

# Una Mirada Integral a la Flexibilidad

Carolina Ramírez Ramírez

El término flexibilidad se relaciona con la capacidad de una articulación para moverse con fluidez en su amplitud de movimiento, aunque comúnmente suele asociarse con sujetos sanos, ésta se constituye en un objetivo por alcanzar dentro de la rehabilitación de pacientes con lesiones musculoesqueléticas de diverso origen. Para tal efecto es básico tener claros los fundamentos científicos de los factores que la modulan y que son la base de las técnicas que buscan restaurarla; así como de la variabilidad que ésta tiene entre diferentes sujetos, lo cual obliga al fisioterapeuta a no generalizar durante la implementación del tratamiento, teniendo en cuenta la individualidad de cada caso. Con el conocimiento acerca de las desventajas asociadas con la flexibilidad limitada, el fisioterapeuta debe ser consciente de la importancia que posee la implementación de medidas terapéuticas como la facilitación neuromuscular, entre otras, de manera que se promueva la restauración en las limitaciones en la flexibilidad, buscando que el paciente alcance el máximo nivel de funcionalidad y mejore significativamente su calidad de vida. *Salud UIS 2003;35:19-32*

**Palabras Clave:** Flexibilidad, Estrés físico, Adaptación, Funcionalidad

Flexibility is related to the capability of an articulation for moving easily on its movement amplitude, although commonly it is associated with healthy people, this become a goal to reach within patient's rehabilitation with diverse musculoskeletal disorders. For such effect, it is basic to get clear scientific fundaments about factors which modulate it, and that are the base of the techniques that look for its restoration; as well as the variability within different people, wich obligates the physical therapist not to generalized the treatment, having in mind individuality in each case. With the knowledge about disadvantages related to limited flexibility, the physical therapist should be more conscious of the importance that has the implementation of therapeutic modalities, such as neuromuscular facilitation, among others; so it promotes restoration of limitations in flexibility, looking for reaching the highest level of funcionality and improvement of quality of life. *Salud UIS 2003;35:19-32*

**Key Word:** Flexibility, Physical stress, Adaptation, Funcionality

---

## INTRODUCCIÓN

Uno de los campos amplios de acción que posee el fisioterapeuta es la rehabilitación de alteraciones del sistema musculoesquelético, las cuales traen consigo deficiencias comunes como lo son el dolor, la limitación en el rango de movimiento (RDM) articular, la disminución de la fuerza, entre otras. Para el manejo de las mismas se requiere de la implementación de modalidades terapéuticas que involucran agentes físicos (crioterapia, calor húmedo, masaje terapéutico, electroterapia) y sobre todo, el eje principal del quehacer fisioterapéutico, el ejercicio terapéutico, por medio del cual se pueden lograr objetivos relacionados con el mejoramiento de la fuerza muscular, la coordinación, la funcionalidad o de la flexibilidad; ésta última, fundamental dentro de cualquier plan de tratamiento multidimensional, es el foco de atención del presente artículo, ya que es muchas veces subvalorada por el fisioterapeuta, quien

suele ocuparse más de otros aspectos como el dolor o la disminución en la fuerza, olvidando la importancia de un programa bien diseñado de flexibilidad que le brinde al paciente un nivel máximo e integral de condición musculo-esquelética, y que a su vez minimice el riesgo de sufrir lesiones recidivantes y evite la ocurrencia de nuevas. Para lograr un programa adecuado de flexibilidad es necesario fundamentalmente conocer y entender los principios básicos que posee y aplicar correctamente el modelo seleccionado. A través del presente artículo se presentan en forma resumida los fundamentos de la flexibilidad y los métodos para conseguirla, aplicando éste conocimiento esencialmente a lesiones musculoesqueléticas de origen ortopédico.

## DEFINIENDO LA FLEXIBILIDAD

El término flexibilidad proviene de la raíz latina "Flectere" o "flexibilis", que significa "curvarse".<sup>1</sup> En la literatura se encuentran varias definiciones tales como, amplitud de movimiento final del segmento<sup>2</sup>; habilidad de una persona de mover parte o partes de su cuerpo en amplios RDM exitosos a la velocidad requerida;<sup>3</sup> Heyword la definió como la capacidad de una articulación para moverse con fluidez en su amplitud potencial de

---

Fisioterapeuta. Profesora auxiliar de cátedra. Escuela de Fisioterapia. Facultad de Salud. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.

**Correspondencia:** E-mail: fisiocar@hotmai.com

Recibido Marzo 20 de 2003 / Aprobado Abril 11 de 2003

movimiento,<sup>1</sup> Zachewski la consideró como la capacidad del músculo de alargarse, permitiendo a una articulación o más moverse a través de un rango de movimiento.<sup>4</sup> Las definiciones son muchas, pero lo que queda claro es que todas ellas coinciden con un aspecto: movimiento articular.

Un concepto fundamental a tener en cuenta es la capacidad del individuo de llevar a cabo en forma activa el RDM articular y que posea uso funcional, ya que si se analizan algunas definiciones, se podría pensar en la flexibilidad como una característica pasiva, de ser así no tendría ningún sentido lograrla o mejorarla dentro del tratamiento de fisioterapia, aun cuando dentro de las técnicas para mejorarla existen métodos pasivos, nada haríamos con un RDM disponible si el individuo no logra involucrarlo en sus actividades de la vida diaria (AVD).

Con base en lo anterior podríamos definir la flexibilidad como la capacidad de un individuo de mover sus articulaciones dentro de RDM fisiológicos en forma activa y coordinada para la realización de actividades funcionales. Esta capacidad se sujeta a factores como:

- **Estructura articular:** La forma que posean las superficies articulares determinará en gran medida el RDM y esto puede variar entre las diferentes articulaciones del cuerpo y en el mismo tipo de articulación en un mismo sujeto. Por ejemplo, una articulación plana posee menos potencial de movimiento que una elipsoidea.
- **Tejido conectivo periarticular e intramuscular:** Ligamentos, tendones, fascias, cápsula articular, peritendón, endomisio, epimisio y piel. Estas estructuras bajo condiciones normales permiten fluidez del movimiento y son causa del punto final de movimiento en muchas articulaciones. Por ejemplo en la extensión de la rodilla.
- **Control Motor:** Definido como el control de la postura y el movimiento dado por centros de control de orden superior que interactúan entre sí y se localizan en diferentes partes del sistema nervioso central (SNC), así la flexibilidad se asocia no solo a la integridad de las estructuras en movimiento, sino también al control de orden superior desde el SNC, el cual modula la descarga de las motoneuronas (MN) sobre el huso muscular permitiendo la activación de un arco reflejo, mecanismo sobre el cual se cimentan los demás sistemas de control; permitiendo así la ejecución

de movimiento y el control de las posturas. Esto es movilidad controlada, que puede considerarse en forma global o individual.<sup>1,2,3,5</sup>

En caso que alguno de estos factores se vea alterado, la flexibilidad se verá afectada y los medios por los cuales se buscará restaurarla variarán en cada caso. Si ocurriera pérdida de la integridad ósea (estructura articular) se necesitarían procedimientos de tipo quirúrgico llevados a cabo por personal médico como la colocación de prótesis u otros elementos de osteosíntesis y posteriormente el fisioterapeuta iniciará su intervención. Si ocurren alteraciones en los factores siguientes, el fisioterapeuta empleará los medios pertinentes para la restauración de la flexibilidad como parte de un plan integral de rehabilitación que busque involucrar al individuo y alcanzar un máximo nivel de independencia.

### FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA VARIABILIDAD DE LA FLEXIBILIDAD

Aunque se suelen hacer comparaciones de la flexibilidad entre individuos, es importante tener en cuenta que ésta es considerada como un rasgo específico, no solo de un individuo, sino de diferentes articulaciones dentro del mismo, incluso para movimientos de una articulación en diferentes planos. Este concepto de especificidad se basa en que diferentes estructuras musculares y conjuntivas se asocian a cada movimiento articular, lo cual hace que existan movimientos con amplios rangos mientras que otros posean limitaciones.

