

Universidad Abierta Interamericana

“Debate teórico sobre ganancia de flexibilidad”

Alumno: Germán Pommorsky

Título a obtener: Licenciado en Educación Física y Deportes

Carrera: Licenciatura en Educación Física y Deportes

Facultad de Motricidad Humana y Deportes

Fecha de presentación: diciembre 2020

Resumen

El presente trabajo consta de un marco teórico donde se incluyen los conocimientos y conceptos necesarios para una mayor comprensión de los temas a tratar referidos a la flexibilidad.

Existe una larga historia de investigación clínica sobre el efecto del estiramiento en la flexibilidad y era común que se declarase que resultaba necesario una mayor investigación al respecto, pero últimamente, esto ha cambiado.

El propósito de este trabajo es discutir los conceptos actuales de las intervenciones de estiramiento muscular y analizar la evidencia relacionada con el estiramiento que conlleva consigo un aumento en el rango de movimiento.

El estiramiento es una actividad común utilizada por atletas, adultos mayores, pacientes de rehabilitación y cualquier persona que participe en un programa de acondicionamiento físico. Actualmente se conocen los beneficios del estiramiento, sin embargo, sigue habiendo controversia sobre el mejor tipo de estiramiento para un objetivo o resultado particular.

Este trabajo en primer lugar, analiza la literatura actual para comprender la relación entre el tipo de estiramiento o técnica utilizada y el RdM, y en segundo lugar si existe una relación entre el volumen de estiramiento, frecuencia de estiramiento, velocidad de aplicación del estímulo y el RdM. Asimismo, evalúa las diferencias en los efectos agudos, y los efectos crónicos.

PNF, en cuanto al incremento de RdM, obtiene los mejores resultados en mejora aguda, pero también los peores en mejora al largo plazo.

Todas las tipologías o técnicas de estiramiento evidencian mejoras de RdM en un período a largo plazo, sin embargo, los protocolos estáticos mostraron ganancias significativas en comparación con los protocolos balísticos o PNF.

El tiempo dedicado al estiramiento por semana parece fundamental para obtener mejoras en el rango de movimiento. La frecuencia semanal está positivamente asociada a la ganancia de RdM. Una baja intensidad pero que sea constante en el tiempo esta positivamente relacionada con la ganancia de RdM.

Palabras clave: Flexibilidad - Estiramiento - Rango de Movimiento (RdM)

Introducción

Justificación

Resulta de interés una capacidad condicional poco estudiada, en comparación a las otras, me refiero a la flexibilidad. Tratándose de la resistencia, la velocidad y la fuerza, vasta bibliografía puede encontrarse al respecto y muchísimo consenso científico en variados temas vinculados a cada capacidad nombrada, no así sucede con la flexibilidad.

No sólo se encuentran estudios que se contradicen entre sí, sino que también se encuentran estudios donde declaran que se necesita más investigación y un abordaje más profundo para comprender lo que ocurre al entrenar la flexibilidad.

Además, aún no hay un consenso científico acerca de por qué motivo(s) se aumenta el rango de movilidad de una articulación producto del estiramiento, es escaso el conocimiento de los efectos a largo plazo del entrenamiento de la flexibilidad y en cuanto a los efectos agudos se encuentran muchos estudios realizados en sus distintas técnicas, sexos, edades. En el caso de los efectos a largo plazo se encuentran relativamente pocos estudios, donde no se superan las 8 semanas de investigación y los pocos casos de mayor duración no superan las 20 semanas. Si bien 20 semanas es un tiempo considerable, es necesario un tiempo mayor para comprender las ganancias del tipo crónicas y plásticas o permanentes.

Importantes instituciones relacionadas a la salud y al deporte, aseguran que la flexibilidad es una práctica higiénica y recomendable de practicar a todas las edades, por sus variados beneficios al organismo en general.

Dicho esto, es necesario un abordaje exhaustivo de la bibliografía científica existente, mediante su análisis crítico e interpretación, se espera arribar a conclusiones que luego podrán ser puestas en práctica, ahora de manera fundamentada, en los distintos ámbitos donde se realice la actividad física.

Planteo del problema

En las capacidades condicionales de fuerza, resistencia y velocidad es posible determinar diferentes parámetros de volumen, frecuencia, intensidad y velocidad de ejecución según los objetivos teniendo la certeza de que son correctos debido a la claridad científica de sus conocimientos. No obstante, la flexibilidad carece de consenso científico en variadas cuestiones, por lo tanto, también de una sólida base teórica. Si bien hay métodos o técnicas bien diferenciadas, existe una falta de claridad en los parámetros en los que se debe entrenar esta capacidad.

Se observa en el ámbito de la ciencia una creciente investigación y profundización sobre diferentes temáticas fisiológicas, como así también en las capacidades condicionales nombradas, incluida la flexibilidad. De esta manera logran establecerse avances claros respecto a todas ellas, aunque, en el caso de la flexibilidad, los avances resultan más tardíos. Evidentemente, esta última, presenta mayores dificultades que las otras para determinar cómo se produce la mejoría. Es por esto que encuentro necesario esclarecer el panorama de los consensos científicos actuales referidos a la ganancia en rango de movimiento producto del entrenamiento de la flexibilidad.

Este problema trae aparejado como consecuencia, que aquellos individuos que hubieron decidido formarse en estudios relacionados a la actividad física, no hayan alcanzado un aprendizaje sólido sobre flexibilidad. Dando como resultado, docentes que no logran transmitir con claridad un efectivo entrenamiento de la flexibilidad.

Objetivo general

A partir de la revisión exhaustiva de la bibliografía, se busca consensuar los conocimientos actuales en lo referido al entrenamiento de la flexibilidad y la ganancia del rango de movilidad que se produce como consecuencia, explicando sus procesos mecánicos, psicológicos y fisiológicos.

En el marco del propósito del presente trabajo, se exponen los conocimientos referidos a la ganancia aguda y crónica del rango del movimiento de una articulación mediante el entrenamiento de la flexibilidad.

Objetivos específicos

- Establecer parámetros óptimos para la ganancia de flexibilidad, siendo éstos el volumen, la frecuencia, la intensidad, la técnica utilizada y la velocidad de ejecución.
- Identificar en qué cuestiones se observa consenso científico y en cuáles no.
- Definir factores que influirán en el entrenamiento de la flexibilidad.

Marco Teórico

Comprensión esencial de la anatomía del cuerpo humano

Aparato locomotor

El aparato locomotor o sistema musculoesquelético está formado por el sistema óseo (huesos, articulaciones y ligamentos) y el sistema muscular (músculos y tendones que unen los huesos). Permite al ser humano o a los animales en general interactuar con el medio que le rodea mediante el movimiento o locomoción sirviendo de sostén y protección al resto de órganos del cuerpo. Se fundamenta en tres elementos: huesos, articulaciones y músculos

El aparato locomotor no es independiente ni autónomo, pues es un conjunto integrado con diversos sistemas, por ejemplo, con el sistema nervioso para la generación y modulación de las órdenes motoras. Este sistema está formado por las estructuras encargadas de sostener y originar los movimientos del cuerpo y lo constituyen dos sistemas:

- Sistema óseo: es el elemento pasivo, está formado por los huesos, los cartílagos y los ligamentos articulares.
- Sistema muscular: formado por los músculos los cuales se unen a los huesos y por lo tanto al contraerse provocan el movimiento del cuerpo.

Además de éstos, hay que agregar el sistema nervioso, ya que este es el responsable de la coordinación y la estimulación de los músculos para producir el movimiento. (Latarjet y Liard, 2006).

Esqueleto

El esqueleto del ser humano (ilustración 1) está constituido por un conjunto de huesos unidos entre sí. En el adulto se cuentan con 206 huesos, no se cuentan los huesos suturales ni sesamoideos. El número de piezas óseas varía con la edad, en el niño, el hueso frontal (ilustración 2), comprende dos piezas: derecha e izquierda, que luego se fusionan. Asimismo, el hueso coxal (Ilustración 3), está formado por tres huesos diferentes: isquion, ilion y pubis, que posteriormente se sueldan entre sí. En la vejez, los huesos pueden soldarse, en especial los del cráneo, lo que disminuye su número.

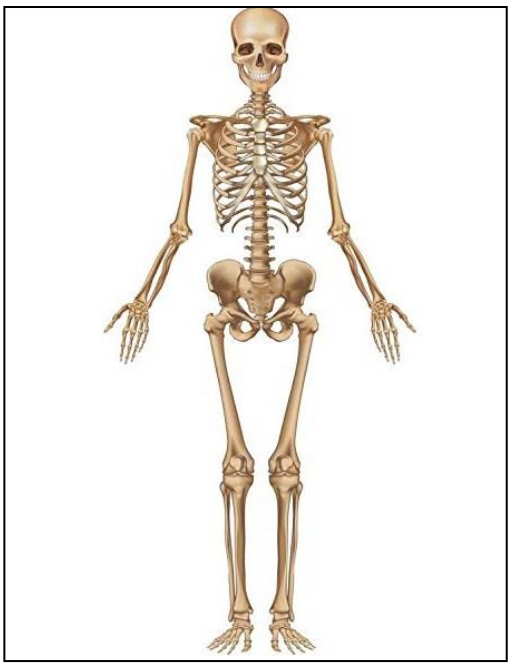


Ilustración 1. Esqueleto



Ilustración 2. Hueso frontal

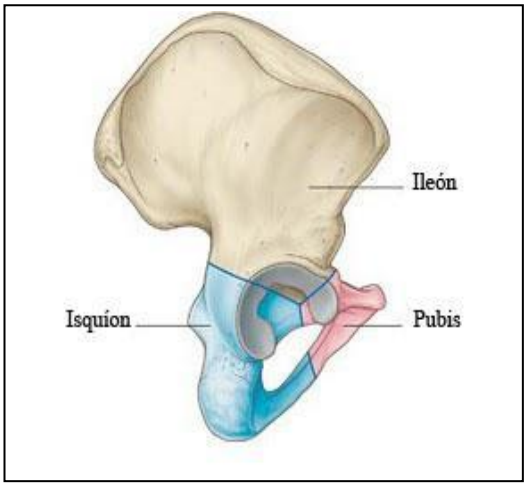


Ilustración 3. Hueso coxal

El esqueleto del hombre es osteocartilaginoso, es decir, formado de huesos y cartílagos. Durante la vida fetal, el esqueleto osteocartilaginoso que se forma es luego reemplazado por hueso de sustitución. En el adulto, el esqueleto cartilaginoso persiste en forma limitada: cartílagos costales, articulares, tabique nasal, etc. Los huesos son piezas duras, resistentes, que sirven de sostén a los músculos que los rodean.

Pueden presentarse como:

- Elementos protectores: un conjunto de huesos que se conectan entre sí y forman cavidades que alojan sistemas y sentidos, como por ejemplo el cráneo, órbitas, etc.
- Elementos articulares: en las articulaciones móviles, los huesos están unidos entre sí por cápsulas, ligamentos y músculos. Estos últimos forman los ligamentos activos, y los cartílagos participan como piezas pasivas. (Latarjet y Liard, 2006).

Configuración interna de los huesos

En el hueso adulto, al corte se reconocen dos porciones: el hueso compacto y el hueso esponjoso o trabecular. El hueso compacto forma una capa periférica y continua. El hueso esponjoso está constituido por una serie de laminillas o trabéculas que delimitan espacios comunicantes entre sí, ocupados por la médula ósea. El tejido compacto le forma al esponjoso un estuche de contención (Ilustración 5). Las trabéculas del hueso esponjoso tienen una orientación que permite al hueso una mayor resistencia a las presiones o a las tracciones que debe soportar utilizando el mínimo de material.

El periostio (Ilustración 4) es una membrana fibroelástica que rodea la superficie exterior de los huesos, con exclusión de las partes revestidas por cartílago articular y los lugares en los que se insertan tendones y ligamentos. Está ricamente vascularizado e inervado, se adhiere de modo variable al hueso que reviste. Participa activamente en el crecimiento del hueso y en su vascularización. (Latarjet y Liard 2006).

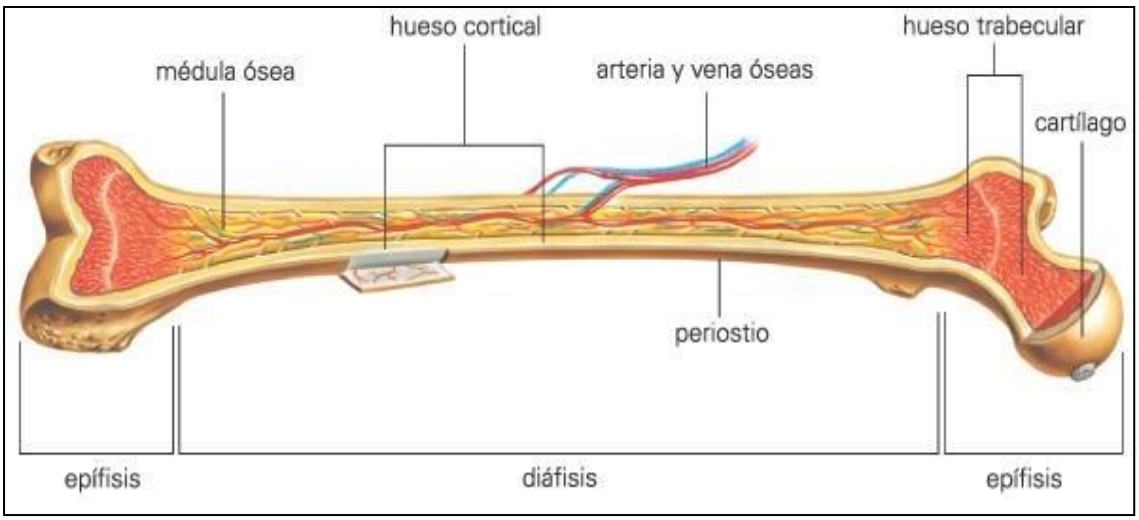


Ilustración 4. Nos permite observar las partes del hueso.

