven proporcionalmente más largas en relación con el tronco** (Kendall & Kendall, 1948; Kendall, Kendall, & Boynton, 1970; Kendall, Kendall, & Wadsworth, 1971). No obstante, en una investigación citada anteriormente, Harvey y Scott (1969) descubrieron que no existía diferencia significativa entre las medidas de las mejores marcas en test “venid-and-reach” y longitud excesiva ($T + A - L$) o la relación de la longitud tronco-más-brazo con longitud de la pierna $(T+A)/L$. Cuando la extensión prona y la extensión supina eran correlativas a la longitud del tronco, no se observaba una correlación significativa (Wear, 1963).

Peso, somatotipo corporal, piel y superficie corporal, han sido investigados en términos de su relación con la flexibilidad. Mc.Cue (1963) encontró relaciones muy significativas entre sobrepeso y sub-peso, y flexibilidad. En un estudio similar, Tyrance (1958) encontró pocas relaciones significativas entre flexibilidad y tres condiciones extremas en la estructura corporal: delgadez máxima-subpeso; gordura máxima-sobrepeso; y mayor masa muscular. Se descubrió que las mediciones entre flexibilidad y somatotipo por lo general también eran insignificantes (Laubach & McConville, 1966a, 1966b). En términos de masa corporal pobre como fue calculado por mediciones de la piel, las mediciones de flexibilidad volvieron a resultar insignificantes (Laubach & McConville, 1966b). Por último, se hizo un intento por encontrar una relación entre la superficie corporal y la flexibilidad. Los resultados del estudio realizado por Krahenbuhl y Martín (1977) fueron significativamente negativos, relacionadas o no relacionadas en absoluto, dependiendo de las partes del cuerpo sometidas a prueba.

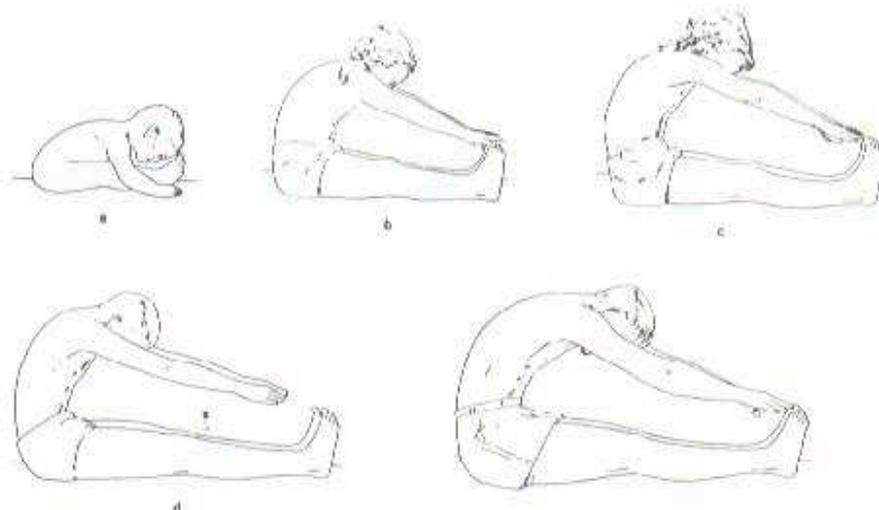


Figura 8.2. Limitaciones de la flexibilidad de acuerdo con la edad.

RELAJACIÓN

Se ha escrito gran cantidad de artículos y libros sobre el tema de la relajación. ¿Qué es la relajación y por qué es tan importante? Antes de referirnos a estas cuestiones, debemos definir el término.

DEFINICIÓN DE RELAJACIÓN

La relajación puede ser definida de varias maneras. En el ámbito del aprendizaje motriz; *es la capacidad para ejercer el control muscular, de modo que los músculos no requeridos específicamente para una tarea estén inactivos y aquellos que son requeridos sean activados al nivel mínimo que se necesita para alcanzar los resultados deseados (Coville, 1979)*. Es una capacidad física por sí misma porque la posibilidad de reducir la activación muscular es tan importante para el control motor, como lo es su aumento. En consecuencia, la relajación puede ser considerada como un factor que incide en un rendimiento óptimo.

En alto rendimiento, el movimiento se caracteriza por una apariencia de facilidad, delicadeza de movimientos, coordinación, gracia, autocontrol, y de una total y absoluta libertad. También puede caracterizarse por la belleza, la armonía, la precisión y el virtuosismo. Así, en el aprendizaje motriz el término se aplica a la ausencia de ansiedad, inhibición, tensión o ademanes accidentales.

La relajación implica un consumo económico de energía y resistencia a la fatiga. Es un gasto mínimo de energía compatible con los fines deseados (Basmajian, 1975). Cuando son activadas más fibras de las necesarias, se produce un gasto ineficaz de energía (Coville, 1979). Para compensar el déficit de oxígeno y energía en tal caso, el sistema cardiovascular resulta mucho más exigido. Este gasto innecesario de energía puede interferir realmente de forma inmediata en la ejecución de la tarea y, de modo más significativo, puede contribuir a que el cansancio se produzca con más rapidez (Coville, 1979).

La relajación puede ayudar a reducir el riesgo de lesión. Si uno está relajado, existe un consumo moderado de energía, y así existe resistencia a la fatiga. Cuando se está menos cansado, se es menos proclive a la lesión. Además, debido a que los movimientos torpes y las tensiones

psicológicas son factores potenciales de accidentes, la relajación de tensión en general debería reducir la frecuencia de los mismos (Rathbone, 1971).