Además, la flexibilidad puede verse afectada por el tipo de actividad que realice el sujeto, por la estructura articular que puede no ser la misma en dos articulaciones homólogas, por la dominancia, entre otras; por ello, aunque es valioso conocer tablas disponibles en la literatura de RDM fisiológicos, se deben tener en cuenta los factores antes mencionados que ayudarán a ver a cada individuo como un ser único, en el cual se reflejan variaciones genéticas, patrones de actividad personales y esfuerzos mecánicos dentro del proceso de crecimiento y desarrollo del ser humano.

Se presentan variaciones en el comportamiento de la flexibilidad, es así como los niños recién nacidos son muy flexibles; ésta característica se va perdiendo con el crecimiento óseo, con una fuerte declinación de la flexibilidad entre los 6 y 12 años debida a tensión aumentada a nivel de la fascia y de los ligamentos. Aunque esto trae consigo mayor estabilidad articular; luego de los 12 años existe aumento gradual hasta la adolescencia,

periodo en el cual el crecimiento óseo es extremadamente rápido comparado con la tasa de alargamiento muscular, lo cual lleva a aumento de la tensión musculotendinosa sobre la articulación. Además en este grupo de edad la longitud proporcional del tronco y las extremidades es diferente comparada con otros grupos de edad, lo cual hace que sujetos sin signos de rigidez articular o muscular sean incapaces de llevar a cabo un test como sentarse y alcanzar (seat and reach) o el test de levantamiento de la pierna recta (straight leg raise). Aunque la flexibilidad tiende a disminuir con la edad y existe evidencia de que con el paso de los años el tejido conectivo reemplaza al tejido muscular atrofiado haciendo que se aumente considerablemente la rigidez, esto se ha asociado en mayor grado a sujetos inactivos, observándose mejoramiento de la flexibilidad en sujetos mayores sometidos a planes de flexibilización.<sup>1,3,6,7</sup>

Otro factor que influye en la variabilidad de la flexibilidad es la diferencia de género. Las diferencias encontradas parecen estar relacionadas con factores anatómicos principalmente, aunque factores fisiológicos también han sido investigados.

Como regla las mujeres suelen ser más flexibles, encontrándose diferencias anatómicas significativas a nivel de la superficie articular de la cadera, en donde se observa una cavidad más alargada y plana, lo cual permite mayor amplitud de movimientos y más juego articular; además los diferentes tipos de pelvis femeninos proveen diferentes amplitudes de movimiento para cada caso.

De acuerdo con Corbin (1980), las mujeres después de la pubertad poseen mayor flexibilidad para realizar actividades de inclinación del tronco, debido a que su centro de gravedad está más bajo. Un hecho especial lo constituye el estado de embarazo, en el cual debido a la influencia de la hormona relaxina y a otros factores como los biomecánicos (cambios en el centro de masa y carga mecánica) y locales (peso del útero sobre el piso pélvico), trae consigo aumento de la flexibilidad en articulaciones pélvicas.

La asociación de los estrógenos con la flexibilidad aumentada en mujeres se ha hecho con base en estudios animales, existiendo una total ausencia de investigación que correlacione el efecto de los estrógenos sobre la fascia humana, cápsula, ligamento y tendones en mujeres no gestantes, por lo cual no podría aún afirmarse una relación real.<sup>1</sup>

Las variaciones en la flexibilidad deben tomarse en cuenta en el momento de ejecutar acciones que busquen

restaurarla en grupos etéreos diferentes, por género u otras características ya que es necesaria la pertinencia e individualidad en el tratamiento de cada caso en particular.

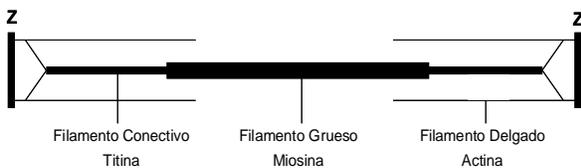
### FACTORES MODULADORES DE LA FLEXIBILIDAD EN EL MÚSCULO SANO SOMETIDO A ESTIRAMIENTO

Desde el punto de vista neurofisiológico cuando un músculo es estirado se suceden 3 mecanismos:

- La neurona sensitiva aferente primaria tipo Ia inicia el reflejo de estiramiento sobre el músculo estirado, lo cual aumenta la actividad de las MN alfa que trae consigo actividad muscular aumentada, esta respuesta es proporcional a la velocidad del estiramiento, así que a mayor velocidad, mayor será la tendencia del músculo de acortarse en forma refleja.
- La neurona aferente sensitiva primaria tipo II es facilitada por el cambio en el tamaño muscular lo cual genera un potencial local inhibitorio sobre el músculo estirado.
- El órgano tendinoso de Golgi (OTG) es estimulado por la presencia de tensión activa en el músculo, su respuesta es inhibir el desarrollo de tensión de los músculos, generando el reflejo de estiramiento inverso. Si la tensión muscular es extrema el órgano tendinoso puede relajar el músculo mediante la activación del axón aferente menos sensible, el cual posee una función adicional de producción de potenciales inhibitorios polisinápticos en las MN alfa, debido a que en los botones terminales se libera el neurotransmisor glicina. Resulta poco probable, que bajo condiciones de tensión leve se estimulen los OTG.<sup>2,8</sup>

Estructuralmente, el tejido conectivo que se encuentra en el músculo y tendón se constituye en el factor primario que limita la extensibilidad del tejido, pero a su vez a nivel muscular, sirve como estabilizador de su estructura y cumple importantes funciones biomecánicas dentro y alrededor de la fibra muscular. Estos son la fascia, epimisio, endomisio, perimisio, y el filamento conectivo titina, este último de más reciente identificación. La fibra muscular propiamente dicha parece no poseer un papel significativo dentro del estiramiento muscular.

Para comprender mejor las limitaciones impuestas por el tejido conectivo, se debe revisar el modelo propuesto



**Figura 1.** Tomado de Alter M<sup>1</sup> Diagrama esquemático ilustrando la disposición de los elementos estructurales básicos del sarcómero.

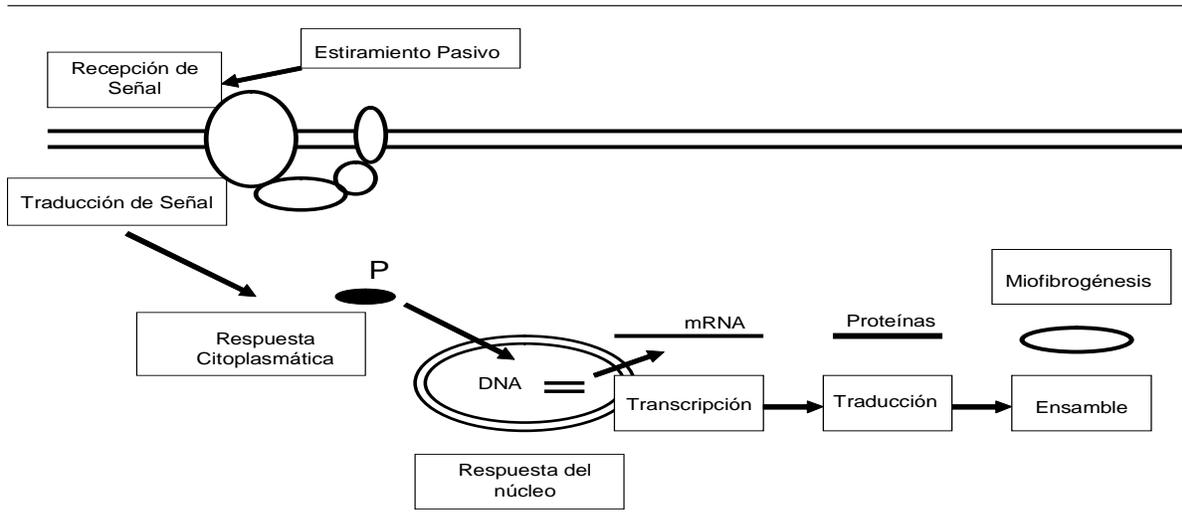
de los 3 componente mecánicos para el músculo esquelético:

El componente activo o contráctil, constituido por las proteínas actina y miosina, responsables del acortamiento de la fibra muscular, y un componente pasivo o elástico, subdividido en componente elástico en serie (CES) y componente elástico en paralelo (CEP).