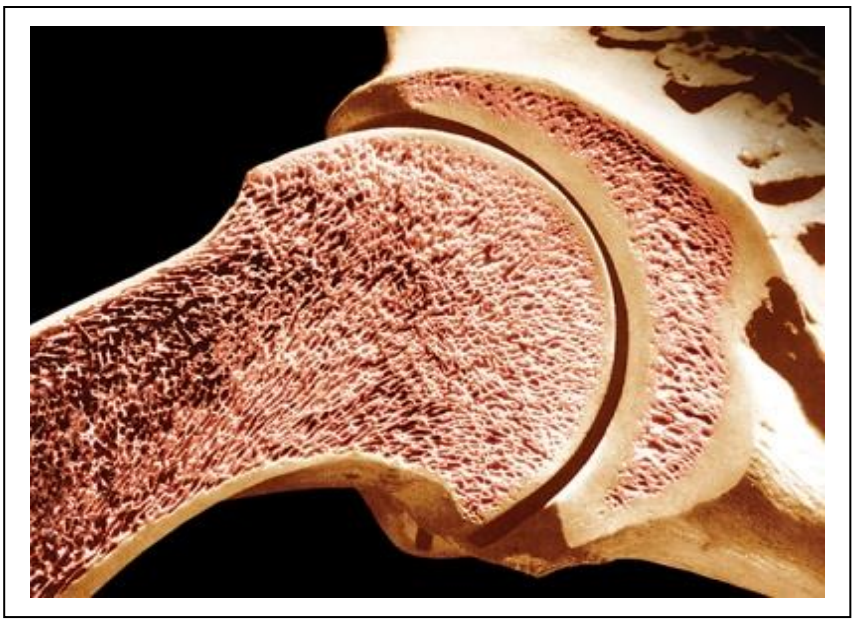


Ilustración 5. Aquí podemos observar con claridad la zona entre el hueso esponjoso (trabecular) y el hueso compacto, bordeando el periostio.

Morfogénesis ósea

El hueso crece en longitud y espesor, y con los años adquiere su forma definitiva. Ésta depende de la incidencia de una serie de factores, unos hereditarios o genéticos y otros puramente locales. Además, el tejido óseo vivo es muy maleable. Durante el crecimiento se produce una serie de renovaciones de las capas óseas, especialmente en el hueso perióstico que denota las reacciones a los esfuerzos o las

tracciones a las que está sometido. De este modo se originan los canales, por los que transitan elementos vasculares o nerviosos, así como las salientes óseas y las irregularidades, expresiones de inserciones musculares. Estas influencias extremas repercuten en la arquitectura del hueso.

Cuando el tejido óseo compacto se espesa por la acción de una presión o tracción importante, el tejido óseo esponjoso orienta sus trabéculas en el sentido de la presión que soporta. En los huesos sometidos a esfuerzos complejos (cuello del fémur, astrágalo, calcáneo), la orientación de las trabéculas depende de la transmisión de las fuerzas y se adapta a las funciones propias de la estática y la locomoción. El crecimiento no detiene las modificaciones de la forma del hueso vivo. El hueso es asiento de constantes transformaciones. Los fenómenos de destrucción y formación ósea ocurren durante toda la vida y tienden a equilibrarse en el adulto. En la vejez predominan los procesos de destrucción, el tejido óseo se enrarece y el esqueleto se vuelve más frágil.

Así, el esqueleto vivo funciona como un verdadero órgano, ricamente vascularizado, en el que se producen modificaciones fisicoquímicas de enorme repercusión y estrechamente relacionadas con la nutrición. (Latarjet y Liard, 2006).

Artrología

Es la parte de la anatomía que estudia las articulaciones. Se profundizará sobre sus diferentes clasificaciones y las especificaciones de cada una.

• Clasificación según su grado de movimiento:

- Articulaciones inmóviles: sinartrosis
- Articulaciones semimóviles: anfiartrosis
- Articulaciones móviles: diartrosis

• Clasificación según el tejido articular:

- Articulaciones fibrosas: tienen tejido interpuesto

- Articulaciones cartilaginosas: tienen cartílago interpuesto
- Articulaciones sinoviales: tienen líquido sinovial

Las articulaciones se encuentran revestidas por un cartílago articular hialino que se adhiere íntimamente al hueso. Es de coloración blanquecina. Maleable, extensible y comprensible, se deforma ante la influencia de presiones, para retornar a su espesor original cuando éstas cesan.

La extensión del revestimiento cartilaginoso es directamente proporcional a los movimientos de la articulación, y es más extenso en las articulaciones muy móviles. Su espesor varía entre 0,2 y 2 mm. Es más grueso en los puntos de presión y de deslizamiento de la articulación. Así, es más grueso en el vértice de las cabezas humeral y femoral y más delgado hacia el fondo o centro de la cavidad glenoidea y del acetábulo. Su desaparición acarrea el desgaste rápido de hueso por presión y frotamiento recíproco.

Sinartrosis. Articulaciones fibrosas o sinfibrosis

- Suturas: los huesos que proceden directamente de un esbozo membranoso están unidos por tejido fibroso de fibras cortas, y quedan inmovilizados. Este tipo de articulación se encuentra entre los huesos del cráneo y los de la cara
- Sindesmosis: los huesos se encuentren unidos por fibras de mayor longitud (membranas interóseas, ligamentos), lo que permite una movilidad más amplia.
- Gonfosis: una prolongación de forma de clavija o espina se introduce en un hueco o alvéolo y es mantenida en su posición por fibras cortas (entre la raíz del diente y el alvéolo)

Sinartrosis. Articulaciones cartilaginosas o sincondrosis

Las superficies articulares poseen cartílago hialino o fibrocartílago que une a los diversos huesos (articulaciones condrocostales)

- Cartílago epifisario (cartílago de crecimiento): es una articulación transitoria, la unión entre la epífisis y la diáfisis mediada por cartílago; luego desaparecerá cuando se suelden ambas partes.

Sinartrosis. Articulaciones óseas

Las soldaduras óseas entre huesos se denominan sinostosis. Estas articulaciones óseas son completamente inmóviles. Ejemplos: entre el esfenoides y el occipital, entre los cuerpos vertebrales del sacro.

Anfiartrosis

En este tipo de articulación, las superficies articulares poseen formaciones de cartílago hialino o fibrocartilaginosas que se interponen entre ambos huesos, carecen de cavidad sinovial y presentan ligamentos periféricos que rodean la articulación.

- Sínfisis: presentan un fibrocartílago interpuesto entre las superficies articulares (disco intervertebral, sínfisis púbica). Los movimientos son limitados y de poca amplitud individual. Actuando en forma conjunta proveen absorción de fuerzas de choque, fuerza y flexibilidad.

Diartrosis

Son las articulaciones que presentan cavidad sinovial. Son muy móviles, particularmente interesantes por su complejidad anatómica y su diversidad funcional. Tienen en común las formaciones anatómicas de base que las constituyen.

- Las superficies óseas están revestidas de cartílago, por lo general de tipo hialino
- Los huesos están unidos por una cápsula articular y ligamentos
- La cápsula presenta un revestimiento sinovial en su cara interior

Grados de libertad de las articulaciones: con frecuencia es útil comparar los movimientos de los huesos como rotaciones alrededor de ejes perpendiculares entre sí. Cuando el movimiento de un hueso, en una articulación, está limitado a la rotación sobre un solo eje, se llama uniaxial y posee únicamente un grado de libertad. Si tiene movimientos independientes alrededor de dos ejes, la articulación será biaxial y tendrá dos grados de libertad. Si puede moverse en los tres ejes ortogonales, tendrá tres grados de libertad. Si se mueve alrededor de muchos ejes de posición intermedia, la articulación será multiaxial. (Latarjet y Liard, 2006).

Cápsula y ligamentos

Constituyen un dispositivo que asegura el contacto entre las superficies articulares. La cápsula se inserta en el hueso en la vecindad del revestimiento del cartílago articular. La disposición de la cápsula articular como un manguito fibroso está condicionada a las superficies articulares. Su espesor es variable y depende de la fisiología articular. Presenta engrosamiento en los lugares donde se ejercen fuerzas de tracción, que constituyen los ligamentos. En la articulación del codo y en la articulación talocrural, los ligamentos son bien diferenciados y espesos en sus partes laterales, mientras que la cápsula es delgada por los amplios movimientos de flexión y extensión.

Los ligamentos son de resistencia considerable, le confieren a la articulación gran firmeza, como en el caso de la rodilla, que es capaz de resistir una fuerza de 415kg sin desgarrarse. Son sólidos y flexibles y presentan una elasticidad variable:

- Ligamentos fibrosos: prácticamente inextensibles, su extensión limita el movimiento.
- Ligamentos elásticos: son algo más extensibles, como, por ejemplo, los ligamentos amarillos de las articulaciones vertebrales.

Con la edad los ligamentos pierden su elasticidad y flexibilidad, se vuelven más rígidos y con mayor tendencia a acortarse. Pero esto depende en gran parte de las exigencias a las que se los ha sometido. Así, el ejercicio físico tiende a mantener la flexibilidad aún en individuos de edad avanzada. (Latarjet y Liard, 2006).

Movimientos de las articulaciones

Se refieren al estudio de los desplazamientos de las superficies articulares entre sí. Son los siguientes:

- Flexión: indica el doblez o la disminución del ángulo formado entre huesos o partes del cuerpo.
- Extensión: indica el enderezamiento o aumento del ángulo formado entre huesos o partes del cuerpo.
- Abducción: que se aleja del plano sagital mediano, separación
- Aducción: que se dirige hacia el plano sagital mediano, aproximación

- Rotación: movimiento de un segmento alrededor de su eje longitudinal. La rotación puede ser medial o lateral
- Pronación: movimiento del antebrazo y la mano que rota al radio medialmente, alrededor de su eje longitudinal, de manera que la palma quede hacia atrás
- Supinación: movimiento del antebrazo y la mano que rota al radio lateralmente, alrededor de su eje longitudinal, de manera que la palma quede hacia adelante.
- Circunducción: este movimiento resulta de la sucesión de los movimientos precedentes. Puede efectuarse hacia adelante o hacia atrás
- Oposición: es el movimiento por el cual se aproximan el pulpejo del pulgar al pulpejo de cualquier otro dedo de la mano
- Elevación: es el movimiento que mueve un segmento hacia arriba
- Descenso: es el movimiento que mueve un segmento hacia abajo
- Eversión: es el movimiento que aleja a la planta del pie del plano mediano del cuerpo, ubicándola lateralmente
- Inversión: es el movimiento que aproxima a la planta del pie al plano mediano del cuerpo, ubicándola medialmente

Existen movimientos simples y complejos. Los simples se refieren a la flexo-extensión y la abducción-aducción, a la rotación lateral o a la rotación medial. Los complejos surgen de la combinación de varios movimientos simples de base.

Tejido muscular

Los músculos son formaciones anatómicas que gozan de la propiedad de contraerse, es decir, de disminuir su longitud bajo el influjo de una excitación. (Latarjet y Liard, 2006).

Todo nuestro sistema muscular es ejecutado por tres tipos de músculos (Ilustración 6):

- Liso: músculos involuntarios, no están bajo nuestro control consciente. Lo encontramos por ejemplo en las paredes de los vasos sanguíneos y paredes de órganos internos.

- Cardíaco: también son músculos involuntarios que no están bajo nuestro control consciente. Se controla mediante el sistema nervioso central y endócrino y lo hallamos únicamente en el corazón.

- Esquelético: estos músculos son los que controlamos conscientemente, por eso también se los denomina voluntarios. Rodean al esqueleto y lo capacitan para moverse mediante más de 600 músculos esqueléticos gracias al sistema nervioso central. (Wilmore y Costille, 2015)

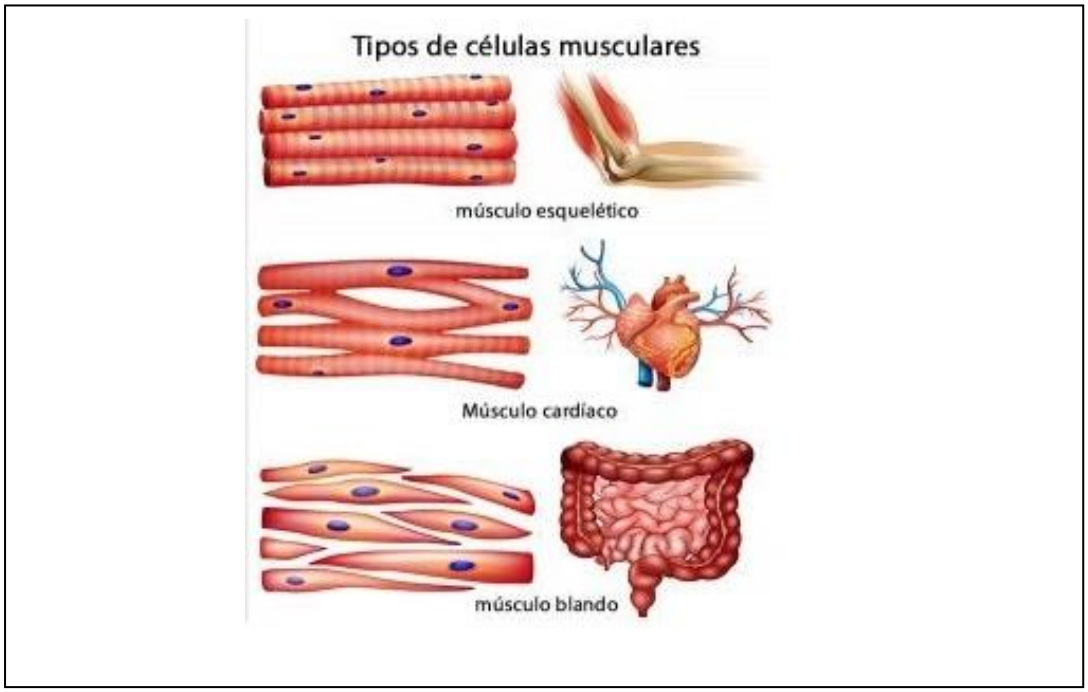


Ilustración 6. Aquí podemos observar los diferentes tipos de músculos nombrados previamente.