Si bien la relajación muscular es importante por todas estas razones, nuestro interés se centra en la flexibilidad (es decir, amplitud de movimiento) y en el estiramiento.

¿Cómo afecta la relajación a la flexibilidad y por qué un músculo debería estar relajado antes del estiramiento? En término ideal, el estiramiento debería comenzar cuando un músculo está en un estado de relajación completa. Es decir, debería ser desarrollada una cantidad mínima de tensión por los componentes contráctiles. Como resultado de esa tensión interna reducida, la persona puede trabajar más efectiva y eficientemente en el estiramiento del tejido conectivo que verdaderamente limita la extensibilidad. **Recuerde, cada célula muscular es capaz de aumentar, por lo menos, un 50% en longitud mediante el desplazamiento de los miofilamentos actina y miosina, manteniendo como mínimo un puente-cruzado. Normalmente, esta fase (la fase de estiramiento) es desempeñada de modo constante y/o lentamente, eliminando así la probabilidad de activar el reflejo de estiramiento, e, incluso, los componentes contráctiles.**

ESTIRAMIENTO

El estiramiento puede ser utilizado para facilitar la relajación. El fundamento teórico de esta idea se basa principalmente en la fisiología del reflejo espinal. Las dos estrategias empleadas para inducir la relajación son el estiramiento estático y la facilitación neuromuscular propioceptiva.

El Estiramiento Estático. **El estiramiento estático implica el estiramiento del músculo hasta el punto en que el movimiento es limitado e impedido por su propia tensión. En este punto, el estiramiento es sostenido, siendo mantenido por un período de tiempo prolongado, durante el cual se lleva a cabo la relajación y la reducción de la tensión.** Este fenómeno tiene tres explicaciones posibles:

Primero, los receptores del estiramiento o husos musculares, se vuelven insensibles y por consiguiente se adaptan al estiramiento. Por ello, queda neutralizado el reflejo de estiramiento.

Segundo, si la tensión que proviene del estiramiento es lo bastante grande, puede iniciarse el reflejo de inhibición autogénica. A su vez, éste inhibirá al músculo sometido a estiramiento. **En consecuencia, la tensión del músculo decrecerá, facilitando así la relajación.**

La tercera y última explicación se basa en el hecho de que el músculo y el tejido conectivo poseen propiedades mecánicas que dependen del tiempo. Es decir, cuando es aplicada una fuerza constante, se produce un deslizamiento o un cambio progresivo en la longitud, y junto con la relajación de la carga se da una progresiva reducción de la tensión. Acompañando a este cambio, también se produciría una disminución en la descarga de las activaciones de los músculos fusiformes.

Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP). La *facilitación neuromuscular propioceptiva* (FNP) es una estrategia que puede inducir a la relajación de un músculo. Su funcionamiento se basa en la fisiología de los OGTs. utilizando la técnica de relax sostenido, un miembro o músculo es estirado hasta el punto en que más movimiento en la dirección deseada es impedido por la tensión en el músculo antagónico (es decir, el músculo que está siendo estirado). En ese punto, durante cinco a diez segundos es ejercida una contracción máxima isométrica por el músculo que está siendo estirado. Esto hará que los OGTs se activen, iniciando la consiguiente inhibición autogénica

TIPOS Y VARIEDADES DE ESTIRAMIENTO

Los entrenadores deportivos y los profesores de danza, yoga y otras actividades altamente especializadas, han reconocido la necesidad de una flexibilidad más que normal en determinadas articulaciones o grupos de articulaciones. Para ayudar a los participantes bajo su dirección a alcanzar esas flexibilidades han desarrollado ejercicios y entrenamientos especiales, que **pueden ser clasificados en dos categorías generales: balísticos y estáticos.**

CLASIFICACIONES TRADICIONALES

El estiramiento balístico está asociado normalmente a movimientos de balanceo, saltos, rebote y rítmicos. A menudo los términos estiramiento isotónico, dinámico, cinético o rápido son utilizados para referirse a esta clase de movimiento. En contraste, el estiramiento estático implica el empleo de una posición que es mantenida, y que puede o no ser repetida. Con frecuencia, el estiramiento estático está asociado a un estiramiento isométrico, controlado o lento.

Independientemente del método que se emplee, la posibilidad de sobreestiramiento depende de una serie de factores, que incluyen (a) la cantidad, o intensidad de estiramiento; (b) la duración del estiramiento; (c) el número, o frecuencia de movimientos realizados en un período dado; y (d) la velocidad, o naturaleza del estiramiento.

Uno de los tópicos más controvertidos en la medicina deportiva es el valor relativo de los programas de estiramiento estático o estiramiento balístico para desarrollar la flexibilidad. La controversia se complica debido a la falta de investigación sobre la flexibilidad balística. El estiramiento balístico es difícil de estimar 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 (Stamford, 1984). Lo que puede afirmarse es que existe una cantidad considerable de investigaciones que indican que tanto los métodos balísticos como los estáticos son efectivos para desarrollar la flexibilidad (Corbin & Noble, 1980; Logan & Egstrom, 1961; Sady, Wortman, & Blanke, 1982; Stamford, 1984).