El CEP esta constituido por el sarcolema y tejido conectivo que rodea al músculo como el episimio, endomisio y perimisio, posee un papel importante cuando el músculo está siendo sometido a estiramiento ofreciendo una fuerza de oposición e impide que los elementos contráctiles sean traccionados por fuerzas externas. El CES, se localiza en un 85% en el tendón y el 15% restante entre los puentes cruzados de actina y miosina conformando el llamado filamento conectivo titina, el CES como su nombre lo indica por estar ubicado

en serie con el elemento contráctil se comporta como un todo alargándose o acortándose cuando el componente activo lo hace. La titina, identificada por Wang en 1985, es un polipéptido rico en el aminoácido prolina, lo cual le confiere su carácter elástico; se ubica desde la línea Z de la sarcómera hasta la línea M y ayuda a mantener la miosina centralizada durante la contracción o el estiramiento. (Ver figura 1) Cuando se inicia el estiramiento muscular, la titina se constituye en el factor principal que contribuye con el aumento de tamaño de la sarcómera. Diversos estudios han encontrado que isoformas de titina de mayor longitud se asocian con dimensiones mayores de la sarcómera a la cual se inicia la tensión y a límites elásticos también mayores. Por la ubicación que posee dentro de la sarcómera, produce tensión de reposo que aumenta cuando se somete a estiramiento la fibra muscular.

En la actualidad se especula acerca de la influencia que pueda tener el estiramiento muscular sobre la longitud de la sarcómera y de ésta forma en el aumento de la flexibilidad.<sup>1,2,6</sup> Se cree que el músculo sometido a estiramiento sufre consecuencias similares al músculo inmovilizado en posición de alargamiento, en el cual de acuerdo al estudio de Tabary y cols,<sup>9</sup> se encontró que luego de un periodo de inmovilización de 4 semanas el músculo en elongación ganaba 20% mas sarcómeras, por esto es importante conocer de que manera se transmite la tensión desde el tejido conjuntivo hasta la fibra



**Figura 2.** Tomado de De Deyne P.<sup>10</sup> Modelo conceptual de cómo el estiramiento puede afectar la fibra muscular. La respuesta biológica del estiramiento pasivo involucra pasos básicos. primero, el estiramiento tiene que ser recibido a nivel de la sarcómera, probablemente a través de un complejo de proteínas de membrana, antes de que sea traducido para generar una cascada de señales a nivel intracelular. Tales eventos pueden llevar a respuestas citoplasmáticas. Lo único ilustrado es la fosforilación (P) de un factor de transcripción, resultando en cambios a nivel del núcleo. Se transcriben así genes (DNA) específicos, y los mensajeros (RNAm) se trasladan a proteínas específicas. Especialmente importante para la fibra muscular es el ensamblaje coordinado de proteínas contráctiles dando origen a sarcómeras funcionales.

muscular, ya que tal evento es fundamental para crear finalmente la eventual formación de nuevas sarcómeras o miofibrogénesis. Para que esto se lleve a cabo el aparato contráctil debe estar unido al aparato no contráctil, y para comprender este evento es necesario estudiar los componentes individuales involucrados en la detección y transmisión de la tensión. Para De Deyne<sup>10</sup> el estiramiento debe transmitirse desde la matriz extracelular, a través de la membrana basal (endomisio), cruzando el sarcolema, hasta las moléculas intracelulares, y finalmente al aparato contráctil y a las miofibrillas; cuando se empieza a aplicar el estiramiento la fuerza pasiva es transmitida al aparato contráctil por interacciones moleculares dadas en el siguiente orden: Colágeno, glicoproteínas, proteínas de membrana tales como integrinas, complejos del citoesqueleto, citoesqueleto no contráctil, finalmente al aparato contráctil; de esta forma se puede ver como el elemento contráctil podría cumplir un importante papel durante el estiramiento pasivo, y no como se creía anteriormente ser un componente no involucrado durante el mismo.<sup>10</sup>

Ultraestructuralmente los análisis bioquímicos del sarcolema han encontrado la presencia de estructuras identificadas como costameras, asociadas al disco Z, por su ubicación se cree que son las responsables en la transmisión de la tensión lateral, además muchos de los componentes moleculares de éstas se encuentran en la unión miotendinosa, por lo que se sugiere un importante papel de las costameras en la traducción de la tensión tanto en sentido longitudinal como lateral, aunque no existe evidencia directa de su papel.<sup>10</sup>

Para que finalmente se logre la miofibrogenesis a partir del estiramiento debe ocurrir transcripción genética inducida por éste, buscando dar explicación a ésta hipótesis, De Deyne<sup>10</sup> desarrolló un modelo conceptual de cómo el estiramiento pasivo puede afectar la fibra muscular. (Ver figura 2)

Probablemente, la transmisión de la tensión ocurre a través de una cadena de interacciones proteína - proteína que llevan a una cadena de señales biológicas y finalmente a la miofibrogenesis;<sup>10</sup> sin embargo no existe evidencia de que el proceso por el cual el estiramiento muscular podría llevar a la formación de nuevas sarcómeras sea modelo aquí presentado.

Por otro lado, se ha intentado dar parte de la respuesta al proceso de la miofibrogénesis a través de la hipótesis de la liberación de factores de crecimiento como el factor de crecimiento insulínico (IGF-1), el factor de crecimiento fibroblástico (FGF) y el factor de crecimiento derivado

de las plaquetas (PDFG), los cuales estimulan ya sea la proliferación miofibroblastica o en cierta medida su maduración.

Goldspink y cols<sup>10</sup> describieron la liberación del IGF- 1 en músculos sometidos a estiramiento en posición de alargamiento, tales hallazgos dan el soporte a la teoría de que eventos similares pueden ocurrir durante el estiramiento muscular aun cuando la ocurrencia de éstos durante protocolos de estiramiento aplicados en el escenario clínico no han podido ser encontrados, además, que tanto el GFI-1 se asocia directamente con la hipertrofia inducida por la inmovilización en posición de estiramiento necesita aun de investigaciones adicionales.

El IGF-1 liberado de acuerdo a los hallazgos de Goldspink y cols, se ha visto como un probable candidato para la regulación de la proliferación de células satélites, lo cual daría como resultado la adición de mas sarcómeras (miofibrogénesis), y se especula que quizá esto se suceda durante la aplicación terapéutica del estiramiento muscular, aunque el papel de las células satélites y la formación de nuevas fibras musculares en respuesta a un evento mecánico no traumático no es completamente conocido y necesita de estudios posteriores.<sup>10</sup>

Así, la aplicación del estiramiento muscular involucra la participación de eventos de naturaleza neurológica, biomecánica y molecular, los cuales poseen aun un gran número de preguntas sin responder, aunque en los últimos años se ha empezado a visualizar la luz al final del túnel, con el paso de los años y el avance de la ciencia, el túnel se torna cada vez mas largo.

### **DESVENTAJAS ASOCIADAS CON LA DISMINUCIÓN EN LA FLEXIBILIDAD**

Cuando la longitud normal del músculo y el tendón es disminuida (retracción) por el trauma, cirugía, inmovilización o malos hábitos posturales, se altera también su comportamiento biomecánico lo cual se manifiesta en disminución de la fuerza producida por el mismo, debido a que se incrementa la tensión producida por el componente pasivo que se ha visto aumentado, con la consecuente alteración de la tensión producida por el componente activo.

Debido a que el músculo es incapaz de contraerse en todo su arco de movimiento se crea debilidad del mismo que trae además imbalances musculares, que pueden en

un momento dado, dependiendo de la magnitud del efecto, llevar a deformidades, adicionalmente un músculo retraído se torna menos capaz de absorber choques y el estrés de diferentes tipos de movimiento.<sup>1,5,7</sup> Con base en el estudio de Tabary y Cols<sup>9</sup> el cual se encontró reducción en un 40% el número de sarcomeras en músculos inmovilizados en posición de acortamiento o retracciones, aunque no existen estudios relacionados entre otras cosas, debido a la dificultad de realizar análisis histológicos en muestras humanas.

El estudio de McHugh y cols<sup>11</sup> encontró además, una asociación positiva entre la retracción y síntomas aumentados de sufrimiento muscular como dolor, hipersensibilidad y disminución de la fuerza, en personas sometidas a ejercicios excéntricos; esto como resultado de sobrecarga sobre el elemento pasivo, que durante la contracción excéntrica soporta cargas mayores y que en el músculo retraído está presente en proporción mayor.