Sin adentrarnos en una compleja explicación sobre el sistema nervioso, ya que es un tema que abarcaremos próximamente, es importante comprender que los músculos, más precisamente, las fibras musculares que son la unidad estructural de los músculos, se conectan con nuestro sistema nervioso mediante neuronas motoras, brindándonos consciencia sobre nuestras acciones musculares. (Wilmore y Costill, 2015).

Los músculos se fijan por sus extremos a superficies llamadas puntos de inserción, casi todos ellos están situados en la piel (músculos cutáneos), en las mucosas (lengua, labios), o en un órgano blando (ojo, sinovial, fascia). (Latarjet y Liard, 2006).

Tendones

Es el modo de inserción de los músculos. Es muy raro que un músculo se inserte directamente, por lo general, lo hace por intermedio de un tendón. Éste es una estructura fibrosa que prolonga el músculo hasta su punto de inserción. (Ilustración 7) La unión de la fibra muscular con el tendón está asegurada por un conjunto de fibrillas conjuntivas que de manera gradual se transforman en fibras tendinosas. Los tendones tienen siempre coloración blanquecina, brillante, nacarada. Son muy resistentes y prácticamente inextensibles: la contracción del músculo puede así actuar sin retardo, sin pérdida de fuerza frente a la palanca puesta en movimiento. (Latarjet y Liard, 2006).

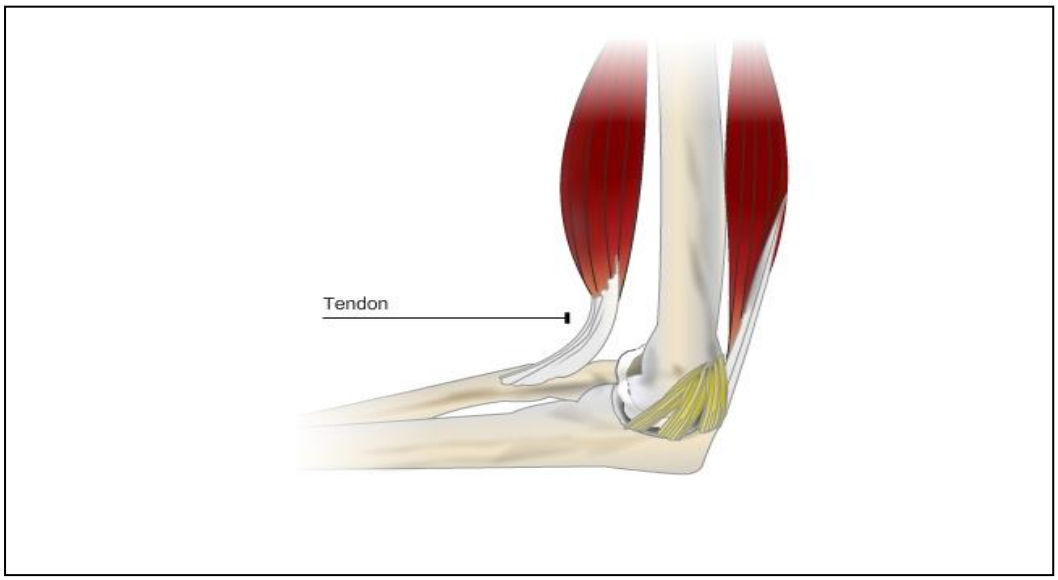


Ilustración 7. En la ilustración podemos observar la diferenciación entre hueso, tendón y músculo.

Coordinación de las contracciones musculares en el movimiento

Un movimiento implica la contracción de un grupo muscular y su acción. Los músculos que participan en un movimiento determinado se denominan agonistas. Aquellos que se oponen a los agonistas y que por su contracción pueden invertir o impedir un movimiento se llaman antagonistas. Por ejemplo, en la flexión del antebrazo sobre el brazo, el bíceps es el agonista, y el tríceps, el antagonista. Por el contrario, en la extensión del brazo es el tríceps el agonista y el bíceps es el antagonista.

Los músculos fijadores son aquellos que por su contracción fijan un segmento del

cuerpo para permitir un apoyo básico en los movimientos ejecutados por otros músculos. Por ejemplo, la fijación de los músculos abdominales para permitir el deslizamiento del brazo contra una resistencia. Dentro de los músculos fijadores distinguimos un tipo especial, los músculos sinergistas. Estos músculos permiten a los agonistas ejecutar su acción en una articulación distante; los extensores de los dedos y los extensores del carpo mantienen extendida la región del carpo y de la mano durante la prensión.

Un músculo puede tener una acción doble, por ejemplo, el bíceps al actuar como flexor del antebrazo sobre el brazo y participa en la supinación del antebrazo juntamente con el supinador. (Latarjet y Liard, 2006).

Sistema Nervioso Central

El movimiento no sería posible sin el sistema nervioso. Al igual que el esqueleto permanece inmóvil sin la aplicación de fuerza por los músculos, los propios músculos no se pueden mover a menos que sean activados por el sistema nervioso. Éste planifica, inicia y coordina todos los movimientos. Toda actividad fisiológica en el cuerpo humano puede ser influida por el sistema nervioso. Los nervios proporcionan los hilos a través de los cuales se reciben y se mandan los impulsos eléctricos a virtualmente todas las partes del cuerpo. El sistema nervioso es uno de los sistemas más complejos del cuerpo. Muchas de sus funciones todavía no se conocen con claridad, a continuación, se describe una visión general del mismo y cuestiones específicas relacionadas con el movimiento y el ejercicio. y Costill, 2015).

Estructura y función:

Las neuronas son fibras nerviosas o células nerviosas individuales. Tienen un cuerpo celular o soma, tienen dendritas y tienen un axón.

El cuerpo celular contiene el núcleo. Irradiando hacia afuera desde el cuerpo celular están los procesos celulares: las dendritas y el axón. En el lado del axón, el cuerpo celular deriva hacia una región en forma de cono conocida como la prominencia del

axón. Desempeña una importante función en la conducción de los impulsos (Ilustración 8).

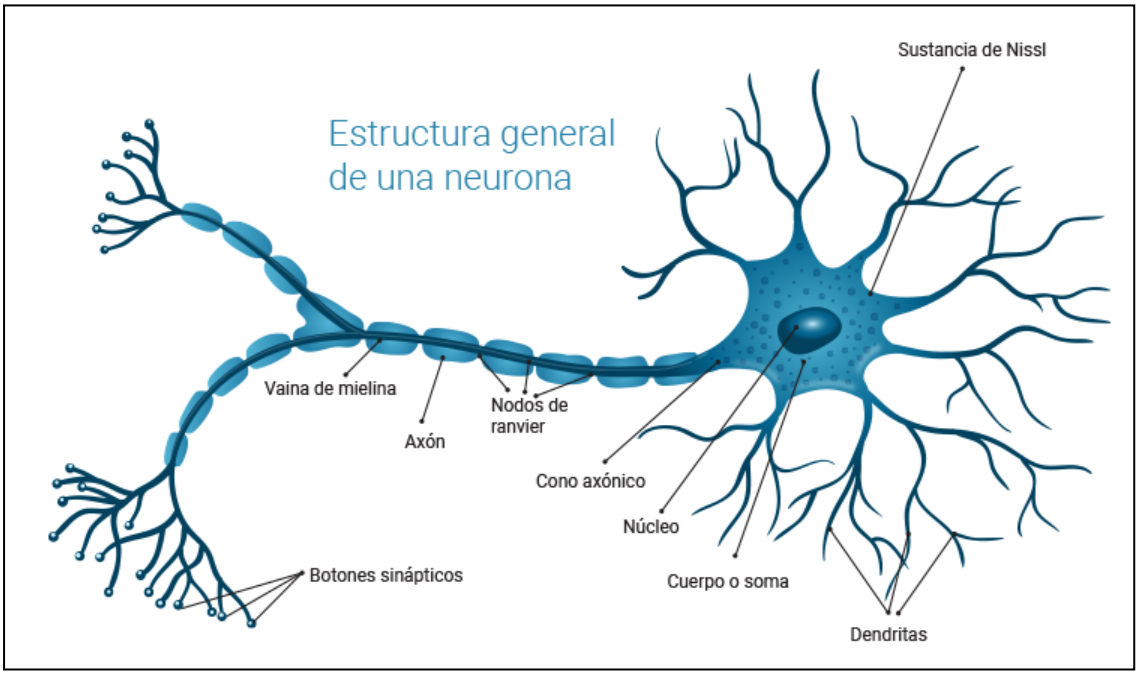


Ilustración 8. En la ilustración podemos observar la estructura de la neurona.

La mayoría de las neuronas contienen muchas dendritas. Éstas son las receptoras de la neurona. La mayoría de los impulsos que llegan al nervio, desde estímulos sensores o desde neuronas adyacentes, entran normalmente en la neurona a través de las dendritas. Estos procesos llevan entonces los impulsos hacia el cuerpo celular.

Por otro lado, la mayoría de las neuronas sólo tienen un axón. El axón es el transmisor de la neurona que lleva los impulsos fuera del cuerpo celular. Cerca de su extremo, un axón se divide en numerosas ramas. Éstas son los terminales del axón, o fibrillas terminales. Las puntas de estos terminales se dilatan en diminutos bulbos conocidos como protuberancias sinápticas. Estas protuberancias albergan números vesículas (sacos) llenas de sustancias químicas, conocidas como neurotransmisores, que se usan para la comunicación entre una neurona y otra célula.

Sinapsis y sinapsis química:

Esto nos lleva a hablar de la sinapsis. Las neuronas se comunican entre sí a través de la sinapsis y es el lugar de transmisión del impulso de una neurona a otra. El tipo más

frecuente es la sinapsis química, en la que centraremos nuestra atención. Mediante la sinapsis entonces, se mueve el impulso nervioso que se inicia en una neurona y viaja hasta otra. (Ilustración 9).

Una sinapsis entre dos neuronas incluye:

- Los terminales del axón de la neurona que transmiten el impulso
- Los receptores sobre la segunda neurona
- El especio entre estas estructuras

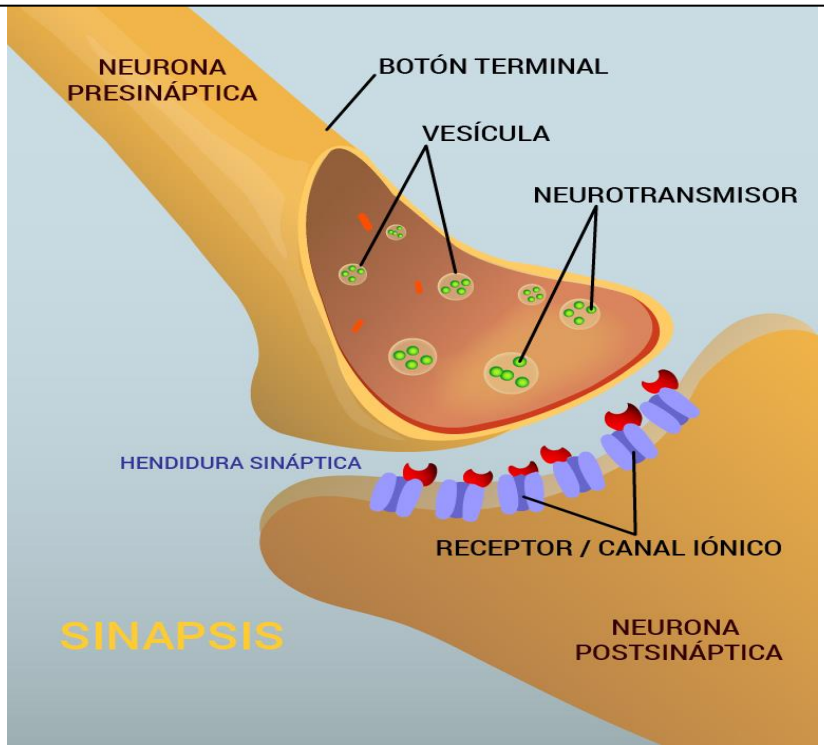


Ilustración 9. Observando la ilustración, podremos comprender mejor lo expuesto relacionado a la sinapsis química.

La neurona que envía el impulso a través de la sinapsis recibe el nombre de neurona presináptica, por lo que los terminales del axón son terminales presinápticos. Asimismo, la neurona que recibe el impulso en el lado opuesto de la sinapsis recibe la denominación de neurona postsináptica y tiene receptores postsinápticos. Los terminales del axón y los receptores postsinápticos no están físicamente en contracto entre sí. Una estrecha abertura, el canal o hendidura sináptica, los separa.