ARGUMENTOS EN FAVOR DEL ESTIRAMIENTO BALÍSTICO

Una de las ventajas prácticas del estiramiento balístico es su utilización durante el estiramiento y **calentamiento de un equipo, por lo que puede ser practicado fácilmente al unísono siguiendo un ritmo o cadencia, fomentando así la camaradería y la solidaridad. El estiramiento balístico también ayuda a desarrollar la flexibilidad dinámica.** Puesto que la mayoría de las actividades y movimientos son balísticos por naturaleza, **el estiramiento rápido sería apropiado en términos de especificidad de entrenamiento y calentamiento.** Por último, el estiramiento balístico puede ser **menos aburrido que el estiramiento estático;** y, como se indicaba anteriormente, **la investigación ha demostrado que es efectivo para el desarrollo de la flexibilidad.**

ARGUMENTOS EN CONTRA DEL ESTIRAMIENTO BALÍSTICO

Existen cuatro **argumentos importantes en contra del estiramiento balístico.** Estos argumentos se refieren a las siguientes cuestiones: (a) **adaptación del tejido;** (b) dolor provocado por una lesión; (c) iniciación del reflejo de estiramiento; y (d) adaptación neurológica.

Cuando un músculo y su tejido conectivo de sostén son estirados con rapidez, no se da el tiempo adecuado para la adaptación. Si se recuerda, todos los tejidos vivos se caracterizan por la presencia de propiedades mecánicas dependientes del tiempo, incluyendo la tensión-relajación y el deslizamiento. Si

los tejidos son estirados con demasiada rapidez, la flexibilidad permanente no puede desarrollarse de modo óptimo. Recuérdese que la investigación ha demostrado que el alargamiento permanente está más favorecido por un estiramiento a una fuerza menor, de mayor duración y a temperaturas elevadas (Laban, 1962; Light, Nuzik, Personius, & Bastrom, 1984; Warren, Lehmann, & Koblanski, 1971, 1976).

Una deducción lógica del primer argumento (concerniente a la adaptación del tejido) es la hipótesis de que el estiramiento balístico puede traducirse en dolor o lesión. Obviamente, si un tejido es estirado con demasiada rapidez, puede sufrir una distensión o ruptura. En todo caso, el resultado es dolor y/o deterioro de la ADM (amplitud de movimiento). Como ejemplo, imaginemos que una cinta elástica de 6 pulgadas es estirada rápidamente hasta una longitud de 10 a 12 pulgadas. Bajo estas condiciones, y a semejante longitud, la cinta probablemente se romperá. Sin embargo, si la cinta es estirada lentamente dentro de la misma amplitud de movimiento, es menos probable que se rompa. La razón mecánica de esto es que la cinta elástica “no fue obligada a absorber la misma cantidad de energía / fuerza POR UNIDAD DE TIEMPO”. Todos los tejidos, si son estirados de forma continua, independientemente de la velocidad, llegarán finalmente a un punto de ruptura.

Otra razón por la cual el estiramiento balístico debería evitarse, es que genera cantidades bastante grandes e incontrolables de momentos angulares. Esto es una consecuencia directa de un momento alto de inercia unido a una velocidad angular alta. Tales movimientos son vistosos generalmente cuando se balancean los brazos horizontalmente en una posición extendida. Consecuentemente, cuando el movimiento alcanza su límite y cesa repentinamente, con frecuencia el momento angular puede exceder la capacidad de absorción de los tejidos que están siendo estirados.

Un tercer argumento en contra del estiramiento balístico se refiere al reflejo de estiramiento. Si se aplica con frecuencia un estiramiento a un músculo, se desata una acción refleja que provoca la contracción del mismo. Como consecuencia de ello, aumentará la tensión muscular, haciendo más difícil el estiramiento de los tejidos conectivos. Por consiguiente, esto anula el propósito del procedimiento. Para que el estiramiento sea más efectivo, los elementos contráctiles del músculo deben estar totalmente relajados.

Por último, puede afirmarse que el estiramiento balístico no permite el tiempo adecuado para que se lleve a cabo la adaptación neurológica. Por ejemplo, Walker (1961) descubrió que la cantidad determinada de estiramiento es más que duplicada por un estiramiento rápido en comparación con un estiramiento lento. Igualmente, Granit (1962) informó que un estirón sobre un músculo con una fuerza determinada producía una frecuencia de impulso eferente de más de 100 impulsos por segundo a lo largo de un segundo. No obstante, con un aumento más lento del estiramiento, hasta que se aplicaba la misma fuerza, se produjo una descarga máxima de casi 40 impulsos / segundo a lo largo de seis segundos.

ARGUMENTOS A FAVOR DEL ESTIRAMIENTO ESTÁTICO

Parece existir acuerdo general acerca de que el estiramiento estático o lento es preferible al estiramiento balístico. El estiramiento estático ha sido utilizado durante siglos por los que practican el Ata Yoga. Además, algunos sostienen que el estiramiento estático se requiere para el desarrollo óptimo de la flexibilidad estática (es decir, especificidad de entrenamiento). Según de Vries, (1966, 1980), el estiramiento estático es preferible porque: (a) requiere menos gasto de energía que el método balístico; (b) probablemente producirá menos dolor muscular; y (c) puede brindar más alivio cualitativo debido a la distensión muscular.

ARGUMENTOS EN CONTRA DEL ESTIRAMIENTO ESTÁTICO

Los argumentos en contra del estiramiento estático por lo general son bastante débiles. Algunos alegan que el estiramiento estático es aburrido. Sin embargo, el aumento más persuasivo en contra del estiramiento estático es que puede ser practicado exclusivamente y a expensas del ejercicio balístico (Schultz, 1979). No hace falta decir que la solución a este problema es una combinación óptima de ambos métodos de estiramiento (Corbin & Noble, 1980; Dick, 1980; Schultz, 1979; Stamford, 1984).