Otra desventaja asociada con la rigidez o retracción muscular es el mayor riesgo de sufrir lesiones durante el estiramiento músculo tendinoso, que aunque se asocia más con el ámbito deportivo, es importante de tener en cuenta en cualquier caso, ya que en una sociedad como la nuestra cada vez más hace parte del estilo de vida de las personas la concurrencia al gimnasio y la actividad física de fin de semana, pero que desafortunadamente no cuenta con la guía necesaria para su realización.

Vale la pena en este momento hacer mención de la influencia de la retracción de los hamstrings sobre las manifestaciones de dolor lumbar, una de las dolencias más comunes en la población general, y que de acuerdo con estadísticas de las EEUU, se constituye en la principal causa de ausentismo laboral y por lo tanto generador de altos costos en salud.<sup>1,12,13</sup>

Diversos autores han sugerido que hamstrings acortados restringen el movimiento de cadera durante la inclinación anterior de tronco, lo cual conlleva a que la zona lumbar compense esta falencia, generando estrés excesivo, con la consecuente carga tensil aumentada sobre las estructuras, tornándose en dolor lumbar.<sup>3,6,12,13</sup>

Teniendo un poco de conocimiento acerca del panorama al cual se ve enfrentado el fisioterapeuta en caso de alteraciones de la flexibilidad, es fácil tomar conciencia de la importancia de la implementación de programas de estiramiento dentro del plan de rehabilitación para pacientes hospitalizados y ambulatorios. Para tal efecto, es necesario realizar primero una evaluación de la función articular, la cual involucra la palpación de las estructuras

involucradas, medición goniométrica, el examen muscular manual para detectar posibles imbalances y la sensación final (end feel).

Una buena evaluación inicial es fundamental para conocer no solo el estado inicial del paciente, sino que también nos permite monitorear su evolución, y tomar medidas o modificar las estrategias iniciales de acuerdo a los hallazgos. Una vez hecha la evaluación, el objetivo será recuperar el máximo RDM posible en todas las direcciones, teniendo en cuenta las particularidades de cada caso para la toma correcta de decisiones.

En el ámbito ortopédico existen alteraciones musculoesqueléticas de diverso grado de complejidad y severidad que ponen a prueba la habilidad y el conocimiento del fisioterapeuta para el enfoque adecuado del tratamiento, el cual deberá en todos los casos, buscar la restauración del movimiento normal y con ello mejorar la funcionalidad y la calidad de vida del paciente; éstas alteraciones generan signos y síntomas comunes que restringen en diverso grado la flexibilidad, tales deficiencias suelen ser: Dolor, edema, tensión muscular y de tejidos blandos peri articulares, debilidad e imbalance muscular, alteraciones posturales globales o locales.

Aunque el fisioterapeuta cuenta con diferentes modalidades que permiten disminuir el impacto de cada uno de estos factores sobre la flexibilidad, mediante la modificación del estrés tisular en respuesta al estrés aplicado, estas medidas tienen un papel secundario dentro de la rehabilitación (calor, frío, masaje, etc.),<sup>3</sup> y no constituyen el objeto de esta revisión, por ello aquí se menciona solamente lo relacionado con el estiramiento muscular como parte del ejercicio terapéutico, que es la modalidad que finalmente permitirá ver resultados a largo plazo y mejorar realmente la condición muscular.

## **PRINCIPIOS DE UN PLAN DE TRATAMIENTO ENFOCADO HACIA LA FLEXIBILIDAD**

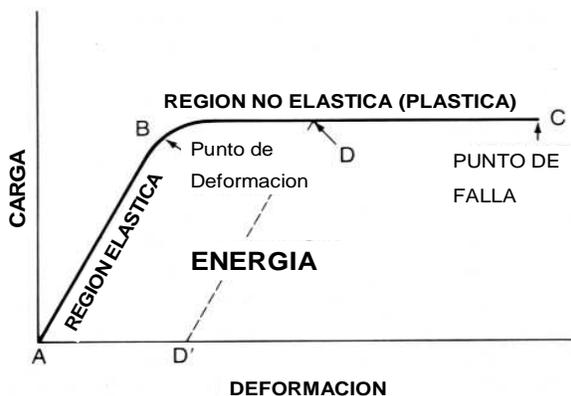
Podríamos definir un programa de flexibilidad como ejercicios planeados, deliberados y regularmente realizados, que pueden aumentar permanentemente el RDM fisiológico y conveniente de una articulación.<sup>3</sup> Los ejercicios deben acompañarse de una buena técnica, para lo cual es necesario conocer acerca de la amplitud de movimientos normal, las causas de las restricciones del movimiento y el método más efectivo para mejorarla de acuerdo con la condición del paciente.<sup>1</sup> Adicionalmente se requiere de conocimientos básicos de anatomía,

neurofisiología y biomecánica, entre otras; en cualquier caso, el fisioterapeuta debe estar familiarizado con la estructura y función de la articulación afectada.<sup>3</sup>

En términos generales, cualquier programa de flexibilidad debe tener objetivos claros y realistas, teniendo en cuenta la lesión propiamente dicha, los niveles previos de actividad, las diferencias por género y edad, así como la ocupación del paciente y adicionalmente, las expectativas del mismo procurando que los objetivos trazados sean producto del mutuo acuerdo y no de la unilateralidad, ya que de ésta forma el paciente entenderá los procedimientos aplicados, colaborará más y se logrará una mejor adherencia al plan de tratamiento.

Los ejercicios de estiramiento son útiles para mejorar la flexibilidad debido a que los tejidos periarticulares tienen comportamiento viscoelástico en respuesta a la carga, esto quiere decir que se combinan propiedades viscosas, donde la deformación del tejido depende de la velocidad con que se le imponga la carga (estiramiento); y propiedades elásticas, donde la deformación depende de la magnitud de la carga. Cuando un material viscoelástico es sometido a una nueva longitud, la rigidez de éste disminuye con el tiempo.<sup>15,16</sup>

Todo el concepto de estiramiento, su aplicación y efectividad para mejorar la flexibilidad, puede basarse en



**Figura 3.** Tomado de Nordi y Frankel.<sup>18</sup> Curva carga deformación para una estructura compuesta de cualquier material maleable. Si la carga se aplica dentro del rango elástico de la curva (A a B en la curva) y luego se le retira, no ocurrirá deformación permanente. Si la carga se continúa aplicando pasando el punto de deformación (B) y dentro del rango plástico de la estructura (B a C en la curva) y la carga es retirada, resultará deformación permanente. La cantidad de deformación permanente que ocurra en la estructura sometida a carga hasta el punto D cuando se le retira, estará presentada por la distancia A y D. Si la carga continúa dentro del rango plástico, el punto de falla (C) se alcanzará.

la teoría del estrés físico (TEF),<sup>17</sup> la cual considera al ejercicio como un recurso de estrés físico, definido éste último como la fuerza aplicada en un área dada de tejido biológico. La premisa básica de la TEF es: Los cambios en el nivel del estrés físico causa una respuesta adaptativa predecible de todos los tejidos biológicos. Se puede considerar que la gran mayoría de intervenciones hechas por el fisioterapeuta se ajustan a esta teoría, la cual posee 12 principios, de los cuales aquí mencionaremos los que más se ajustan con el tema tratado:

- Principio A: Los cambios en el estrés físico generan respuesta predecible en todos los tejidos. La TEF propone que los tejidos se acomodan al estrés físico alterando su estructura y composición para satisfacer mejor la demanda mecánica diferente a la carga de rutina, adaptándose al nuevo ambiente.<sup>17</sup>
- Principio E: El estrés físico que excede el nivel de mantenimiento aumenta la tolerancia del tejido al estrés subsiguiente.<sup>17</sup>
- Principio H: El nivel de exposición al estrés físico es un valor compuesto, definido por la magnitud, tiempo y duración de la aplicación del estrés. Cada factor tiene una relación directa con el nivel de exposición al estrés. Así, el nivel de estrés puede cambiarse modificando una de las variables que lo afectan.<sup>17</sup>
- Principio I: La magnitud de cada estrés se combinan en forma compleja para contribuir a un nivel total de exposición al estrés. El tejido se ve afectado por la historia de exposiciones recientes. En TEF el efecto de cualquier estrés se ve afectado por la experiencia previa al estrés del tejido. El tejido requiere de periodos de reposo en los cuales el nivel de exposición es sustancialmente reducido para así recuperarse y adaptarse al estrés impuesto previamente.<sup>17</sup>
- Principio L: El estrés umbral requerido para alcanzar una respuesta tisular dada puede variar entre individuos dependiendo de la historia de exposición previa y de otras características individuales.<sup>17</sup>

Aplicado al estiramiento, el principio A ha demostrado ser efectivo en el mejoramiento de la flexibilidad en humanos; para explicar mejor como este principio así como el E y el H son posibles, se requiere conocer el comportamiento mecánico del tejido conectivo cuando se somete a estiramiento a través del análisis de la curva estrés-distensión (Ver figura 3) de la unidad musculotendinosa.