Un impulso nervioso puede transmitirse a través de una sinapsis sólo en una dirección: desde los terminales del axón de la neurona presináptica hasta los receptores postsinápticos, generalmente en las dendritas de la neurona postsináptica. Los impulsos también pueden ir directamente hasta los receptores del cuerpo celular: aproximadamente del 5% al 20% de los terminales de los axones están junto al cuerpo celular en lugar de junto a las dendritas.

Las terminales presinápticas del axón contienen un gran número de estructuras en forma de saco, denominadas vesículas sinápticas. Estos sacos contienen sustancias químicas neurotransmisoras.

Cuando el impulso llega a los terminales presinápticos, las vesículas sinápticas reaccionan lanzando sus sustancias químicas al canal sináptico. Entonces, estos neurotransmisores se difunden a través del canal sináptico hasta los receptores postsinápticos de la neurona. Estos receptores fijan el neurotransmisor una vez de difunde a través del canal sináptico. Cuando se produce esta captura, el impulso se ha transmitido con éxito a la siguiente neurona y puede seguir transmitiéndose hacia adelante. (Wilmore y Costill, 2015).

Unión Neuromuscular

Mientras que las neuronas se comunican con otras neuronas en la sinapsis, una neurona motora se comunica con una fibra muscular en un lugar conocido como unión neuromuscular. La función de la unión neuromuscular es esencialmente la misma que la de una sinapsis. De hecho, la parte proximal de una unión neuromuscular es la misma: comienza con los terminales del axón de la neurona motora, que libera neurotransmisores en el espacio entre las dos células. No obstante, en la unión neuromuscular, los terminales del axón se expanden formando discos planos llamados placas terminales motoras. En la unión muscular, el impulso es recibido por una fibra muscular (Wilmore y Costill, 2015).

Capacidades condicionales

Concepto

El concepto de capacidad condicional está vinculado al rendimiento físico de un individuo. Las capacidades condicionales son cualidades funcionales y energéticas desarrolladas como consecuencia de una acción motriz que se realiza de manera consciente. Estas capacidades, a su vez, condicionan el desarrollo de las acciones.

La fuerza, la resistencia, la flexibilidad y la velocidad son capacidades condicionales. Cuando se lleva a cabo una actividad física, se ejecuta una capacidad. Dichas capacidades son innatas, pero pueden mejorarse a través de la adaptación física y del entrenamiento.

Puede decirse que las capacidades condicionales son internas del organismo y están determinadas por la genética, más allá de lo mencionado respecto a la posibilidad de mejoramiento. Todas las personas desarrollan de manera natural una cierta capacidad de velocidad, flexibilidad, resistencia y fuerza.

Fuerza:

Si bien es un concepto que todos usamos en el habla cotidiana, en el ámbito del deporte adquiere un significado un tanto diferente. No sólo se trata de la capacidad de enfrentar grandes pesos sino de llevar a cabo una serie de gestos técnicos con el mayor grado de intensidad posible sin que varíe el nivel de ejecución.

Resistencia:

La resistencia es lo que nos da la posibilidad de soportar una determinada carga exhibiendo un grado ínfimo de fatiga. La resistencia se mide en base al tiempo que toma la actividad y a la serie de esfuerzos que se van acumulando a lo largo de la misma.

Velocidad:

Para los deportistas, la velocidad no es solamente la capacidad de moverse de un punto a otro en poco tiempo, sino también la que les permite dar respuestas motrices adecuadas y rápidas según los estímulos recibidos a lo largo de una práctica. Podríamos decir que es similar a lo que en el habla cotidiana llamamos ‘buenos reflejos’, aunque en este caso, exige un gran trabajo de desarrollo y mantenimiento.

Flexibilidad:

Si bien por lo general asociamos la flexibilidad a los gimnastas que deben adoptar poses extremas, este concepto hace alusión a la capacidad del cuerpo de adoptar cualquier forma sin sufrir lesiones. En otras palabras, se puede decir que la flexibilidad es la suma de la elasticidad muscular y la movilidad de las articulaciones. Para llevar a cabo todas acciones que exige un deporte en particular disminuyendo al mínimo el riesgo de lesión es necesario gozar de una gran amplitud de movimiento.

Además de estas capacidades físicas condicionales existen otros tipos de capacidades físicas, como las coordinativas, aquellas que para dar la oportunidad de llevar a cabo ciertos movimientos que exige el deporte vuelve necesario contar con un control adecuado de determinados segmentos del cuerpo.

En otras palabras, cuando un deportista tiene que realizar ciertos movimientos técnicos de forma medida y precisa, condicionado por un límite de tiempo y por determinadas características del espacio de juego, por ejemplo, es necesario controlar partes del cuerpo específicas para adaptarse a dichas limitaciones y coordinar las acciones. (Julián Pérez Porto y Ana Gardey, 2016).

Flexibilidad

Concepto:

La posibilidad de una articulación de cumplir con los movimientos para los que está estructuralmente conformada denota su flexibilidad. Ello exige la integridad anatómica de la totalidad de sus componentes. Las alteraciones de elementos varios repercuten disminuyendo la función articular a causa de las molestias mecánicas y el dolor que provocan. Así, el músculo, como es un ligamento activo, debe tenerse presente; una disminución de la elasticidad muscular transforma al músculo en un freno, que limita los movimientos. Esto se observa cuando un grupo muscular se encuentra hipertrofiado por ejercicios dirigidos a un único sector o cuando se mantiene inmovilizado durante mucho tiempo (fijación por yeso en las fracturas óseas). El movimiento necesita además de la descontracción muscular (relajación muscular), lo que facilita el juego funcional, repercutiendo en la articulación (de ahí la importancia de la educación física coordinada).

En el niño la cápsula articular es más elástica y los ligamentos, más extensibles. Existen diferencias individuales y de sexo en la elasticidad articular que veremos más adelante. Una gimnasia técnicamente dirigida, en el contexto de una vida higiénica, ayuda y permite a las articulaciones mantener por largo tiempo su elasticidad y flexibilidad; el ejercicio debe orientarse a no descuidar ningún grupo musculo articular. Éste es el fundamento articular.

La flexibilidad es un componente importante a desarrollar tanto en el área competitiva como en el área recreacional del deporte. Resulta determinante en deportes que requieren la habilidad de moverse cómodamente a través de un amplio rango de movimiento (Olyvia Donti y colaboradores, 2017).

Aquí detallaremos definiciones de distintos autores, permitiendo el esclarecimiento del concepto de esta capacidad.

La flexibilidad es definida como el rango de movimiento libre de dolor de una articulación o conjunto de articulaciones involucradas. (William, A. Sands y colaboradores. 2015).

La flexibilidad se focaliza en incrementar la longitud de la unidad músculo – tendón, en incrementar la distancia entre el origen de un músculo y su inserción (Phil Page, y colaboradores 2012).

La flexibilidad es una característica física definida como la habilidad de voluntariamente mover una articulación a través de su máximo rango de movimiento. (Dantas E, et al. Biomedical Human Kinetics, 2011).

Nomenclatura y malentendidos

Estiramiento es el método, por el cual la flexibilidad viene como resultado. Estiramiento es la elongación del complejo músculo-tendón por la aplicación de una fuerza o torque que pone al complejo músculo-tendón en su máxima longitud. Movilidad es una expansión del concepto de flexibilidad, donde se agrega el concepto de fluidez y la facilidad del movimiento coordinado. Hiperlaxitud se refiere a una condición que implica flexibilidad extrema, en parte debido a anomalías genéticas que

influencia la extensibilidad y elasticidad del tejido conectivo. (William, A. Sands y colaboradores. 2015).

Prescripción

Para la prescripción del entrenamiento de la flexibilidad en general, el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACoS) recomienda estiramiento estático para la mayoría de las personas precedido por una entrada en calor activa, de por lo menos 2 a 3 veces por semana. Cada estiramiento debería ser sostenido entre los 15 a 30 segundos y repetido 2 a 4 veces. (Medicine ACoS. Guías para ejercicio y prescripción. Williams Wilkins; 2006)

Entrenar la flexibilidad como parte de la entrada en calor, reduce la tensión pasiva e incrementa el rango de movilidad durante el ejercicio. En general, parece que la técnica estática es más beneficiosa para deportes que requieran flexibilidad como la gimnasia, la danza, etc. El estiramiento dinámico resulta ser mejor para deportes de correr o saltar, como el básquet, atletismo, etc. (Phil Page, 2012)

Entre los 6 a 11 años resulta ser una edad clave para desarrollar la flexibilidad, debido a ser un período sensible de cambios morfológicos. (Olyvia Donti y colaboradores, 2017).

Actividad Refleja

Un reflejo es una repuesta preprogramada, analizaremos la actividad refleja presente en los husos musculares y en los órganos tendinosos de Golgi.

Husos musculares

Los husos musculares son estructuras que se hallan entre fibras musculares esqueléticas, denominadas fibras extrafusales (fuera de los husos). Un huso muscular está compuesto por entre 4 y 20 fibras musculares especializadas, llamadas fibras intrafusales (dentro del huso). Puesto que el huso está unido a las fibras extrafusales, siempre que estas fibras se elongan, la región central del huso muscular también lo hará.

Las terminaciones nerviosas sensoras que envuelven esta región central del huso muscular trasmiten información a la médula espinal cuando esta región se elonga, informando al Sistema Nervioso Central sobre la longitud del músculo. En la médula

espinal, se dispara una contracción muscular refleja a las fibras extrafusales, para resistir un mayor estiramiento.

Estos impulsos no finalizan en la médula espinal, son llevados a partes más altas del Sistema Nervioso Central, aportando información al cerebro sobre la longitud exacta y el estado contráctil del músculo y la velocidad a la que se está modificando. Esta información es esencial para el mantenimiento del tono muscular y de la postura, y para la ejecución de los movimientos. Antes de que el cerebro pueda decir a un músculo qué debe hacer a continuación, el cerebro debe saber qué es lo que está haciendo el músculo en aquel momento. (Wilmore y Costill, 2015).

El tejido muscular puede ser clasificado de acuerdo al especto histológico de los miocitos (fibras musculares) al ser observados al microscopio óptico de luz, de tal forma que el tejido muscular será estriado cuando sus células presenten estriaciones transversales -las cuales corresponden a los mio-filamentos organizados en una estructura funcional denominada sarcómero-, y liso cuando no hay estriaciones transversales. (Freddy Moreno, 2015)

Si bien la función de las fibras musculares es acortarse mediante la contracción y una vez finalizado el estímulo volver a su posición inicial, el sistema locomotor puede someter a estiramiento a las fibras musculares hasta un límite morfo-funcional. Es por ello, que el músculo estriado esquelético cuenta con receptores de estiramiento especializados reconocidos como husos neuromusculares, los cuales le permiten al sistema nervioso central monitorear continuamente la posición del sistema locomotor y el estado de contracción y estiramiento de los fascículos musculares que constituyen los músculos. (Freddy Moreno, 2015)

Órgano tendinoso de Golgi

Los órganos tendinosos de Golgi son receptores sensoriales, a través de los cuales pasa un pequeño haz de fibras de tendones musculares. Situados en los tendones, próximos al tejido muscular. Aproximadamente entre 5 y 25 fibras musculares suelen estar conectadas con cada órgano tendinoso de Golgi. Mientras los husos musculares controlan la longitud de un músculo, estas estructuras son sensibles a la tensión en el complejo músculo-tendón y operan como un indicador en la intensidad del esfuerzo, un

instrumento que percibe los cambios en la tensión. Su sensibilidad es tan grande que puede reaccionar a la contracción de una sola fibra muscular.

Estos receptores son sensores de naturaleza inhibidora, llevando a cabo una función protectora, reduciendo las posibilidades de que se produzcan lesiones. Cuando son estimulados, estos receptores inhiben los músculos que se contraen (agonistas) y excitan los músculos antagonistas. (Wilmore y Costill, 2015).