CLASIFICACIONES ADICIONALES

Además de estas dos clases de estiramiento, existe un tercer modo para categorizar el estiramiento basado en el concepto de quien o que desarrolla y es responsable de la amplitud de movimiento. La amplitud de movimiento de un estiramiento puede ser dividida en cuatro categorías, de la siguiente manera: pasiva, pasiva-activa, activa-asistida y activa.

ESTIRAMIENTO PASIVO

En el estiramiento pasivo, como su nombre indica, el individuo no hace ninguna contribución o contracción activa. Antes bien, el movimiento es realizado por un agente externo responsable del estiramiento. Este agente puede ser, un compañero, un equipo especial como la tracción. Con esta técnica, el movimiento forzado restituye la ADM normal cuando es limitada por la pérdida de extensibilidad del tejido blando. Su efecto sobre el músculo es el alargamiento en forma pasiva de la parte elástica. Entonces, la mayor longitud permitirá una mayor amplitud de movimiento de las articulaciones implicadas. El estiramiento pasivo es indicado, ya sea porque el músculo agonista, o motor principal, es demasiado débil para responder, o porque han fracasado los intentos de inhibir al músculo antagonista.

Según Dowsing (1978) y Olcott (1980), estiramiento pasivo con ayuda, proporciona varias ventajas adicionales:

1. Los compañeros de equipo se interesan por los demás, asegurando así que se completen las repeticiones. Además, el individuo pone más perseverancia para completar las repeticiones, debido a que el compañero está observando.
2. El entrenador tiene libertad para ir de un lado a otro y ayudar con correcciones. Una vez que se ha hecho una corrección, el participante puede ayudar a los futuros compañeros a evitar los mismos errores.
3. Existe una mayor sensación de progreso cuando los compañeros pueden reconocer mejora en otros y se lo hacen saber.
4. Los ejercicios en pareja tienden a fomentar el interés mutuo entre los compañeros de equipo.
5. Los ejercicios realizados de a dos se disfrutan más.

Sin embargo, cuando se implementan ejercicios de flexibilidad en pareja, ambos componentes de la misma, necesitan estar totalmente familiarizados con cada ejercicio. Puesto que cada integrante de la pareja está trabajando el cuerpo del otro, debe escuchar la señal de éste cuando le indique detener o continuar el estiramiento. Obviamente, un simple error realizado por uno de los integrantes de la pareja puede anular las ventajas de un programa de entrenamiento de la flexibilidad.

No obstante, el estiramiento pasivo puede no ser una técnica óptima para el tratamiento de la rigidez (Cherry, 1980) o para intentar recuperar la amplitud de movimiento muscular, especialmente después de una lesión (Jacobs, 1976). Según Jacobs, parecen existir por lo menos cuatro razones por las cuales el estiramiento pasivo es contraindicado:

1. El estiramiento extremo provocaría la activación de los OGTs.
2. El estiramiento pasivo puede resultar doloroso.
3. No habría ninguna conservación de la flexibilidad, puesto que el desequilibrio muscular no sería erradicado mediante el masaje inhibitorio de corta duración del órgano del tendón. Por consiguiente, no habría ningún aprendizaje motriz y ninguna mejora en la capacidad para el movimiento activo del músculo tenso o de su oponente.
4. Si el estiramiento pasivo se realiza con demasiada rapidez, se activaría el huso muscular complejo, y el resultante reflejo de estiramiento iniciaría la contracción del músculo, anulando de ese modo el objetivo del procedimiento.

ESTIRAMIENTO PASIVO-ACTIVO

El estiramiento pasivo-activo es solo, ligeramente diferente al estiramiento pasivo. Inicialmente, el estiramiento es realizado por alguna fuerza externa. Después el individuo intenta mantener la posición mediante la contracción isométrica de los músculos durante varios segundos. Este enfoque fortalece al músculo agonista contraído, débil, que se opone al músculo tenso.

ESTIRAMIENTO ACTIVO-ASISTIDO

El estiramiento activo-asistido es realizado por la contracción inicial activa de los grupos de músculos opuestos. Cuando se alcanza el límite de capacidad, entonces la amplitud de movimiento es completada por el compañero. La ventaja de este método es que puede activar o fortalecer al músculo agonista contraído, débil, que se opone al músculo tirante y ayuda a determinar el patrón para el movimiento coordinado.

ESTIRAMIENTO ACTIVO

El estiramiento activo es efectuado por medio de la contracción muscular del individuo, sin ayuda.

Las investigaciones realizadas por Iashvili (1983) han verificado que: (a) los valores de la flexibilidad activa son menores que los de la pasiva, y (b) la flexibilidad activa tiene una correlación más alta con el nivel de logros deportivos ($r=0.81$) que con la movilidad pasiva ($r=0.69$). Además, Iashvili también descubrió que cuando se utilizan principalmente ejercicios de estiramiento, el coeficiente de correlación entre los movimientos activos y pasivos varía dentro de los límites 0.61 a 0.73. Si embargo, cuando se emplea el fortalecimiento y ejercicios combinados, el coeficiente de correlación aumenta a 0.91. Además, puede concluirse que la relación entre flexibilidad pasiva y activa depende de los métodos de entrenamiento (Ardí, 1985; Iashvili, 1983; Tumayan & Dzhanyan, 1984).

La amplitud total de movimiento es la combinación de amplitudes de movimiento activa y pasiva. Si los ejercicios de estiramiento pasivo son utilizados para desarrollar la flexibilidad, entonces será desarrollada fundamentalmente la flexibilidad pasiva. Consiguientemente, existe una reducción de la falta de adecuación de la zona pasiva. No obstante, a mayor diferencia entre la amplitud de movimiento activo y pasivo en una articulación, mayor es la probabilidad de una lesión (Iashvili, 1983). Para evitar

tales riesgos, se recomiendan ejercicios de fortalecimiento en la zona de falta de adecuación activa. Por consiguiente, esto reducirá la falta de adecuación pasiva y aumentará la zona de movilidad activa.