En la fase inicial del estiramiento, el músculo responde a la carga en forma lineal, ésta es la fase elástica de respuesta a la carga externa; si estando en ésta fase la carga impuesta al tejido es removida, éste retornará a su tamaño original a las pocas horas, sin cambio permanente en él. Si una vez alcanzada la fase elástica, el músculo es mantenido en ésta por un tiempo prolongado entrará a la fase plástica de respuesta a la carga, en donde el tejido experimenta deformación plástica, es decir, que al remover la carga impuesta habrá ocurrido deformación permanente que puede aumentar el tamaño de la unidad musculotendinosa si el estiramiento se lleva a cabo día a día.

Solo mediante el trabajo llevado a cabo dentro de la fase plástica de respuesta a la carga, se lograrán efectos positivos de la técnica de estiramiento usada, permitiendo aumentar la tolerancia del tejido al estrés. Esta respuesta del tejido se relaciona también al concepto de la necesidad de alterar el estado de homeostasis del mismo, es decir, exceder los límites habituales de carga a los cuales el tejido se somete, sin exceder su capacidad de adaptación, de manera que el tejido entre en un nuevo estado, es decir que se adapte.<sup>1,2,6</sup>

En este orden de ideas, tal vez el término más adecuado sería el de “sobrestiramiento muscular”, ya que se requiere exceder la amplitud de movimiento disponible de manera que se permita la deformación plástica, llegando al punto de disconfort leve para el paciente sometido a estiramiento, teniendo en cuenta que el umbral para alcanzar este punto es individual.

El principio H de la TEF hace mención al tiempo de exposición al estímulo físico. En este aspecto existe mucha controversia en la determinación del tiempo mas adecuado para mantener el estiramiento muscular. Antes de mencionar diferentes estudios de investigación al respecto, vale la pena revisar los tipos de estiramiento existentes, ya que éstos se relacionan íntimamente con el factor tiempo. Cualquiera de los métodos usados busca aumentar la extensión de los tejidos conjuntivos del músculo y articulaciones, además de reducir la tensión y producir relajación.

Los tipos de estiramiento podríamos dividirlos en dos grupos, autoestiramiento y estiramiento muscular terapéutico.

### Autoestiramiento

Es aquel llevado a cabo en forma activa por la población sana, éste se relaciona con individuos que llevan a cabo actividades deportivas y de danza. Puede llevarse a cabo

en forma activa o pasiva. El método activo es generado por la tensión de grupos musculares opuestos a los que están siendo estirados, tiene la ventaja de permitir la supresión del desarrollo de tensión activa de los músculos que están siendo elongados por la acción de los husos musculares al interior del grupo activo; además éste último se ejercita.

El método pasivo utiliza la fuerza de la gravedad, la fuerza aplicada por otro segmento corporal u otra persona para alargar los tejidos conectivos que atraviesan la articulación.<sup>2,6</sup> Tanto el método activo como el pasivo pueden llevarse a cabo en forma estática o balística.

- Estiramiento balístico: Es un movimiento rápido de sacudida, en el cual, una parte del cuerpo es puesta en movimiento y el momento generado lleva al cuerpo a través de su RDM, hasta que los músculos se estiran en su rango fisiológico. Favorece la respuesta de la neurona aferente sensorial primaria tipo Ia activando el reflejo de estiramiento que resulta en tensión muscular inmediata sobre los músculos estirados, lo cual puede causar lesión de tejidos blandos.<sup>1,2,4,6</sup>
- Estiramiento estático: Es un estiramiento lento que lleva al músculo blanco mas allá de la posición terminal en la cual es mantenido por un tiempo que puede ser de 10 a 60 segundos (según diversos autores mencionados posteriormente). Con el movimiento lento del miembro, la respuesta de la neurona aferente sensorial primaria tipo Ia se disminuye; y el mantenimiento de la postura reduce significativamente el impulso tipo IA, permitiendo mínima interferencia con el movimiento articular.<sup>1,2,4,6</sup>

Para Magnusson y cols<sup>15</sup> se pueden considerar dos fases dentro del estiramiento estático: 1) Fase dinámica en donde la unidad musculotendinosa es alargada en forma pasiva; y 2) Fase estática: en donde se mantiene la longitud por un tiempo. Es interesante ver como el comportamiento biomecánico de la unidad musculotendinosa varía en estas dos fases, existiendo una elevada rigidez en la fase 1 y posteriormente se presenta relajación viscoelástica del estrés en la fase 2.

Cuando se trabaja con el método balístico, no se permite llevar a las estructuras a la zona plástica de deformación; mientras que con el método estático se logra llegar a ella permitiendo ganancias en flexibilidad, aunque como mas adelante se verá, no existe acuerdo acerca del tiempo de carga ideal que permita mayor efectividad del tratamiento.

### Estiramiento muscular terapéutico

Es aquel estiramiento realizado, instruido y supervisado por un fisioterapeuta para pacientes con disfunciones del sistema musculoesquelético. Se trata de la aplicación de la técnica sostener relajar y contraer relajar de la facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP), definida según Voss et al como método de promoción y estímulo del mecanismo neuromuscular a través de la estimulación de propioceptores.<sup>18</sup> La técnica involucra contracciones isométricas del músculo estirado, seguido por estiramiento del mismo ya sea en forma pasiva o activa; al final del máximo RDM se involucra estiramiento estático de 6 minutos. La técnica se basa en la respuesta obtenida por los OTG durante la contracción isométrica, lo cual inhibe la tensión del músculo que va a ser estirado; diversas investigaciones han demostrado que la FNP es superior a otras técnicas de estiramiento muscular.<sup>6</sup>

La FNP ampliamente aplicada por el fisioterapeuta se complementa con el autoestiramiento que suele hacer parte de planes caseros de ejercicios que favorecen el mantenimiento de RDM articulares logrados durante el tratamiento fisioterapéutico.

Se ha sugerido que el resultado inmediato del estiramiento puede atribuirse a fenómenos neurofisiológicos, en el cual el factor que limita el estiramiento es la resistencia muscular secundaria a la actividad refleja, consiguientemente, el objetivo del estiramiento es inhibir la actividad refleja reduciendo así la resistencia y mejorando el RDM, aunque se ha visto que EMG la actividad muscular no contribuye significativamente a la resistencia.<sup>15</sup>

Cualquiera de los métodos usados, debe incluir estiramiento regular y frecuente de las estructuras involucradas las cuales con el tiempo se alargan, éste estado alargado es más probable de ser mantenido si los músculos que rodean la articulación están en condiciones favorables; de allí la cercana relación entre la función muscular normal y el logro de RDM completos, ya que un músculo no es restaurado en toda su capacidad si las articulaciones por él atravesadas no permiten RDM normales. Por ello es importante no olvidar e involucrar ejercicios activos dentro del plan de flexibilidad, de manera que se promueva la condición muscular, ya que es la única forma de lograr la flexibilidad funcional, la cual se ha definido como la habilidad para involucrar RDM articular en la realización de una actividad física a una velocidad normal.<sup>3,5</sup>

Aunque existe evidencia de que el estiramiento balístico, estático y la FNP aumentan la flexibilidad del músculo, el

método más comúnmente usado es el estático, además como antes se mencionó, hace parte de la fase final de la aplicación de FNP que busca mejorar la flexibilidad.