Estructura de los husos neuromusculares

Los husos neuromusculares corresponden a receptores encapsulados, fusiformes (estrechos en sentido transversal, alargados en sentido longitudinal y dispuestos en sentido del eje de contracción de los fascículos musculares), que miden entre 5 y 10 milímetros de longitud y que transmiten información sobre el grado de estiramiento -longitud- de un músculo debido a su capacidad de sensar la tensión (Ilustración 10). Cada huso neuromuscular asociado a un fascículo de fibras musculares estriadas esqueléticas (fibras extrafusales) se encuentra constituido por:

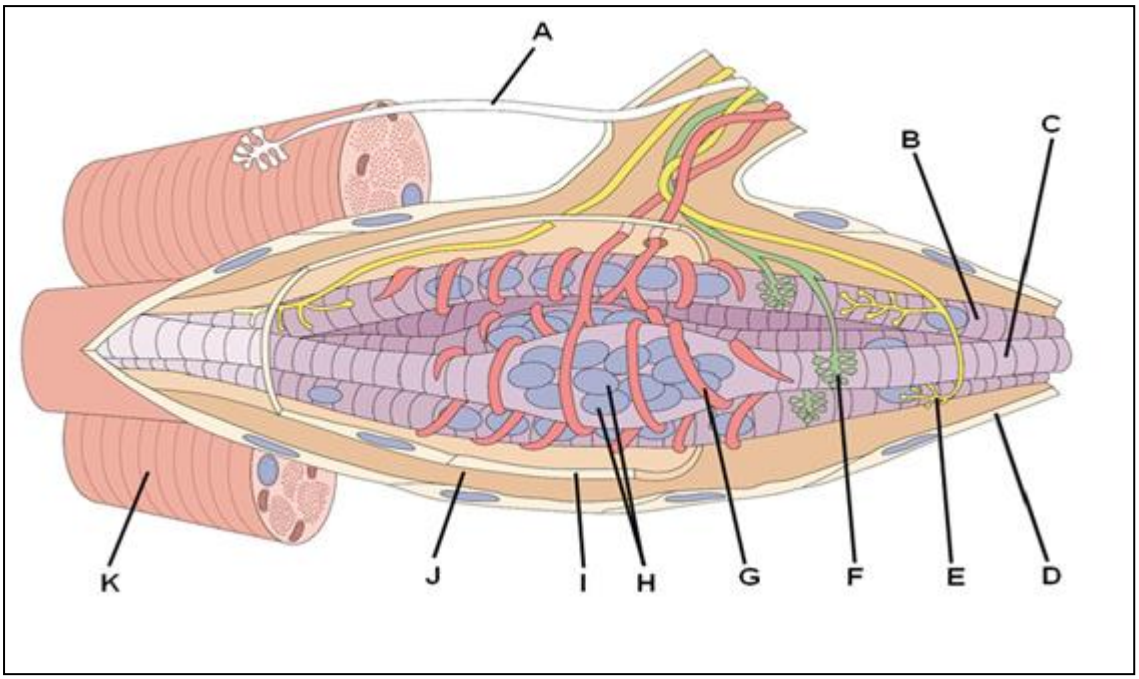


Ilustración 10. Representación gráfica del huso neuromuscular -corte longitudinal- Descripción histológica del huso neuromuscular. Extraído del libro Salutem Scientia Spiritus 2015; pág. 48-52. Utilizado en el programa académico de medicina de la Pontificia Universidad Javeriana Cali.

A. Neurona motora alfa
B. Fibra de cadena nuclear
C. Fibra de bolsa nuclear
D. Cápsula externa
E. Fibra sensitiva del grupo II
F. Neurona motora gamma estática
G. Fibra sensorial aferente del grupo Ia
H. Núcleos de la fibra de bolsa nuclear
I. Cápsula interna
J. Espacio intrafusal
K. Fibra extrafusal

• Una cápsula externa de tejido conectivo denso irregular rodeada por el endomisio o por el perimisio de acuerdo a la ubicación dentro del fascículo muscular.

• Una cavidad o espacio intrafusal que contiene líquido intersticial, la cual, a su vez, puede subdividirse en el espacio periaxial interno entre la cápsula externa y la cápsula interna y el espacio periaxial interno entre la cápsula interna y las fibras intrafusales.

• Una cápsula interna que rodea un grupo de células musculares modificadas llamadas fibras intrafusales, un grupo de fibras nerviosas y capilares continuos.

Estas células o fibras intrafusales corresponden a:

• Dos a cuatro fibras de bolsa –saco– nuclear con núcleos redondeados aglomerados en el centro de la fibra en una bolsa no contráctil. Estas fibras pueden ser dinámicas o estáticas.

• Seis a ocho fibras de cadena nuclear con los núcleos centrales organizados en hilera o forma de cadena en el centro de la fibra.

Ambas fibras intrafusales se relacionan con fibras nerviosas sensitivas que envían información desde el huso (aferentes) hacia la médula espinal y fibras nerviosas motoras que reciben información hacia el huso (eferentes) desde la médula espinal.

De esta forma, cuando el fascículo muscular se estira, las terminaciones de los nervios sensitivos se activan y envían impulsos a la médula espinal para que el huso module la actividad de las unidades motoras a través de neuronas motoras alfa con el propósito de evitar un estiramiento excesivo que afecte la integridad de las fibras musculares extrafusales (fibras musculares estriadas esqueléticas constituyentes de los fascículos).

Dentro del huso neuromuscular, una única fibra nerviosa sensorial mielinizada aferente (grupo Ia) rodea a manera de un espiral las fibras intrafusales a nivel de la región central no contráctil en donde se encuentran los núcleos, conformando las terminaciones sensoriales primarias, dinámicas o Ia.

Asimismo, fibras nerviosas motoras eferentes (grupo II) rodean las fibras intrafusales y conforman las terminaciones nerviosas secundarias, estáticas o II. Por otro lado, las regiones proximales contráctiles de las fibras intrafusales reciben dos tipos de neuronas motoras, así las fibras de la bolsa nuclear dinámicas están inervadas por una neurona motora gamma dinámica, y las fibras de la cadena nuclear estáticas por una neurona motora gamma estática. (Freddy Moreno, 2015)

Fisiología del huso neuromuscular

En la medida que el músculo estriado esquelético se estira y tras la liberación de acetilcolina, la neurona motora gamma activa los extremos proximales de las fibras intrafusales de tal forma que las regiones centrales se estiran, lo que ocasiona que se abran canales iónicos y se genere un potencial de acción por la entrada de sodio en los extremos sensitivos; por lo tanto, en la medida que aumente el potencial de acción aumenta la sensibilidad al estiramiento de las fibras intrafusales.

De esta forma, cuando un músculo resulta estirado, las fibras nerviosas sensoriales primarias (dinámicas del grupo Ia) responden y transmiten los cambios de longitud y de velocidad del músculo a la médula espinal en forma de cambios en el ritmo de los potenciales de acción; mientras las fibras nerviosas sensoriales secundarias (estáticas del grupo II) responden solo a los cambios de longitud del músculo.

Este proceso es modulado por las neuronas motoras gamma, las cuales se insertan en los extremos proximales contráctiles de las fibras intrafusales, de tal manera que estiran en ambas direcciones la región central no contráctil, activan las terminaciones nerviosas

sensoriales primarias y secundarias, y ajustan la sensibilidad del huso neuromuscular a partir del estímulo de las terminaciones dinámicas sin causar la contracción de las fibras de la bolsa nuclear estáticas.

Por lo tanto, las señales aferentes de la fibra nerviosa del grupo Ia, se transmiten a muchas neuronas motoras alfa para propagarse a través de las fibras musculares extrafusales del fascículo asociado y desde allí a todo el músculo correspondiente; esto con el propósito de generar fuerza y resistir el estiramiento. Así, las señales aferentes de la fibra nerviosa del grupo Ia se transmiten a través de interneuronas que inhiben neuronas motoras alfa de los músculos antagonistas, causando su relajación. (Freddy Moreno, 2015)

Principios del entrenamiento

Al examinar las reacciones agudas al ejercicio, nos ocupamos de la reacción inmediata del cuerpo a una serie individual de ejercicio. Por otro lado, el cuerpo también responde a lo largo del tiempo a las series repetidas de ejercicio

Cuando realizamos ejercicios regulares durante un número determinado de semanas, nuestro cuerpo se adapta. Las adaptaciones fisiológicas que se producen con la exposición crónica al ejercicio mejoran tanto nuestra capacidad como nuestra eficacia en el ejercicio. Con el entrenamiento contra resistencia, nuestros músculos se fortalecen. Con el entrenamiento aeróbico, nuestro corazón y nuestros pulmones ganan eficacia y nuestra capacidad de resistencia se incrementa. Estas adaptaciones son altamente específicas del tipo de entrenamiento que se sigue.

A continuación, se enuncian los principios básicos del entrenamiento, y se analizan las adaptaciones fisiológicas específicas que tienen lugar con el ejercicio o con el entrenamiento crónico. Varios principios pueden aplicarse a todas las formas de entrenamiento físico.

Principio de individualidad

No todos nacemos con las mismas capacidades para adaptarnos al entrenamiento. La herencia determina un rol muy importante. Las variaciones en los ritmos de crecimiento celular, en el metabolismo y la regulación nerviosa y endocrina también llevan a tremendas variaciones individuales. Esta variación individual puede explicar por qué algunas personas muestran grandes mejoras en un programa determinado, mientras otras experimentan pocos o ningún cambio después de seguir el mismo programa. Por estas razones, cualquier programa de entrenamiento debe tener en cuenta las necesidades y las capacidades específicas de los individuos para los que está diseñado.

Principio de especificidad

Las adaptaciones al entrenamiento son altamente específicas al tipo de actividad y del volumen e intensidad del ejercicio ejecutado. Por ejemplo, para mejorar la potencia muscular, un individuo no pondrá el énfasis en las carreras de fondo, ni en el entrenamiento contra resistencia lento de baja intensidad. Del mismo modo, el corredor de fondo no se concentrará en el entrenamiento interválico propio de los esprínteres. Con el principio de especificidad, entonces, el programa de entrenamiento debe forzar los sistemas fisiológicos para un rendimiento óptimo, a fin de lograr adaptaciones de entrenamiento específicas.

Principio de desuso

El entrenamiento mejora nuestras capacidades, pero si interrumpimos los entrenamientos, éstas decaerán a un nivel que sólo satisfará las exigencias de las actividades cotidianas. Un plan de entrenamiento debe incluir un plan de mantenimiento.

Principio de sobrecarga progresiva

Dos conceptos importantes, sobrecarga y entrenamiento progresivo, forman la base de todo entrenamiento. Según este principio, todos los programas de entrenamiento deben incorporar estos componentes. Por ejemplo, para ganar fuerza, sobrecargar significa cargar los músculos más allá del punto en el que normalmente están cargados. Progresiva implica que a medida que los músculos se fortalecer es preciso aplicar una resistencia proporcionalmente mayor para estimular nuevos incrementos de fuerza.

Principio de la periodización

La periodización es la disposición en ciclos graduales de la especificidad, intensidad y volumen de entrenamiento para conseguir niveles máximos de forma física para la competición. Con la periodización, el volumen e intensidad van variando durante el programa de entrenamiento.

Principio de los días duros y fáciles

Los deportistas serios y los entusiastas de la forma física tienden a entrenar duro la mayoría todos los días de la semana durante meses o años. Entrenar duro comprende entrenar a diario a gran intensidad, durante mucho tiempo o ambas cosas a la vez, lo cual introduce poca variación al volumen total de entrenamiento. El cuerpo comienza a sufrir adaptaciones negativas en estas condiciones. Se recomienda alternar los días de mucha intensidad, volumen o ambas, con días de menor intensidad, volumen o ambas. (Wilmore y Costill, 2015).

Métodos de entrenamiento de la flexibilidad

Se encuentran muchísimas técnicas y variables de cada una, pero se observa un consenso científico en agrupar las técnicas en tres grupos.

• Método PNF:
En esta técnica se contrae el músculo que está siendo utilizado durante la técnica a un 75 a 100% de la contracción máxima, sosteniendo por 10 segundos, y luego relajando. La Resistencia puede estar dada por un compañero o con bandas elásticas.

• Método Balístico:
Incluye movimientos rápidos y alternados o también llamados movimientos de “rebote” hasta el punto final del rango de movimiento.

• Método Estático:
La más común y tradicional. Una posición específica es sostenida con el músculo en tensión hasta el punto de percibir una sensación de estiramiento. Luego se repite nuevamente. Puede realizarse con asistencia, ya sea de un compañero, de bandas elásticas o aplicar peso. O puede realizarse solo. (Phil Page, y colaboradores, 2012).

Medición y testeos de la flexibilidad

Básicamente, la flexibilidad puede ser evaluada en términos de grados o de centímetros. Al respecto, si bien los tests que miden la flexibilidad en centímetros son de aplicación fácil y dinámica, resulta prácticamente imposible neutralizar la variable antropométrica individual. Así, por lo general, las personas de tronco y brazos largos y piernas cortas suelen tener mayor rendimiento en este tipo pruebas que los de piernas largas y tronco corto, a pesar de que, eventualmente, los arcos articulares logrados, medidos en grados sean los mismos. Es por ello que, desde el punto de vista de la fidelidad y precisión de los datos aportados, los tests que miden la flexibilidad en grados resultan de mayor utilidad que aquellos que evalúan en centímetros. (Mario Di Santo, 2001).

Entre las distintas alternativas disponibles para evaluar la amplitud de recorrido angular, se encuentran las siguientes:

- Test de Wells y Dillon o Seat and Reach.
- Test de Kraus y Hirshland o Toe Touch.
- Flexómetro de Leighton.
- Goniometría.
- Electrogoniometría.
- Flexitest.
- Medición fotográfica de ángulos articulares (Hunbelle, 1972 y Erich, 1980)

• Test de Wells y Dillon o Seat and Reach

Creado en 1952, sirve para evaluar la flexibilidad en el movimiento flexión de tronco desde la posición de sentado con piernas juntas y extendidas.

Mide la amplitud del movimiento en término de centímetros. En el mismo se utiliza una tarima de madera sobre la cual está dibujada una escala de graduación numérica. El cero de la misma coincide exactamente con el punto tarima donde se apoyan los pies del evaluad quien, flexionando el tronco procura con ambas manos lograr el mayor rendimiento posible. Conforme el ejecutante se aleja de cero, se consideran los centímetros logrados con signo positivo. Si, por el contrario, la persona no alcanza la punta de los pies, se marca los centímetros que faltan para el cero, pero con un signo negativo.