En un estudio reciente, Tumanyan y Dzhanyan (1984) compararon cuatro métodos de entrenamiento. Su estudio aportó los siguientes resultados:

1. El grupo de control no presentó ningún cambio en la flexibilidad activa o pasiva.
2. El segundo grupo, que utilizó solamente ejercicios de estiramiento, aumentó aproximadamente la misma cantidad en flexibilidad activa y pasiva. Sin embargo, la diferencia entre los grupos permaneció inalterable.
3. El tercer grupo, que utilizó solamente ejercicios de fortalecimiento, aumentó sólo en flexibilidad activa.
4. El cuarto grupo, que utilizó ejercicios de fortalecimiento y de estiramiento, tuvo el avance más grande en flexibilidad activa. En consecuencia, la diferencia entre flexibilidad pasiva y activa disminuyó.

Si el estiramiento activo aumenta la amplitud de movimiento activo, ¿la duración de la contracción isométrica afecta también a la flexibilidad? Un estudio efectuado por Ardí (1985) halló que esto ocurría. Los progresos mayores en flexibilidad activa estaban asociados a períodos más prolongados de contracción isométrica en el grupo activo. El estiramiento activo puede ser balístico o estático. Según Matveyev (1981), los ejercicios balísticos deberían realizarse en series, con un incremento gradual DEL RITMO DE LOS MOVIMIENTOS HASTA ALCANZAR EL MÁXIMO. El número de repeticiones de una serie normalmente oscila de 8 a 12. Las repeticiones deberían interrumpirse cuando la amplitud de los movimientos disminuye debido al cansancio. Los atletas bien entrenados pueden realizar 40 o más repeticiones con amplitud máxima. El estiramiento estático se caracteriza por un aumento gradual en el tiempo durante el cual se mantiene la posición, de unos pocos a docenas de segundos.

Si bien tanto los ejercicios activos como los pasivos contribuyen al mejoramiento de la flexibilidad, sus efectos sobre la flexibilidad activa y pasiva son diferentes. ¿Cuándo deberían preferirse un tipo de ejercicios en lugar del otro? Para responder a esta pregunta debemos comenzar desde un punto que ya ha sido considerado. Obviamente, el estiramiento pasivo debería ser el preferente cuando la elasticidad de los músculos para ser estirados limita la flexibilidad; pero el estiramiento activo debería ser el preferente cuando el bajo nivel de resistencia de los músculos que producen el movimiento limitan la flexibilidad. Además, debería conocerse la elasticidad del primero y la resistencia del segundo en las articulaciones en cuestión (Pechtl, 1982).

FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR PROPIOCEPTIVA (FNP)

La facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) puede ser definida como un método que favorece o acelera el mecanismo neuromuscular mediante la estimulación de los propioceptores (Knott & Voss, 1968). La FNP fue formulada y desarrollada originalmente como un procedimiento de terapia física para la rehabilitación de los pacientes. En la actualidad, algunas técnicas de FNP son utilizadas como métodos nuevos y más avanzados para desarrollar la flexibilidad.

EL FUNDAMENTO NEUROLÓGICO DE LA FNP

La FNP está basada en varios mecanismos neurofisiológicos importantes, que incluyen la facilitación y la inhibición, la resistencia, la irradiación, la inducción sucesiva y los reflejos. Las acciones de facilitación o facilitadoras son aquellas que incrementan la excitabilidad neuronal. Ejemplos de FNP facilitadora son todos los estímulos que disminuyen el umbral de las motoneuronas o provocan el reclutamiento de motoneuronas adicionales. Por el contrario, las acciones inhibitorias de la FNP son aquellas que disminuye la excitabilidad. Esto es, que inician todo estímulo que eleva el umbral de las motoneuronas o se traduce en un descenso del número de motoneuronas que descargan activamente (Haris, 1978; Knott & Voss, 1968; Prentice, 1983). Si bien de este modo la inhibición es lo contrario a la facilitación, son inseparables una de la otra: Una técnica que favorece la facilitación del músculo agonista, o movilizador principal, promueve simultáneamente la relajación o inhibición del antagonista; es decir, de los componentes musculares con modelos de acción exactamente opuestos a los modelos del agonístico. De este modo, existe un efecto de superposición (Knott & Voss, 1968).

La facilitación y la inhibición son producidas predominantemente por la resistencia muscular (es decir, las contracciones activas). La resistencia máxima puede ser definida como la mayor cantidad de resistencia que puede ser aplicada a una contracción isotónica o activa permitiendo que se efectúe la amplitud total de movimiento (Knott & Voss, 1968). La resistencia máxima brinda los medios de protección de los excesos o irradiación desde modelos de movimiento más adecuados a menos adecuados. De este modo, la irradiación puede ser definida como la difusión de excitación en el sistema nervioso central que da lugar a la contracción de los músculos sinergistas en un patrón específico (Holt, ND; Surburg, 1981). Esto se logra generalmente mediante la inducción sucesiva o la contracción de un músculo agonista, seguida inmediatamente por la activación de un músculo antagonista (Holt, ND; Surburg, 1981).