Retomando lo relacionado con el principio H de la TEF, el cual considera el nivel de exposición al estrés como un valor compuesto, del cual hace parte el tiempo, es interesante encontrar tanta variabilidad en este aspecto en las diferentes investigaciones realizadas, teniendo en cuenta que el estiramiento se ha usado desde la antigüedad por los griegos, quienes buscaban con él aumentar su desempeño en actividades deportivas y de recreación.<sup>1</sup>

En el intento por determinar cuál es el tiempo mas adecuado, muchos autores han escogido tiempos aleatorios para el mantenimiento del estiramiento estático. Hardi y Jones,<sup>20</sup> por ejemplo, compararon 3 técnicas diferentes con 6 segundos como tiempo de estiramiento estático para cada una, Etnyre y Lee<sup>21</sup> compararon los cambios del RDM en cadera y rodilla usando 3 técnicas diferentes con 9 segundos, en ambos estudios se registraron aumentos en el RDM. Gajdosik<sup>22</sup> sugirió que el estiramiento de hamstrings por 15 segundos causaba aumento en el RDM; Raab y Cols<sup>23</sup> reportaron que el estiramiento pasivo y activo sostenido por 20 segundos al menos, aumentó el RDM en mujeres mayores.

Maddin y Cols<sup>24</sup> compararon los efectos del estiramiento pasivo de 15, 45 y 120 segundos sobre el RDM de abductores de cadera, encontrando que el estiramiento de 15 segundos era tan efectivo como el de 120 seg al realizar estiramientos repetidos. Bandy e Irion<sup>16</sup> examinaron el efecto del estiramiento en 3 grupos (15, 30 y 45 segundos) en comparación con un grupo control de no estiramiento; los resultados indicaron que 60 y 30 segundos de estiramiento estático son los más efectivos para aumentar la flexibilidad de los hamstrings, sin diferencia significativa entre éstos dos grupos.

Bandy y cols<sup>4</sup> hicieron un estudio en el cual los sujetos se dividieron en 5 grupos de estiramiento, el grupo 1 realizó estiramiento estático de 1 minuto por 3 veces, el grupo 2 realizó estiramiento de 30 segundos por 3 veces, el grupo 3 hizo un estiramiento de 1 minuto, el grupo 4 hizo un estiramiento de 30 segundos y el grupo 5 fue el grupo control de no estiramiento. Los resultados demostraron diferencia significativa pre y post protocolo de estiramiento en todos los grupos, con mayor ganancia en el grupo 4, aunque no hubo diferencia estadísticamente significativa entre grupos.

Queda claro que el factor tiempo presenta una amplia variabilidad, esto podría deberse a los diferentes protocolos aplicados; a la diferencia por grupos etáreos en los estudios; el tamaño del músculo analizado que podría aumentar en un momento dado los resultados de la evaluación; también el grado de retracción previo a la implementación del estudio en los sujetos, lo cual podría generar mayor tensión del tejido conectivo aumentado en los mas retraídos, afectando los resultados finales de la investigación.

El tiempo de estiramiento de 30 segundos es el mas comúnmente aplicado en la práctica fisioterapéutica y en base al estudio de Bandy y cols<sup>4</sup> que, aun cuando no hubo diferencia significativa entre los grupos, el hecho de que el grupo que realizó un estiramiento de 30 segundos fue el que mas ganancia en RDM logró, tiene significado clínico, pudiendo considerarse éste el tiempo como el mínimo adecuado que permite llevar al tejido a la zona de deformación plástica, aunque se trata de especulaciones, ya que no hay evidencia que respalde esta afirmación; lo cual refleja la falta de investigación al respecto que involucren muestras representativas que ayuden a dilucidar las cuestiones aún no muy claras de temas tan elementales de la práctica fisioterapéutica.

Por otro lado, ningún estudio llevó a cabo análisis a largo plazo que permitan definir que tiempo de aplicación del estiramiento es el que más efectos duraderos en el tiempo genera.

El principio I de la TEF, hace referencia a la importancia de realizar el estiramiento en forma repetida para que la sumatoria de estrés individuales mejore la respuesta del tejido. El estudio llevado a cabo por Magnusson y Cols<sup>15</sup> en donde analizaron la respuesta biomecánica al estiramiento repetido de los músculos hamstrings in vivo, encontraron disminución significativa de la energía y la rigidez entre el 1 y 5 estiramiento del protocolo de estiramiento repetido, usando un tiempo de 90 segundos para cada uno con intervalo de 30 segundos.

La disminución de la rigidez indica mayor cantidad de deformación proporcional a la carga aplicada, demostrándose la efectividad del estiramiento repetido, aunque el estudio no encontró cambio entre el primer estiramiento y el sexto llevado a cabo 1 hora después del quinto. En otro estudio, Taylor y Cols<sup>23</sup> demostraron in vitro que el estiramiento repetido de la unidad musculotendinosa a una longitud constante disminuyó significativamente el pico de tensión durante los primeros 4 de 10 estiramientos, sin embargo el tiempo que permaneció la alteración no fue estudiada.

Magnusson y Cols<sup>15</sup> afirman que probablemente la declinación en la rigidez y la energía en su estudio se deban a la tensión impuesta al CES y CEP, pero que es el CEP el que se adapta en forma inmediata para disminuir la carga impuesta.

Li y Cols<sup>13</sup> en su estudio que buscaba determinar la relación existente entre la flexibilidad de hamstrings y postura de cadera y pelvis durante actividades de inclinación de tronco, encontraron cambios significativos entre el grupo control y de estiramiento con disminución de 12° en el test de extensión activa de rodilla, en los sujetos que realizaban el régimen de estiramiento consistente en 10 estiramientos de 15 segundos cada uno.

El concepto de alteración de la homeostasis es también aplicado al principio I ya que con cada estiramiento el tejido se adapta a las nuevas condiciones impuestas dada la alteración del equilibrio de base.

Lo mencionado en los principios A, E, H e I, se debe ajustar a lo planteado en el principio L de la TEF, éste hace referencia a las diferencias individuales; las cuales se relacionan con factores como condiciones del tejido que va a ser sometido a estiramiento, que en caso de encontrarse debilitado y sometido a altas cargas, podría generar sobre éste más efectos deletéreos que benéficos, alterando así sus propiedades biomecánicas.

Además, se debe tener en cuenta si se trata de un músculo uni o poli articular, para que de acuerdo al caso, someterlo a estiramiento óptimo en todas las articulaciones por él atravesadas, buscando la posición adecuada que evite compensaciones o estrés adicional sobre los tejidos; por ello es fundamental un muy buen conocimiento no solo de la historia clínica del paciente sino también de la anatomofisiología y biomecánica de los tejidos involucrados que permita la toma pertinente de decisiones.

Otros factores son también la edad (individuos mayores poseen niveles menores de tolerancia al estrés), el género, entre otros, que hacen que el umbral para cada sujeto sea diferente y por tanto, necesario de ser tenido en cuenta. Solo a través de investigaciones serias podría llegarse a estimar los valores umbral para los tejidos por grupos etáreos con diferentes características, de manera que se pueda aprovechar al máximo la tolerancia al estrés que se requiera para promover una respuesta deseada en la individualidad de cada paciente y que a su vez evite la ocurrencia de una nueva lesión o la perpetuación de síntomas ya presentes como dolor y edema).

## CONSIDERACIONES BÁSICAS EN EL MANEJO FISIOTERAPÉUTICO DEL PACIENTE ORTOPÉDICO CON LIMITACIONES EN LA FLEXIBILIDAD

Teniendo en cuenta la definición dada de flexibilidad, se puede ver como se trata de RDM fisiológicos y su consecución en caso de que se hayan alterado; así las cosas es correcto mejorar la flexibilidad en cualquier situación clínica.

En el caso de que el paciente se vaya a someter a una intervención quirúrgica, lo ideal es iniciar el tratamiento en la fase prequirúrgica, momento en el cual se deben implementar medidas que ayuden a evitar la aparición de restricciones del movimiento en articulaciones no afectadas, siempre y cuando la movilización de éstas no ponga en riesgo la estabilidad del foco de alteración y pueda complicar las condiciones del paciente. Para tomar la decisión más precisa se debe analizar cada caso en base a la anatomía y biomecánica particular, de manera que podamos obtener la seguridad de que trabajamos en el rango más seguro para el paciente, y por supuesto, para nosotros mismos.