Sin duda alguna, el test de Wells y Dillon constituye un recurso verdaderamente ágil y dinámico cuando la intención es la de evaluar masivamente a una gran de personas. Sin embargo, presenta una serie de desventajas que podrían resumirse brevemente de la siguiente manera:

No neutraliza las variables individuales. Así, sujetos de tronco y brazos largos y piernas cortas se ven notablemente favorecidos. Un claro ejemplo de esta desventaja está representado por la experiencia de Chang, Bushbacher y Edlich (1988) quienes evaluaron la flexibilidad de levantadores de pesas y no levantadores a través del método goniométrico y del test de Seat and Reach. Curiosonamente los resultados indicaron que, a través del test de Wells y Dillon los levantadores eran más flexibles que los no levantadores. Sin embargo, por medio de la medición goniométrica ocurrió exactamente lo contrario.

Tampoco neutraliza el efecto limitante que, sobre la amplitud de movimiento alcanzado, ejercen los músculos lumbares y los músculos gemelos. Así puede suscitarse el caso de dos personas antropométricamente idénticas (o muy similares) que logren el mismo resultado con este test, pero que al recurrir al goniómetro presentan diferencias verdaderamente marcadas debido, precisamente, al desigual grado de flexibilidad de los diferentes grupos musculares que masivamente son evaluados en esta prueba.

No se puede definir con claridad hasta qué punto se evalúa la flexibilidad asistida a la no asistida. Así, algunas personas, para lograr un mayor rendimiento deben recurrir a una fuerte contracción de los músculos abdominales mientras que otras, por el contrario, simplemente se dejan caer y permiten que el propio peso corporal, atraído por la fuerza de la gravedad, favorezca el logro de una mayor amplitud de recorrido articular.

A pesar de estas notorias desventajas, no se debe dejar de lado esta propuesta, puesto que resulta de implementación ágil, dinámica y efectiva a la hora de evaluar un elevado número de personas.

• Toe touch o test de Kraus y Hirshland

Elaborado en 1960, es esencialmente igual al test de Wells y Dillon, La única diferencia estriba en que es tomado desde posición de pie en lugar de la de sentado.

También mide la flexibilidad en centímetros y presenta prácticamente las mismas ventajas y desventajas que la propuesta anterior. Puede eventualmente la fuerza de gravedad ejercer un efecto favorecedor. También puede suscitarse el de que los sujetos evaluados logren mayor rendimiento que en el test de Seat and Reach por el simple hecho de que, no estando la pelvis en contacto con el piso, pueden realizarse pequeños movimientos accesorios de la misma a partir de los cuales el individuo puede sacar un mayor provecho. Sin embargo, estos pequeños trucos, lejos de incrementar la validez y confiabilidad del test la disminuyen.

• Flexómetro de Leighton

Creado en 1960, mide la flexibilidad en términos de grados. Consiste en un cilindro metálico dentro del cual hay dos partes móviles: un disco graduado de 0 a 360 grados y una aguja. Cuando el cilindro es desplazado de la vertical, merced a un mecanismo interno propio del aparto, tanto el disco como la aguja se mueven. Alcanzada la máxima amplitud en el movimiento evaluado, dos tornillos permiten fijar tanto la aguja como el disco con respecto al cilindro a los efectos de marcar la graduación lograda y que el sujeto pueda volver a la posición de partida sin que los datos tomados se pierdan. El flexómetro se fija apropiadamente a un segmento del cuerpo y el rango de movimiento es tomado con respecto a esta perpendicular.

• Goniómetro

Proporciona junto a la electrogoniometría, los datos más sólidos y confiables referidos al ángulo del movimiento alcanzado. Mide la flexibilidad en grados. Consiste en dos reglas o segmentos rectos ligados a un transportador o escala circular graduada en grados. Las lecturas son tomadas en flexiones y extensiones articulares máximas.

• Electrogoniómetro

Básicamente, consiste en un goniómetro conectado a una batería eléctrica que permite un registro directo de los datos sobre un papel graduado. Las variaciones angulares son visualizadas en un osciloscopio mientras simultáneamente se plasman esos datos en un gráfico. Tales datos son concretamente, señales eléctricas proporcionadas directamente a la amplitud angular de la articulación evaluada.

• Flexitest

Propuesto por Claudio Gil Soares Araújo y Roberto C. Pavel en 1980, el Flexitest es un método de evaluación de la movilidad, asistida en 20 movimientos articulares. En este test, el movimiento ejecutado por el evaluador es comparado con mapas referenciales a partir de calificaciones en valores numéricas enteras de 0 a 4 en función de la amplitud lograda. (Mario Di Santo, 2001).

Tabla 1:

Movimiento	Descripción cinesiológica de los 20 movimientos del Flexitest
1	Dorsiflexión del tobillo
2	Flexión plantar del tobillo
3	Flexión de la rodilla
4	Extensión de la rodilla
5	Flexión de la cadera
6	Extensión de la cadera
7	Aducción de la cadera
8	Abducción de la cadera
9	Flexión de tronco
10	Extensión del tronco
11	Flexión lateral del tronco
12	Flexión de la muñeca
13	Extensión de la muñeca
14	Flexión del codo
15	Extensión del codo
16	Aducción posterior del hombro desde abducción de 180°
17	Aducción posterior o extensión del hombro
18	Extensión posterior del hombro
19	Rotación lateral del hombro con abducción de 90° y flexión del codo de 90°
20	Rotación medial del hombro con abducción de 90° y flexión del codo de 90°

Luego de anotados los 20 puntajes, los mismos se suman y se comparan con los siguientes datos referenciales:

Tabla 2:

Puntaje	Calificación
Menor a 20	Deficiente
20 a 30	Flojo
31 a 40	Medio (-)
41 a 50	Medio (+)
50 a 60	Bueno
Mayor a 60	Excelente

Movimientos y metodología de evaluación del método Flexitest

Para cada uno de los 20 movimientos se describen las posiciones apropiadas tanto del sujeto evaluado como del evaluador y se aportan comentarios adicionales y sugerencias, haciendo que el proceso de evaluación más simple y fiable. Es importante el seguimiento completo del método tal y como se presenta para conseguir una evaluación y una utilización de los datos del Flexitest correctas. Cada movimiento está graduado progresivamente desde 0 hasta 4 de acuerdo con la magnitud de la ROM obtenida, como muestra la figura que acompaña cada movimiento. La medición se toma pasivamente mientras el movimiento es realizado lenta y gradualmente hasta alcanzar la ROM máxima. Ésta es fácil de identificar por una alta resistencia mecánica o por las molestias del sujeto. La definición de flexibilidad hace referencia a la ROM fisiológica: significa que la amplitud máxima no causa lesiones, de modo que debe tenerse en cuenta la comodidad del sujeto evaluado y se reducirán espectacularmente los accidentes o lesiones durante la aplicación del test. Una vez el sujeto ha alcanzado su máxima amplitud, se compara con el mapa de evaluación dibujado para cada uno de los 20 movimientos. Se designa entonces un grado numérico basado en el valor mostrado en el mapa de evaluación que corresponde a la ROM máxima obtenida. Por ejemplo, cuando la amplitud del movimiento del sujeto alcanza la posición 1 en el mapa, se obtiene 1 punto hasta que el movimiento del sujeto alcanza el nivel correspondiente a la puntuación 2 en el mapa de evaluación, y así continuamente. No existen valores fraccionados o intermedios. Si el grado de movilidad está muy cercano a la puntuación próxima más alta, debe valorarse en la más pequeña, es decir, la puntuación ya conseguida. (Gil Soares de Araújo, 2012).

Se presentan a continuación ilustraciones de algunos de los 20 movimientos.

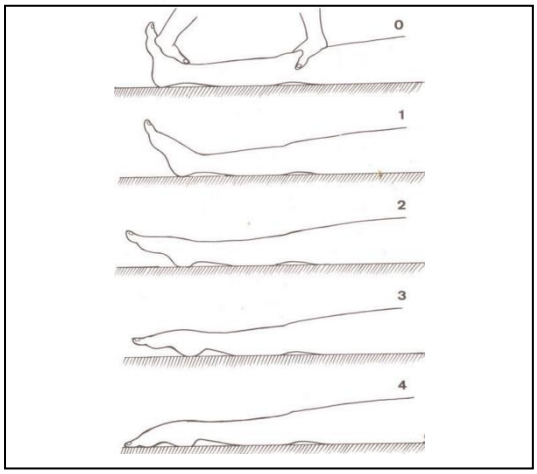


Ilustración 11. Flexión plantar de tobillo

Posición del sujeto: tumbado en posición supina o sentado en el suelo con la pierna derecha relajada y completamente extendida.

Posición del evaluador: Arrodíllese perpendicular al sujeto. Coloque la mano derecha encima de la rodilla derecha del sujeto. Coloque la mano izquierda en la región anterior del pie derecho del sujeto para producir la flexión plantar del tobillo.

Comentarios: la posición de los dedos del sujeto no es relevante para la medición. Se obtiene una puntuación de 4 cuando la región metatarsiana toca el suelo.

Sugerencias: hay que prestar atención a mantener la rodilla derecha del sujeto completamente extendida. (Ilustración 11).

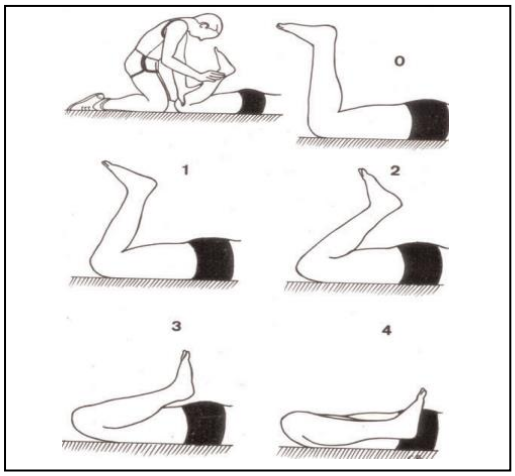


Ilustración 12: flexión de rodilla

Posición del sujeto: tumbado en posición prona en el suelo con los brazos estirados por encima de la cabeza y la rodilla derecha flexionada.

Posición del evaluador: Arrodíllese al lado de la pierna izquierda del sujeto y coloque ambas manos en la espinilla derecha del sujeto para realizar una flexión de la rodilla derecha.

Comentarios: no es necesario que la parte posterior del muslo y la pantorrilla se toquen para puntuar 3. Para puntuar 4 es necesario dislocar suavemente la pantorrilla lateralmente en relación con el muslo, lo cual debe realizarse muy lenta y cuidadosamente para evitar lesiones ligamentosas en la estructura de la rodilla (para obtener una puntuación de 4 no estamos haciendo un movimiento natural, es casi una dislocación).

Sugerencias: no tenga en consideración la posición del pie derecho del sujeto cuando evalúe el movimiento. Esté atento a la tensión espástica de los músculos anteriores que a menudo limitan la flexibilidad de la rodilla, especialmente en sujetos mayores y sedentarios. (Ilustración 12).

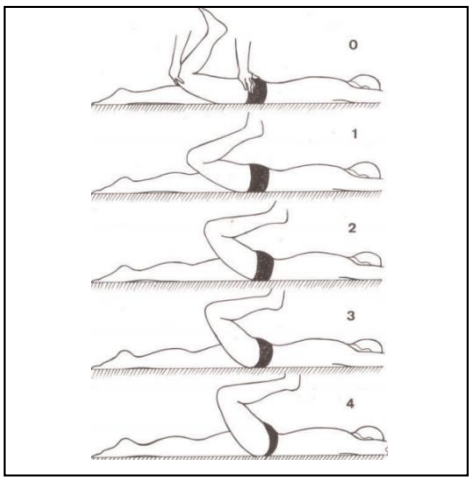


Ilustración 13: extensión de cadera

Posición del sujeto: la misma que en flexión de rodilla. Evaluador también.

Comentarios: el problema más importante al realizar este movimiento es evitar que el sujeto eleve la ilíaca derecha. De nuevo, no hay que considerar la posición del pie durante la evaluación de la ROM de la cadera.

Sugerencias: pida al sujeto que empiece el movimiento para facilitar su trabajo. (Ilustración 13).

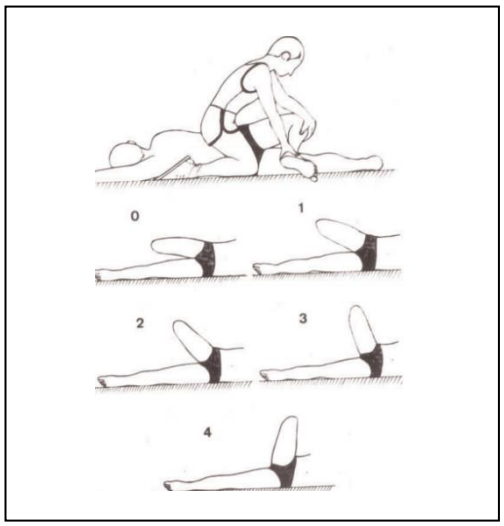


Ilustración 14: abducción de la cadera

Posición del sujeto: tumbado en posición lateral con los brazos extendidos por encima de la cabeza. La pierna izquierda está completamente extendida y la pierna derecha, con la rodilla doblada y el pie en posición natural, se alinea con el eje corporal.

Posición del evaluador: Arrodíllese al lado del sujeto para realizar la abducción de la cadera. Presione la mano derecha contra la cresta ilíaca derecha del sujeto para evitar la rotación de la cadera mientras trae la pierna derecha del sujeto hacia el tronco en un plano frontal con la mano izquierda.

Comentarios: alcanzar un ángulo recto entre el tronco y el muslo derecho corresponde a una puntuación de 3. Preste especial atención para evitar cualquier rotación mínima, que podría incrementar significativamente la ROM.

Sugerencias: para minimizar la rotación de la cadera derecha, insista en que el sujeto mantenga su pierna izquierda completamente extendida. (Ilustración 14).