La efectividad de las técnicas de FNP también involucra el reflejo de estiramiento; el estiramiento reflejo comprende dos tipos de receptores: los husos musculares, que son sensibles a un cambio en la longitud así como a la velocidad de cambio en longitud de la fibra muscular, y los órganos Golgi del tendón (OGTs), que detectan los cambios en tensión. Ambos receptores pueden ayudar a provocar la relajación muscular bajo condiciones específicas.

Una contracción isométrica de un músculo sometido a un estiramiento leve es seguida de una relajación proveniente de la inhibición autogénica (Cornelius, 1981; Cornelius & Hinson, 1980; Holt, ND; Prfentice, 1983; Tanigawa, 1972). Según Ruch y Patton (1965). La inhibición autogénica es la inhibición que es mediatizada por las fibras aferentes desde un músculo estirado y actúa sobre las motoneuronas alfa que alimentan a ese músculo, provocando así el relax. En otras palabras, el músculo que está siendo estirado es inhibido y se produce el relax. Se cree que los OGTs están implicados en esta inhibición.

De acuerdo con varios investigadores (Astrand & Rodahl, 1978; Houk & Hennemann, 1967; Moore, 1984), los OGTs son sensibles tanto al estiramiento como a la contracción. Durante una contracción isométrica máxima con los músculos (es decir, los antagonistas) estirados, la tensión combinada producida puede estimular la activación de los OGTs y hacer que se relajen reflexivamente. No obstante, otra explicación de este fenómeno de relajación es que las contracciones isométricas alteran de algún modo la manera en que los husos musculares responden a las condiciones de estiramiento mediante la disminución del flujo aferente de impulsos desde esos propioceptores (Holt, ND). Por consiguiente, esta disminución en la activación del músculo fusiforme tendería a intensificar mayores ADM al ofrecer menos resistencia al estiramiento.

El segundo método para inducir la relajación de los músculos antagonistas es mediante una contracción isométrica de los músculos agonísticos. Esta acción facilita la relajación a través del reflejo

de inhibición recíproca. Así, cuando las motoneuronas del músculo agonista reciben impulsos excitadores desde los nervios aferentes, las motoneuronas que activan a los músculos antagonistas son inhibidas mediante los impulsos aferentes (por ejemplo, si se contraen los cuádriceps, deben relajarse los tendones de la corva).

VENTAJAS Y BENEFICIOS DE LAS TÉCNICAS DE FNP

Los que respaldan las técnicas de FNP sostienen que ofrecen una gama más amplia de ventajas y beneficios. Los beneficios particulares dependerán de la técnica empleada. En lo que respecta a la ADM, los trabajos realizados por numerosos investigadores (Moore & Hutton, 1980; Prentice, 1983; Sady, Wortman, & Blanke, 1982; Tanigawa, 1972) revelaron que las técnicas de FNP producían los avances más grandes. Esta efectividad también fue proclamada por otros (Beaulieu, 1981; Cherry, 1980; Cornelius, 1983; Cornelius & Hinson, 1980; Hartley – O'Brien, 1980; Hatfield, 1982, Holt, Travis, & Okita, 1970; Sullivan, Markos, & Minor, 1982; Surburg, 1983). Entre otros potenciales beneficios están un mayor fortalecimiento, un fortalecimiento equilibrado, y la estabilidad de una articulación (Cherry, 1980; Hatfield, 1982; Holt, ND; Knott & Voss, 1968; Sullivan et al. 1982; Surburg, 1981, 1983); mejoras en la resistencia y en la circulación sanguínea (Cailliet, 1981a; Knott & Voss, 1968; Sullivan et. al.1982; Tanigawa, 1972).

Por último, los proponentes de determinadas técnicas de FNP sostienen que los individuos que las practican experimentan enseguida una mayor facilidad para efectuar movimientos pasivos. Una explicación para esto es que la contracción voluntaria de los agonistas (es decir, de los músculos que no están siendo estirados) desvanece la molestia resultante del estiramiento de los antagonistas (es decir, de los músculos que están siendo estirados) (Moore & Hutton, 1980). No obstante, existe otra explicación posible. Durante la contracción isométrica inicial del músculo en su estado estirado, la tensión total es la suma del componente contráctil (CC) y de los tejidos conectivos. Además, la tensión es máxima. Sin embargo, cuando el músculo ya no se contrae más, debe relajarse. Entonces lo único que contribuye a la tensión es el tejido conectivo. En consecuencia, la tensión real total debe declinar. Obviamente, semejante reducción en la tensión será percibida por los propioceptores respectivos. A su vez, el individuo sentirá una reducción de la tensión. A ello se debe el mayor alivio percibido.

ARGUMENTOS Y CONTROVERSIA EN CONTRA DE LAS TÉCNICAS FNP

Si bien las técnicas de FNP ofrecen mucho beneficio potencial, también tienen desventajas. Por ejemplo, Moore y Hutton (1980) descubrieron que ciertos métodos de FNP son molestos y dolorosos, y que la mayoría de los métodos requieren que el individuo esté bien motivado (Cornelius, 1983; Moore & Hutton, 1980). Además, a veces existen más peligros que en el estiramiento FNP se realiza realmente con más tensión en el músculo. Por otra parte, los procedimientos de FNP necesitan ser controlados más estrechamente si se desea minimizar la posibilidad de lesión del tejido blando. Asimismo, la mayor parte de los ejercicios de FNP están concebidos para estiramiento en pareja, y si se realizan de modo incorrecto pueden provocar lesiones (Beaulieu, 1981; Cornelius, 1983).