En la etapa posquirúrgica, el tratamiento se inicia en la fase aguda con el objeto de prevenir al máximo la pérdida de RDM articulares, bajo la premisa de que el objetivo es modificar el estrés al que está sometido el tejido, para lograr el objetivo deseado, que en este caso se trata de mejorar la flexibilidad. Aquí, entra a hacer parte de la fundamentación para la intervención el concepto de movilización temprana, de la cual hace parte el conocimiento de la anatomía estructural de los tejidos, así como los efectos de la inmovilización y removilización sobre éstos; de manera que esta información ayude a modular la cantidad de estrés aplicado al tejido teniendo en cuenta la alteración en las propiedades biomecánicas del tejido sometido a procedimientos cruentos, que los tornan menos tolerantes a la carga, obligándonos a ser cuidadosos y conscientes de las implicaciones que acarrearía imponer niveles elevados de estrés sobre tejidos debilitados.

La movilidad temprana se considera parte de los procedimientos dirigidos a mejorar el RDM, existe evidencia de que ésta mejora la curación tisular, ayuda a la recuperación temprana del RDM, mejora la fuerza, aumenta la masa de tejido ligamentoso y tendinoso y su capacidad de tolerar carga, disminuye la formación de adherencias periarticulares, entre otros; por ello este principio es fundamental en la búsqueda de amplitudes de movimiento fisiológicos en el paciente posquirúrgico.<sup>10</sup>

En el paciente posquirúrgico, la cantidad y magnitud del tratamiento aplicado depende del estado inflamatorio del área afectada, así como del dolor, la presencia de fatiga y el propio nivel de actividad del paciente. El principal factor que suele afectar el movimiento en el paciente ortopédico y que genera el terror a ser movilizado o kinesiofobia, es el dolor; para ello las modalidades terapéuticas como el frío, masaje o la electroterapia, son útiles como preliminar al ejercicio; sin embargo, es importante tener cuidado de guiar la colocación del estrés de acuerdo a la presencia o no de dolor, ya que podríamos confiarnos de su ausencia obviando el proceso normal de cicatrización de los tejidos, y aventurarnos a colocar cargas no aptas para la etapa en que se encuentre la cicatrización tisular. En esta fase, el tratamiento se inicia promoviendo la relajación del paciente, ya que el temor o el nerviosismo puede llevar a actividad aumentada de las MN gamma, lo cual produce aumento en la sensibilidad del huso muscular, por ello la relajación es útil y necesaria, ya que ayuda a mantener baja la actividad gamma y a evitar su interferencia durante la movilización.

Por otro lado, se debe permitir al paciente conocer la razón y los objetivos de nuestra intervención y los efectos negativos de la no movilización. Por el grado de dolor y edema características de esta etapa y además por el temor del paciente, se puede iniciar realizando movimiento pasivo para que permita recuperar el sentido de movimiento o kinestesia y comprobar que éste sí es posible; la movilización debe ser hecha dentro del patrón de movimiento evitando el componente rotatorio del área afectada, y modulandola adecuadamente, de manera que no genere dolor adicional y perpetuación del edema, afectandose el RDM. Luego se puede iniciar la aplicación de FNP con la técnica sostener-relajar, lo cual promueve no solo la flexibilidad sino también la contracción muscular isométrica y el trabajo dinámico. Previo al trabajo de flexibilidad, el calentamiento muscular a través de ejercicios isométricos es útil para aumentar la tolerancia del tejido a los cambios de longitud.<sup>1</sup>

Otras consideraciones que contribuyen con el RDM:

- En caso de que la intervención quirúrgica no permita la movilización, los ejercicios isométricos son la herramienta más útil, ya que permiten mantener la contracción muscular y de alguna forma la fuerza. La puesta en tensión del músculo aunque sin desplazamiento de los segmentos, no torque, permite movilizar elementos activos y pasivos del mismo, con ello se genera deslizamiento tendinoso dentro de la vaina, esta micro movilización evita la formación de adherencias significativas que limiten el RDM.<sup>26</sup>

- La implementación de ejercicios de RDM activos tan pronto la condición lo permita son fundamentales, éstos deben hacer parte de plan de ejercicios intrahospitalarios que promuevan el mantenimiento del RDM alcanzado y contribuyan a la condición muscular integral.
- La adopción de posturas adecuadas durante los periodos de reposo en cama, principalmente, evitan mayor compromiso de la movilidad articular. Es necesario conscientizar al paciente acerca de los hábitos posturales correctos que ayuden a preservar la función articular. Un ejemplo común es el visto en niños con artritis séptica de cadera, en quienes la tendencia es a hacer contractura en flexión de cadera, en estos casos se debe recomendar al niño y a sus padres la adopción de prono por periodos largos y evitar la posición sedente por largo tiempo; otro ejemplo son los pacientes con lesiones a nivel de la rodilla, quienes adoptan la clásica postura de flexión abducción y rotación externa de cadera con la rodilla en flexión, esta posición aunque mas cómoda para el paciente, favorece el acúmulo de edema debido a que la cápsula queda en posición relajada, promoviendo así la contractura en flexión de rodilla que trae graves consecuencias para la realización de la marcha, por tanto se debe recomendar la posición de cadera en neutro con rodilla extendida, evitando la colocación de cojines o similares debajo de la misma.
- Actividades funcionales: Se trata de involucrar los RDM alcanzados en las AVD, de manera que se le de un uso funcional y se promueva el mantenimiento de éstos, ya que la pérdida de grados de libertad articular podrían resultar en falta de coordinación y limitación funcional. En el paciente hospitalizado estas AVD se constituyen en actividades básicas cotidianas como vestido alimentación y aseo, movilidad en cama y la marcha con ayuda de acuerdo a cada situación, en estos casos la comunicación con el personal de enfermería es de gran importancia, buscando el conocimiento por parte de éste de las capacidades del paciente evitando la sobreprotección que perjudica su funcionalidad e independencia. El nivel de funcionalidad debe ser suficiente y adecuado que permita un margen de seguridad, de modo que no se coloque estrés no esperado sobre las articulaciones o sus partes.

En la etapa ambulatoria del tratamiento, se espera que la cicatrización de los tejidos haya avanzado satisfactoriamente de manera que permita el aumento

gradual de la carga impuesta, lográndose la organización del tejido a lo largo de las líneas de fuerza aplicadas y devolviéndole gradualmente sus propiedades biomecánicas.

Dentro de la población susceptible de ser manejada por el fisioterapeuta, un grupo etéreo importante son las personas de la tercera edad, en los cuales los periodos de inmovilización tienen mayor impacto sobre los tejidos, debido a la rigidez aumentada del tejido conectivo periarticular con aumento de fibras colágenas en los puentes transversos<sup>7</sup>, adicionalmente existen factores neurológicos que afectan al SNC y el control motor; en este caso el objetivo del programa de flexibilidad podría no ser restaurar RDM fisiológicos, sino mas bien restaurar RDM que favorezcan la funcionalidad.

Además, las medidas fisioterapéuticas dirigidas a mejorar la flexibilidad pueden tener un alto impacto sobre la calidad de vida de este grupo de personas, por lo que conocer perfectamente cual es el objetivo por lograr es fundamental para el trabajo con ancianos frágiles, para evitar someterlos a esfuerzos exagerados cuya aplicabilidad en sus AVD no resulte significativa.

Steffen y Mollinger<sup>7</sup> compararon el efectos del estiramiento estático manual con el estiramiento de baja carga prolongado con férula en ancianos con contractura en flexión de rodilla; los resultados fueron comparables con ambos métodos, aunque los RDM fisiológicos no se alcanzaron, una mejoría de la contractura de  $-45^{\circ}$  a  $-10^{\circ}$  significó mayor colaboración del paciente en los traslados desde y hacia la silla con mínima asistencia, disminuyendo el riesgo de lesión tanto para el paciente como para el fisioterapeuta.

Los ejercicios de estiramiento juegan también un papel importante dentro del tratamiento de alteraciones musculoesqueléticas no relacionadas con eventos quirúrgicos como lo son las lesiones traumáticas tipo esguinces y desgarros musculares, en los que la restauración del RDM se torna fundamental, además la literatura posee información acerca del uso del estiramiento muscular dentro de patologías comunes en los últimos años como son los síndromes dolorosos crónicos, entre los cuales se incluye la fibromialgia, el síndrome miofascial y el síndrome de fatiga crónica.