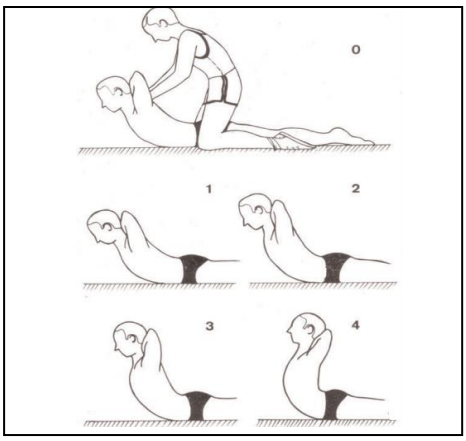


Ilustración 15: extensión de tronco

Posición del sujeto: tumbado en posición prona con ambas piernas extendidas con las manos detrás del cuello.

Posición del evaluador: Arrodíllese o póngase de pie con el tronco parcialmente flexionado y mantenga el cuerpo del sujeto entre sus rodillas o pies. Ejecute la extensión del tronco del sujeto con sus manos colocadas encima de los hombros del sujeto

Comentarios: pida al sujeto que inicie activamente el movimiento. Para la evaluación fíjese en la extensión del tronco para evitar los potenciales efectos de confusión y distracción de la posición de la cabeza y los brazos.

Sugerencias: Teniendo sus pies en contacto con el área de la cadera lateral del sujeto podrá detectar más fácilmente si la cresta ilíaca se eleva del suelo; o, coloque un espejo en una pared lateral para controlar el movimiento. (Ilustración 15).

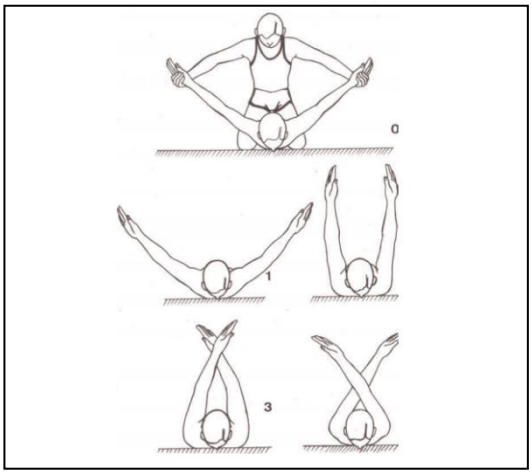


Ilustración 16: extensión del hombro

Posición del sujeto: tumbado en posición prona con la barbilla sobre el suelo, las piernas extendidas y los brazos abducidos y extendidos, las palmas mirando al suelo.

Posición del evaluador: arrodíllese o póngase de pie con el tronco parcialmente flexionado y mantenga el cuerpo del sujeto entre sus rodillas o pies. Sostenga las palmas del sujeto con sus manos para ejecutar el movimiento.

Comentarios: cuando se alcanza un ángulo recto entre el tronco del sujeto y los brazos, la puntuación es de 2. En un sujeto con unas proporciones normales de tronco y extremidades, cuando las muñecas se sobreponen, la puntuación es de 3 y cuando los codos se sobreponen, la puntuación es de 4.

Sugerencias: antes de empezar el movimiento, pida al sujeto que relaje los brazos. Recuérdele que presione sus manos cuando alcance la ROM máxima tolerable. (Ilustración 16).

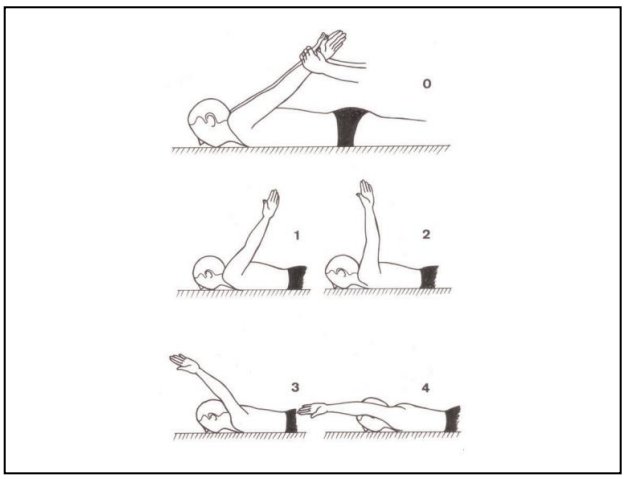


Ilustración 17: extensión posterior del hombro

Posición del sujeto: la misma que en extensión del hombro. aunque los brazos no están abducidos.

Posición del evaluador: la misma que en extensión del hombro. Sostenga suavemente las manos del sujeto para ejecutar el movimiento.

Comentarios: para empezar el movimiento, debe asumir la posición “cero”, asegurándose de que los brazos del sujeto no están abducidos. Este movimiento debe realizarse muy lentamente para reducir el riesgo de lesión.

Sugerencias: de nuevo, haga que el sujeto le presione las manos cuando alcance la ROM máxima tolerable. El sujeto se puede sentir de algún modo inseguro con este movimiento, así que es vital que lo realice lentamente. (Ilustración 17).

Fisiología de la flexibilidad

El rango de movimiento se encuentra limitado por dos entidades anatómicas: articulaciones y músculos.

En las articulaciones nos influye su geometría y su congruencia, como también las estructuras capsulo ligamentosas que las rodean.

El músculo nos ofrece tensión pasiva y tensión activa. La primera es dependiente de propiedades estructurales y viscoelásticas del músculo y de la fascia que lo rodea. En la segunda depende nuestra contracción muscular dinámica y de las propiedades neuro reflejas del músculo.

Ganancia de rango de movimiento

A continuación, se exponen conceptualizaciones de diferentes autores, compiladas en estudios científicos.

De acuerdo a las consideraciones de Duane Knudson et al. (2006), referentes a qué se debe el aumento en el rango de movilidad con el entrenamiento de flexibilidad, las sesiones de hasta 3 semanas, producen aumento en la tolerancia al estiramiento mientras que, en sesiones superiores a las 3 semanas, se actúa sobre las propiedades biomecánicas y psicológicas del músculo, del tendón y del sistema nervioso central.

Es decir, el efecto agudo del estiramiento resulta en un significante incremento del rango de movimiento, principalmente debido a un incremento en la tolerancia de estiramiento. Y el entrenamiento de la flexibilidad sostenido durante más de 3 semanas tiene un efecto crónico en el incremento del rango de movimiento.

Estirar produce un incremento agudo del rango de movimiento de la articulación que persiste por 60 a 90 minutos (Moeller et al., 1985; Kirsch et al., 1995; Zito et al., 1997).

Gran parte de este incremento en corto plazo en flexibilidad estática está relacionado con un incremento en la tolerancia al estiramiento (Wiemann and Hahn, 1997; Magnusson, 1998). En otras palabras, el incremento del rango de movimiento puede estar relacionado a un efecto analgésico que permite a la persona a tolerar mayores niveles de tensión pasiva requerida para estirar el músculo.

Un importante factor del aumento del rango de movimiento es que el entrenamiento de la flexibilidad reduce la tensión pasiva en un musculo en una longitud dada. Esta reducción en la tensión pasiva de un musculo se debe a la relajación de estrés. La relajación de estrés es la reducción de estrés (fuerza por unidad de área) en un material que se sostiene estirado en una longitud constante. Sostener estiramientos por 20 a 30 segundos es un buen parámetro debido a que la mayor parte de la relajación de estrés ocurre en los primeros 20 segundos (McHugh et al., 1992; Magnusson, 1998; McNair et al., 2000; Duong et al., 2001).

Se cree que los efectos de largo plazo del estiramiento de un músculo se deben a respuestas miogénicas de los sarcómeros. (DeDeyne, 2001; Gajdosik, 2001). (Duane Knudson, et al. 2006).

La relajación de estrés producida por el estiramiento produce una reducción de la tensión muscular pasiva de 10 – 30% (Magnusson et al., 1995; Magnusson et al., 2000; McNair et al., 2000) que dura aproximadamente una hora. (Magnusson et al., 1996). (Duane Knudson, et al. 2006)

Se describen las consideraciones referentes a qué se deben los aumentos en los RdM, según Ewan Thomas, et al. 2018.

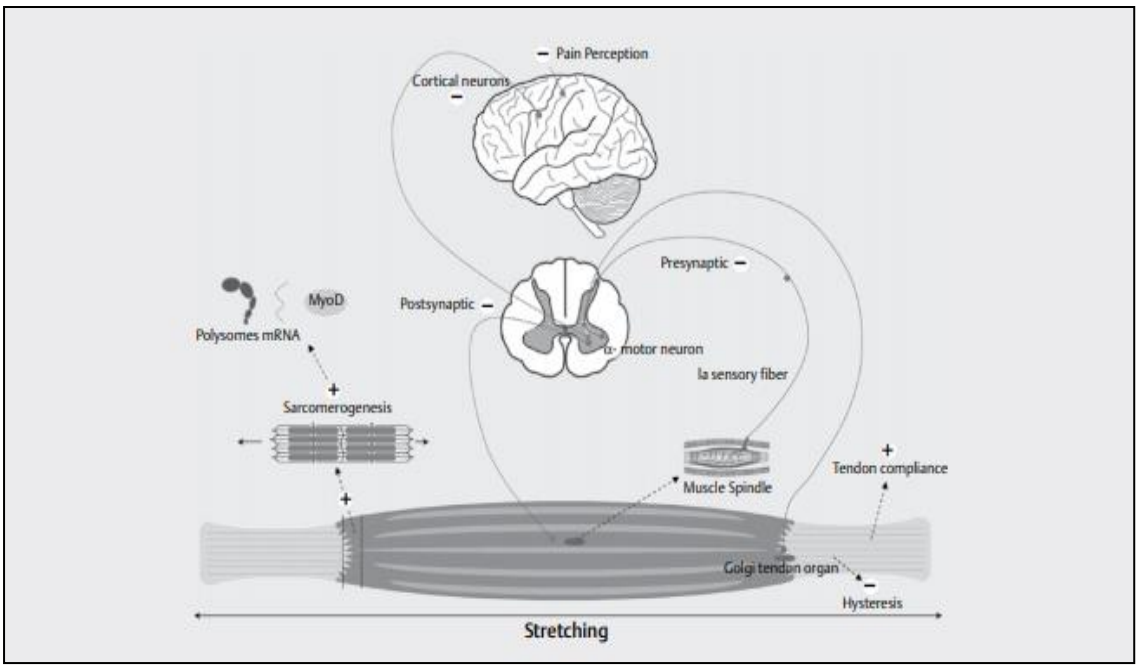


Ilustración 18. Representación esquemática de las diferentes adaptaciones inducidas por el estiramiento. Imagen extraída del estudio científico "The Relation Between Stretching Typology and Stretching Duration: The Effects on Range of Motion" Ewan Thomas y colaboradores, 2018.

Factores que aumentan el rango de movimiento mediante el entrenamiento de la flexibilidad (ilustración 18).

- Reduce las propiedades visco-elásticas del tendón humano incrementando su obediencia a un nivel anatómico.
- Modula la excitabilidad presináptica del sistema inhibitorio Ia a nivel psicológico.
- Actúa a través de una progresiva modificación de la sensación que da como resultado una mayor tolerancia al estiramiento.

Abordaje metodológico

El presente trabajo es un diseño bibliográfico, y, a su vez, una investigación secundaria. Esto se debe a ser una recopilación de recopilaciones de estudios cuyos autores son: Duane Knudson y colaboradores del 2006, Weppler y Magnusson del 2010, Dantas y colaboradores del 2011, Phil Page y colaboradores del 2012, William Sands y

colaboradores del 2015, Julián Pérez Porto y Ana Gardey del 2016, Olyvia Donti y colaboradores del 2017 y Ewan Thomas y colaboradores del 2018.

Para su realización se agotó la bibliografía existente al aplicar los filtros "flexibilidad", "ganancia de rango de movimiento" y "entrenamiento de flexibilidad" en Google Scholar. Para la selección de estudios científicos se priorizaron aquellos que fueran recopilación de otros estudios que aclaraban el estado del arte del tema en ese momento.

Para la selección de los correctos parámetros al entrenar la flexibilidad con el objetivo de aumentar el rango de movimiento se tomó como referencia el estudio científico de Ewan Thomas y colaboradores, del año 2018.

También estudios donde se aclaraban cuestiones fisiológicas específicas para una mejor comprensión de por qué motivos se genera la ganancia en flexibilidad.

Análisis e interpretación del material relevado

En virtud de la bibliografía consultada, se nombrarán los temas de interés seguido de los acuerdos y desacuerdos en cada uno.

Tabla 3. Tabla de comparación de autores, apreciando el consenso científico.

Tema	Acuerdos	Desacuerdos
Ganancia RdM durante la sesión	Principalmente debido a la propiedad viscoelástica del músculo y una reducción de la tensión pasiva	No presentan
Mejor técnica para ganancia RdM en los siguientes 40 minutos	PNF	Minoría de autores: estática de gran duración
Mejor técnica para ganancia RdM en el largo plazo	Estática	Si es estática pasiva o activa
Ganancia aguda (hasta 3 semanas) de RdM	Se produce principalmente por un aumento en la tolerancia al estiramiento	Si actúa sobre las propiedades mecánicas y psicológicas
Ganancia crónica (superior a 3 semanas) de RdM	Se produce por un alargamiento de las fibras	Motivos por los cuales se alargan las fibras. Tendencia hacia la sarcomerogénesis.