Otras desventajas de las técnicas de FNP es la posibilidad del fenómeno Valalva, que eleva la presión sanguínea sistólica y tiene implicaciones obvias para las personas hipertensas (Cornelius, 1983; Knott & Voss, 1968). El fenómeno Valsalva es definido como un esfuerzo espiratorio contra una glotis cerrada, y puede ocurrir durante la ejecución de un ejercicio isométrico o de resistencia pesada. Este proceso comienza con una inspiración profunda seguida por el cierre de la glotis y la contracción de los músculos abdominales. Consiguientemente, existe un aumento en las presiones intratorácicas e intra-abdominal que provoca la disminución del flujo de sangre venosa hacia el corazón. Esto se traduce en una disminución del retorno venoso, que origina una disminución del rendimiento cardíaco seguida de

un descenso momentáneo de la presión sanguínea arterial un aumento del ritmo cardíaco. Entonces, cuando se produce la espiración, tiene lugar un aumento de la presión sanguínea, que puede alcanzar niveles de hasta 200 mmHg o más. Por último, existe un flujo rápido de sangre venosa hacia el corazón y se produce una subsiguiente contracción cardíaca enérgica.

Aquellas personas con antecedentes de enfermedad arterial coronario a presión sanguínea alta deberían evitar la posibilidad de que les suceda este fenómeno. Los que pertenecen al primer grupo pueden correr un riesgo acentuado de derrame cerebral (Jones, 1965). Para los que corresponden al segundo grupo existe el riesgo de isquemia aguda. Otro peligro es la herniación, en caso de que exista una debilidad o defecto en una capa muscular o aponeurótica de la pared abdominal (Jones, 1965). Sin embargo, una revisión reciente (Fardy, 1981) indicaba que el riesgo de que ocurriese el fenómeno Valsalva durante la ejecución de un ejercicio isométrico es menor de lo que se ha creído. Obviamente, en un programa de ejercicios deberían incorporarse medidas preventivas para reducir cualquier riesgo potencial. Estas medidas incluirían la espiración durante la realización de ejercicios de resistencia pesada y la respiración acompasada durante la ejecución de otros ejercicios.

Por último, debería señalarse que experimentos recientes llevados a cabo por Eldred, Hutton y Smith (1976), y Suzuki y Hutton (1976) están desafiando en la actualidad a algunas de las ideas que sustentaban los fundamentos neurofisiológicos de la FNP. Específicamente, estos estudios han hallado que una contracción estática que preceda a un estiramiento muscular facilita la actividad contráctil por medio de una descarga ulterior prolongada del mismo músculo. Por otra parte, en contra de las opiniones tradicionales, se ha demostrado que un músculo es inicialmente más resistente al cambio de longitud después de una contracción estática (Smith, Hutton, & Eldred, 1976). Supuestamente, esto se debe a que los OGTs están deprimidos sólo momentáneamente, siguiendo a ello contracciones sostenidas del músculo sometido a estiramiento.

TÉCNICAS DE FNP

La FNP involucra una variedad de estrategias y técnicas para promover resultados específicos. Pueden incluir contracciones isotónicas (es decir, concéntricas y excéntricas) e isométricas en diferentes combinaciones. Las siguientes descripciones de FNP están basadas en los trabajos de Knott y Voss (1968), Sullivan, Markos y Minor (1982) y Surburg (1981).

Contracciones Repetidas (CR). Esta técnica, que implica contracciones repetidas hasta el cansancio, es manifiesta en la ejecución de un movimiento específico. En la forma menos avanzada de CR, sólo son empleadas contracciones isotónicas. No obstante, las CR pueden ser precedidas por una contracción isotónica de los músculos del patrón antagonista más fuerte para ayudar a la musculatura debilitada. La forma más avanzada de CR es ejecutada inicialmente contra una resistencia, con una acción resultante hacia el punto o fulcro más débil. Luego, el individuo es entrenado para mantener una contracción isométrica hasta el punto en que se siente que el movimiento activo va perdiendo potencia. Cuando la resistencia es aumentada en el pivote debilitado, el individuo recibe instrucciones de volver isotónica. Las CR ayuda a desarrollar fortaleza y resistencia, y favorece la facilitación de transmisión de impulsos a través del circuito del sistema nervioso central (ver Figura 11.3a).

Iniciación Rítmica (IR). La iniciación rítmica involucra la relajación voluntaria, el movimiento pasivo, y las contracciones isotónicas de los componentes principales del patrón agonista. Con esta técnica se ejecutan progresivamente ejercicios pasivos, activos-asistidos, activos y de resistencia. La IR es utilizada para mejorar la capacidad de iniciar el movimiento (ver Figura 11.3b).

Inversión Lenta (IL). La inversión lenta implica una contracción isotónica del antagonista, seguida por una contracción isotónica del agonista. Esta técnica puede ser empleada para mejorar la acción de

los músculos agonísticos, facilitar la inversión normal de los músculos antagonísticos y desarrollar la fortaleza de los músculos antagonísticos. La resistencia siempre es regulada para permitir el movimiento dentro de una amplitud lo más activa posible.

Inversión Lenta-Contención (ILCo). La inversión lenta-contención implica una contracción isotónica del antagonista, seguida por una contracción isométrica del antagonista, seguida por la misma secuencia de contracción del agonista. Puede ser aplicada intensamente, puesto que puede tener un efecto facilitador sobre la musculatura antagonística más débil. La ILCo es empleada para lograr los mismos efectos ventajosos que se obtienen con la técnica IL (ver Figura 11.3d).