Se considera que el músculo desacondicionado usa en forma ineficiente la energía y esto contribuye a la fatiga adicional y a microtrauma que genera dolor adicional.<sup>27</sup> Los ejercicios de estiramiento son parte de un plan completo de reacondicionamiento muscular donde cada

uno de sus componentes contribuye al alcance de resultados positivos, especialmente en el tratamiento de síndromes miofasciales el estiramiento posee un papel protagónico.<sup>27-29</sup>

En la experiencia clínica de la autora se confirma la efectividad de los ejercicios de flexibilidad dentro de un plan de ejercicios dirigidos a pacientes con patologías mencionadas, en quienes es necesario el manejo interdisciplinario dado el compromiso del área afectiva y psicosocial que suele afectarlos.

En el tratamiento no quirúrgico de lesiones crónicas del manguito rotador y en lesiones de hombro de atletas y población en general, se tiene como punto clave de la rehabilitación, la implementación de ejercicios que buscan restaurar el RDM libre de dolor en todas las direcciones,<sup>30,31</sup> las bursitis trocantéricas, y el dolor lumbar crónico, tienen también relación con remisión de síntomas luego de someterse a planes de flexibilización.<sup>32</sup>

Por otro lado, existen condiciones de alta complejidad, en donde el manejo de la flexibilidad debe ser mucho más cuidadosa e iniciada en una etapa subaguda; como lo son los casos de injertos óseos tenorrafias, y fracturas patológicas, en donde el nivel de estrés aplicado debe ser cuidadosamente modulado para lograr efectos positivos; éstos casos se consideran especiales y podrían ser tema de revisiones adicionales, ya que la literatura es abundante al respecto.

Finalmente, vale la pena mencionar la importancia que posee el trabajo de equipo, que sea llevado en forma interdisciplinaria donde la comunicación con el cirujano sea continua y que la de éste con el fisioterapeuta lo sea igual; todo esto pensando por supuesto, en el beneficio máximo de nuestro objeto de intervención, el paciente.

Se podría hacer extensas revisiones bibliográficas buscando afirmar la importancia de la flexibilidad para la disminución de la sintomatología y la prevención de lesiones y seguramente nuestro esfuerzo no sería en vano.

Sin embargo, la pretensión de ésta revisión, era revisar brevemente la fundamentación existente en relación al tema de la flexibilidad y los conceptos básicos de la mecánica de la unidad musculotendinosa, el tiempo y la frecuencia que de acuerdo a las investigaciones parece ser los más adecuados para buscar los máximos beneficios del tratamiento; en base a lo anterior y de acuerdo a la experiencia de la autora se podría considerar que un periodo de tiempo de 30 segundos de aplicación

de estiramiento estático dos veces al día, son adecuados para lograr ganancias en el RDM y todos los beneficios que de la mano de ello vienen.

Por otro lado se buscaba resaltar la importancia que posee dentro de la rehabilitación del paciente ortopédico esencialmente; buscando con esto crear conciencia en los lectores de la implementación de planes de flexibilidad coherentes, pero sobre todo, dar luces acerca de la falta de investigación adicional que contribuya a la construcción del saber Fisioterapéutico en constante evolución y con amplios escenarios aún por descubrir.

## REFERENCIAS

1. Alter, M. Ciencia da Flexibilidade. 2<sup>da</sup> Edición. Sao Paulo, Arned Ltda. 1996
2. Hamil J, Knutzen V. Bases Biomecánicas do Movimento Humano, 1<sup>era</sup> Sao Paulo, Ed. Manole Ltda. 1999
3. Galley P.M, Forster A.L. Human Movement. 2<sup>da</sup> Edition, New York, Ed. Churchill Livingstone. 1987
4. Bandy W, Irion J, Briggler M. The effect of the time and Frequency of Static Stretching on Flexibility of the Hamstrings Muscles. Physical Therapy, Edit. ciudad 1997;77:1090-1096
5. Smith L, Weiss E, Lehmkuhl D. Brunnstrom 's Clinical kinesiology. 5<sup>a</sup> Edición, Filadelfia. 1996
6. Hall S. Biomecánica Básica. Rio de Janeiro. Ed Guanabara. 1993
7. Kemdall F. Musculos, Pruebas y Funciones. 2<sup>da</sup> Edición. España. Ed. Kims. 1982
8. Ramírez C. El Tono Muscular: Pieza Clave para el Control Motor. Salud UIS 2001;33: 160-164
9. Donatelli R. Orthopaedic Physical Therapy. Ed. Churchill Livingstone. 1989
10. De Deyne P. Application of Passive Stretch and Its Implication for Muscle Fibers. Physical Therapy. 2001;81:819-827
11. McHugh M, Conolly A, Eston R. The Role of passive Muscle Stiffness in Symptoms of Exercise Induces Muscle Damage. The American Journal of Sport Medicine. 1999;27:594-599
12. Walker J. The Sacroiliac Joint A Critical Review. Physical Therapy 1992;72:903-914
13. McClure P. The Effect of Hamstrings Muscles Stretching on Standing Posture and Lumbar and Hip Motions During Forward Bending. Physical Therapy. 1996;76:836-849
14. Don RL. Anterior Dysfunction of the sacroiliac Joint as a Mayor Factor in the Etiology of Idiopathic Low Back Pain Syndrome. Physical Therapy. 1990;70:250-260

15. Magnusson P, Simonsen E. Biomechanical Responses to repeated stretches in human Hamstrings muscles in vivo. *The Am Jour of Sport Med.* 1996;24:622-628
16. Bandy WD, Irion JM. The Effect of Time an Static Stretch on the Flexibility of the Hamstrings Muscle. *Phys Therapy.* 1994;74:845-850
17. Mueller JM, Malut KS. Tissue Adaptation to Physical Stress: A Proposed "Physical Stress Theory. A Guide Physical Therapy Practice, Education and Research. *Physical Therapy.* 2002;82:383:403
18. Nordin M, Frankel V. Bases Biomechanics of the Musculoskeletal System. 2<sup>da</sup> Edition. Philadelphia. London. Lea & Febiger. 1989
19. Voss D, Ionta M, Myers B. Facilitación Neuromuscular Propioceptiva: Patrones y Técnicas. Panamericana. 1982
20. Hardy I, Jones D. Dynamic Flexibility and Propioceptive Neuromuscular Facilitation. *Research Quartely.* 1986;57:150-153
21. Etnyre BR, Lee EJ. Cronic and Acute Flexibility of Men and Women usin Three Diferent Techniques. *Research Quaertely.* 1988;1:222-228
22. Gajdosik RL. Effects of Static Stretching on the Maximal lenght and resistance to passive stretch of short hamstrings muscles. *Journal Orthopaedic Sports Physical Therapy.* 1991:250-255
23. Raab DM, Agre JC, McAdam M. Light Resistance and Stretching exercises in elderly women: effect upon flexibility. *Archives Physical Medicine Rehabilitation.* 1988:647-654
24. Maddin SW, Wong JG. Effect of Duration on Passive Stretching on Hip Abduction Range of Motion. *Journal of Orthopaedics Sports Physical Therapy.* 1987;8:409-416
25. Strickler T, Malone T, Gamet WE. The effects of passive warming on muscle injury. *American Journal of Sport Medicine.* 1990:141-145
26. Genot C. Kinesioterapia. Buenos Aires. Médica Panamericana. 1988
27. Krsnich-Shriwise, S. Fibromyalgia Syndrome: A Overview. *Physical Therapy.* 1997;77:68-74
28. Goldenberg L. Fibromyalgia Syndrome a Decade Later. *Archives Intern Medicine.* 1999;159:777-783
29. Lugo LH. Síndromes Dolorosos Crónicos. En: Restrepo R, Agudelo LH. *Rehabilitación en salud: una mirada necesaria.* Editorial U de A. 1995
30. Jobe F, Bradley J. The diagnoses and nonoperative treatment of shoulder injures in atlethes. *Clinics in Sport Medicine.* 1989;8:419-437
31. Wirth M, Basamania C, Rookwood C. Nonoperative management of full-thickness tears of the rotator cuff. *Orthopaedic Clinics of North America.* 1997;28:59-67
32. ShbeebM, Mattenson E. Trochanteris Bursitis. *Mayo Clinic Proc.* 1996;71:565-569