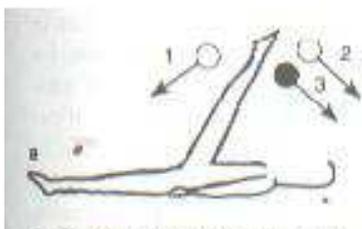
Estabilización Rítmica (ER). La estabilización rítmica emplea una contracción isométrica de un músculo agonista, seguida por una contracción isométrica del músculo antagonista. La fuerza de las contracciones es aumentada gradualmente durante toda la secuencia. La ER se traduce en un incremento de la capacidad de mantenimiento, relajación, y un aumento de la circulación local (ver Figura 11.3e).

Contracción – Relax (CrR). Esta técnica involucra una contracción máxima isotónica del antagonista desde un punto de resistencia contra una pareja, seguida por un período de relajación. A continuación, la pareja acciona pasivamente la parte del cuerpo implicada dentro de la mayor amplitud posible hasta volver a sentir que se ha llegado al punto límite de la ADM. Luego se repite el proceso. La CrR es utilizada para mejorar la ADM. Según algunos, el método de CrR presenta una mayor probabilidad de lesión debido al aumento gradual de la tensión dentro del músculo (ver Figura 11.3f).

Contención – Relax (CoR). La contención – relax es una técnica isométrica que es efectiva cuando la ADM ha disminuido debido a la tensión muscular sobre un lado de una articulación. Esta técnica emplea una contracción isométrica del antagonista seguida por un período de relajación. Luego el miembro o extremidad acciona activamente contra una resistencia mínima en toda la amplitud de movimiento recientemente conseguida hasta llegar al nuevo punto de limitación (ver Figura 11.3g).

Inversión Lenta – Contención-Relax (ILCoR). La inversión lenta –Contención –Relax implica una contracción isotónica de la figura antagonística, seguida por una contracción isométrica del modelo antagonístico, seguido por un período breve de relajación voluntaria, seguido por una contracción isotónica del modelo agonístico. La ILCoR facilita la inversión normal de los músculos antagonísticos y desarrolla la fuerza de los músculos antagonísticos (ver Figura 11.3h).

Inversión Agonística (IA). Esta técnica emplea movimientos isotónicos dentro de una ADM con resistencia a la tolerancia. Al final de una serie concéntrica, se repite una cantidad de veces una secuencia lenta, controlada, rítmica, de contracciones excéntricas, concéntricas y excéntricas del mismo músculo. La IA es utilizada para promover tanto las contracciones concéntricas como excéntricas de un modelo de movimiento (ver Figura 11.3i).



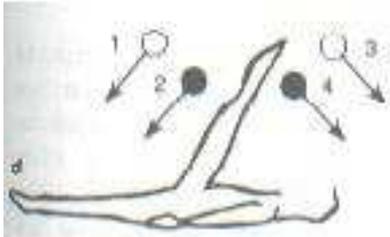
- | | |
|----|--|
| 1- | Contracción isotónica del antagonista. |
| 2- | Contracción isotónica del agonista. |
| 3- | Contracción del agonista. |



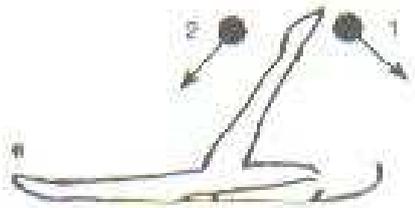
- | | |
|----|--|
| 1- | Estiramiento pasivo del antagonista. |
| 2- | Contracción activa-asistida del agonista. |
| 3- | Contracción activa del agonista. |
| 4- | Contracción activa-resistente del antagonista. |



- 1- Contracción isotónica del antagonista.
- 2- Contracción isotónica del agonista.



- 1- Contracción isotónica del antagonista.
- 2- Contracción isométrica del antagonista.
- 3- Contracción isotónica del agonista.
- 4- Contracción isométrica del agonista.



- 1- Contracción isométrica del agonista
- 2- Contracción isométrica del antagonista.



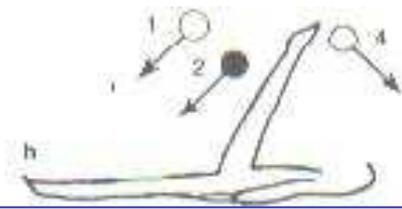
- 1- Contracción isotónica del antagonista.
- 2- Relajación.
- 3- Estiramiento pasivo del antagonista.



- 1- Contracción Isométrica del antagonista.
- 2- Relajación.
- 3- Contracción isotónica del agonista contra una resistencia mínima.



- 1- Contracción isotónica del antagonista.
- 2- Contracción isométrica del antagonista
- 3- Relajación.
- 4- Contracción isotónica del



- 1- Contracción isotónica del antagonista.
- 2- Contracción isométrica del antagonista.
- 3- Relajación.
- 4- Contracción isotónica del agonista.
- 5- Relajación.



- 1- Contracción isotónica del agonista.
- 2- Contracción excéntrica del agonista.
- 3- Relajación.
- 4- Contracción excéntrica del agonista.

FIGURA 11.3 Procedimiento de FNP. (Contracción isotónica = círculo blanco; contracción isométrica = círculo negro; estiramiento pasivo = línea punteada; estiramiento activo o contracción = línea entera; contracción excéntrica = línea con flechas.

(a) Contracción Repetida (CrR). (b) Iniciación Rítmica (IR). (c) Inversión lenta (IL). (d) Inversión Lenta – Contención (ILCo). (e) Estabilización Rítmica (ER). (f) Contracción – Relax (CrR). (g) Contención – Relax (CoR). (h) Inversión Lenta – Contención Relax (ILCoR). (i) Inversión Agonística (IA).