A pesar de los muchos acuerdos presentes en cada tema tratado, también se observan muchos desacuerdos.

Efecto de cada variable en el entrenamiento de la flexibilidad

En este título, se analizará en profundidad, cada variable influyente en el entrenamiento de la flexibilidad y sobre sus aplicaciones óptimas, permitiendo llegar luego a una conclusión sobre los parámetros ideales de cada una de estas variables.

Se tomará como referencia el estudio científico confeccionado por Ewan Thomas, y colaboradores. Se trata de un estudio de revisión sistemática que ha sido publicado en la Revista Internacional de Medicina Deportiva en 2018.

Las variables que influirán a la hora de entrenar la flexibilidad en la ganancia de rango de movimiento son:

- Técnica utilizada
- Volumen de la sesión
- Volumen semanal
- Frecuencia de la sesión
- Frecuencia semanal
- Velocidad de ejecución

(Ewan Thomas, y colaboradores, 2018)

A continuación, se exponen datos estadísticos sobre cada variable nombrada (tabla 3).

Tabla 4. Estudio científico “The Relation Between Stretching Typology and Stretching Duration: The Effects on Range of Motion” Ewan Thomas y colaboradores, 2018.

Autores	Tamaño grupo	Edad (años)	Técnica	Período (semanas)	Fr. semanal (días)	Fr. sesión (repeticiones)	Vol. (segundos)	Vol. sesión (segundos)	Vol. semanal (segundos)	RdM Pre (°)	RdM Post (°)	Región	% Cambio
Ayala et al.	35	21	Activa	12	3	12	15	180	540	87.9 +- 11.9	107.7 +- 12.2	Cadera	22.5
Ayala et al.	76	22	Activa	12	3	6	30	180	540	90.1 +- 8.8	103.7 +- 12.5	Isquitibiales	13.6
Bandy et al.	18	20-24	Estática	6	5	1	60	60	300	43.78 +- 6.91	33.33 +- 8.32	Cadera	22.2
Bandy et al.	19	20-24	Estática	6	5	3	30	90	450	42.31 +- 10.13	32.26 +- 9.68	Cadera	23.9
Bandy et al.	18	20-24	Estática	6	5	3	60	180	900	43.33 +- 8.31	32.83 +- 7.26	Cadera	24.2
Blazevich et al.	12	18.6	Estática	4	5	4 x 2	30	120	1200	n/a	n/a	Tobillo	19.9
Blazevich et al.	11	18.7	Estática	4	5	4 x 2	30	120	1200	40.6 +- 10	48.5 +- 10.9	Tobillo	19.5
Cipriani et al.	13	18-46	Estática	4	3	2	30	60	180	81.1 +- 12.6	94.7 +- 11.1	Cadera	16.8
Cipriani et al.	13	18-46	Estática	4	3	2 x 2	30	60	360	78.5 +- 13.2	97.7 +- 11	Cadera	24.5
Cipriani et al.	14	18-46	Estática	4	7	2	30	60	420	78.8 +- 14.3	97.7 +- 16.7	Cadera	23.9
Coledam et al.	58	8	Estática	16	2	6	20	120	240	24.9 +- 5	29.1 +- 4.5	Isquitibiales	16.7
Johnson et al.	12	18-25	Pasiva	6	6	3	30	90	540	59.9 +- 6.5	72.2 +- 5.2	Isquitibiales	20.5
Johnson et al.	14	18-25	Pasiva	6	6	9	10	90	540	58.4 +- 7	71.6 +- 9.5	Isquitibiales	22.6
Kokkonen et al.	19	22-23	Estática	10	3	3	15	45	135	n/a	n/a	Tren inferior	18.1
Konrad et al.	24	23	Balística	6	5	4	30	120	600	33.8 +- 6.3	37.8 +- 7.2	Tobillo	11.8
Konrad et al.	25	23	Pasiva	6	5	4	30	120	600	30.9 +- 5.3	36.6 +- 6.1	Tobillo	18.4
López Bedoya et al.	9	20-24	Activa	9	2	4 x 2	12	48	192	120.8 +- 14.5	139.3 +- 13.2	Cadera	15.4
López Bedoya et al.	11	20-24	Pasiva	9	2	10	10	100	200	118.6 +- 21.4	141.9 +- 17.2	Cadera	19.5
López Bedoya et al.	9	20-24	PNF	9	2	10	10	100	200	115.5 +- 15.7	132.7 +- 15.8	Cadera	14.3
Mahieu et al.	21	22	Balística	6	7	5	20	80	560	28.7 +- 6.8	32 +- 7.3	Tobillo	11.5
Mahieu et al.	33	22	PNF	6	7	5	15	75	525	36.2 +- 1.3	41.9 +- 1	Tobillo	15.7
Marshall et al.	22	23	Pasiva	4	5	3	30	90	450	76.1 +- 15.9	92 +- 18	Isquitibiales	20.9
Nakamura et al.	9	21	Estática	4	7	2	60	120	840	32.9 +- 2.8	n/a	Tobillo	20.4
Sainz de Baranda et al.	28	21	Activa	12	3	12	15	180	540	88.5	106.5	Cadera	20.3
Sainz de Baranda et al.	38	21	Activa	12	3	6	30	180	540	89.2	102.8	Cadera	15.2
Sainz de Baranda et al.	33	21	Activa	12	3	4	45	180	540	87.9	102.5	Cadera	16.6
Sainz de Baranda et al.	14	21	Pasiva	12	3	6	30	180	540	84.2	102.6	Cadera	21.8
Sainz de Baranda et al.	19	21	Pasiva	12	3	4	45	180	540	85.4	100	Cadera	17.1
Shadmehr et al.	30	20-25	Pasiva	4	3	3	10	30	90	147.9 +- 3.2	166.5 +- 3.4	Isquitibiales	12.6
Wyon et al.	14	14	Activa	6	5	3	60	180	900	99.7 +- 25.6	120.2 +- 24.9	Tren inferior	20.5
Zakas et al.	18	10	Pasiva	12	3	2	30	60	180	84.2 +- 3.7	96.2 +- 4.3	Cadera	14.2
Zakas et al.	19	13	Pasiva	12	3	2	30	60	180	82.2 +- 4.4	97.7 +- 4.8	Cadera	18.9
Zakas et al.	18	16	Pasiva	12	3	2	30	60	180	83.8 +- 3.5	95.1 +- 3.7	Cadera	13.5

Técnica utilizada

La siguiente tabla (tabla 5) contiene datos separados por técnica utilizada y con sus respectivos promedios.

Tabla 5: Estudio científico "The Relation Between Stretching Typology and Stretching Duration: The Effects on Range of Motion" Ewan Thomas y colaboradores, 2018.

Autores	Técnica	Período (semanas)	Fr. semanal (días)	Fr. sesión (repeticiones)	Vol. (segundos)	Vol. sesión (segundos)	Vol. semanal (segundos)	Región	% Cambio
Ayala et al.	Activa	12	3	12	15	180	540	Cadera	22.5
Ayala et al.	Activa	12	3	6	30	180	540	Isquitibiales	13.6
López Bedoya et al.	Activa	9	2	4 x 2	12	48	192	Cadera	15.4
Sainz de Baranda et al.	Activa	12	3	12	15	180	540	Cadera	20.3
Sainz de Baranda et al.	Activa	12	3	6	30	180	540	Cadera	15.2
Sainz de Baranda et al.	Activa	12	3	4	45	180	540	Cadera	16.6
Wyon et al.	Activa	6	5	3	60	180	900	Tren inferior	20.5
Promedio		10.7	3.14	6.7	27.8	146.7	490.9		17.7
Konrad et al.	Balística	6	5	4	30	120	600	Tobillo	11.8
Mahieu et al.	Balística	6	7	5	20	80	560	Tobillo	11.5
Promedio		6	6	4.5	25	100	580		11.65
Bandy et al.	Estática	6	5	1	60	60	300	Cadera	22.2
Bandy et al.	Estática	6	5	3	30	90	450	Cadera	23.9
Bandy et al.	Estática	6	5	3	60	180	900	Cadera	24.2
Blazevich et al.	Estática	4	5	4 x 2	30	120	1200	Tobillo	19.9
Blazevich et al.	Estática	4	5	4 x 2	30	120	1200	Tobillo	19.5
Cipriani et al.	Estática	4	3	2	30	60	180	Cadera	16.8
Cipriani et al.	Estática	4	3	2 x 2	30	60	360	Cadera	24.5
Cipriani et al.	Estática	4	7	2	30	60	420	Cadera	23.9
Coledam et al.	Estática	16	2	6	20	120	240	Isquitibiales	16.7
Kokkonen et al.	Estática	10	3	3	15	45	135	Tren inferior	18.1
Nakamura et al.	Estática	4	7	2	60	120	840	Tobillo	20.4
Promedio		6.18	4.54	3.81	35.9	94.1	565.9		20.9
Johnson et al.	Pasiva	6	6	3	30	90	540	Isquitibiales	20.5
Johnson et al.	Pasiva	6	6	9	10	90	540	Isquitibiales	22.6
Konrad et al.	Pasiva	6	5	4	30	120	600	Tobillo	18.4
López Bedoya et al.	Pasiva	9	2	10	10	100	200	Cadera	19.5
Marshall et al.	Pasiva	4	5	3	30	90	450	Isquitibiales	20.9
Sainz de Baranda et al.	Pasiva	12	3	6	30	180	540	Cadera	21.8
Sainz de Baranda et al.	Pasiva	12	3	4	45	180	540	Cadera	17.1
Shadmehr et al.	Pasiva	4	3	3	10	30	90	Isquitibiales	12.6
Zakas et al.	Pasiva	12	3	2	30	60	180	Cadera	14.2
Zakas et al.	Pasiva	12	3	2	30	60	180	Cadera	18.9
Zakas et al.	Pasiva	12	3	2	30	60	180	Cadera	13.5
Promedio		8.63	3.81	4.36	25.9	96.3	367		18.2
López Bedoya et al.	PNF	9	2	10	10	100	200	Cadera	14.3
Mahieu et al.	PNF	6	7	5	15	75	525	Tobillo	15.7
Promedio		7.5	4.5	6.6	13.3	83.3	416.6		15.0

El entrenamiento estático puede dividirse tanto en pasivo como en activo, aquí incluiremos tanto activo como pasivo en una categoría genérica que llamaremos técnica estática. En la técnica estática la variación del rango de movimiento fue de 18,93%. En cambio, en la técnica balística fue de 11,65% y en la técnica PNF de 15,0%.

Volumen

La siguiente tabla (tabla 6) contiene datos clasificados según el volumen de la sesión en: inferiores a 60 segundos, entre 60 y 120 segundos y superiores a 120 segundos.

Tabla 6: Estudio científico "The Relation Between Stretching Typology and Stretching Duration: The Effects on Range of Motion" Ewan Thomas y colaboradores, 2018.

Tiempo	Autores	Técnica	Fr. semanal (días)	Fr. sesión (repeticiones)	Vol. (segundos)	Vol. sesión (segundos)	Región	% Cambio
	Shadmehr et al.	Pasiva	3	3	10	30	Isquitibiales	12.6
	Kokkonen et al.	Estática	3	3	15	45	Tren inferior	18.1
	López Bedoya et al.	Activa	2	4 x 2	12	48	Cadera	15.4
Volumen	Bandy et al.	Estática	5	1	60	60	Cadera	22.2
sesión	Cipriani et al.	Estática	3	2	30	60	Cadera	16.8
≤ 60	Cipriani et al.	Estática	3	2 x 2	30	60	Cadera	24.5
	Cipriani et al.	Estática	7	2	30	60	Cadera	23.9
	Zakas et al.	Pasiva	3	2	30	60	Cadera	14.2
	Zakas et al.	Pasiva	3	2	30	60	Cadera	18.9
	Zakas et al.	Pasiva	3	2	30	60	Cadera	13.5
Promedio			3.5	2.9	27.7	54.3	Cadera	18.1
	Mahieu et al.	PNF	7	5	15	75	Tobillo	15.7
	Mahieu et al.	Balística	7	5	20	80	Tobillo	11.5
	Bandy et al.	Estática	5	3	30	90	Cadera	23.9
	Johnson et al.	Pasiva	6	3	30	90	Isquitibiales	20.5
Volumen	Johnson et al.	Pasiva	6	9	10	90	Isquitibiales	22.6
sesión	Marshall et al.	Pasiva	5	3	30	90	Isquitibiales	20.9
entre	López Bedoya et al.	Pasiva	2	10	10	100	Cadera	19.5
60 y 120	López Bedoya et al.	PNF	2	10	10	100	Cadera	14.3
segundos	Blazevich et al.	Estática	5	4 x 2	30	120	Tobillo	19.9
	Blazevich et al.	Estática	5	4 x 2	30	120	Tobillo	19.5
	Coledam et al.	Estática	2	6	20	120	Isquitibiales	16.7
	Konrad et al.	Balística	5	4	30	120	Tobillo	11.8
	Konrad et al.	Pasiva	5	4	30	120	Tobillo	18.4
	Nakamura et al.	Estática	7	2	60	120	Tobillo	20.4
Promedio			4.9	4.6	24.6	100.6		18.4
	Ayala et al.	Activa	3	12	15	180	Cadera	22.5
	Ayala et al.	Activa	3	6	30	180	Isquitibiales	13.6
	Bandy et al.	Estática	5	3	60	180	Cadera	24.2
Volumen	Sainz de Baranda et al.	Activa	3	12	15	180	Cadera	20.3
sesión	Sainz de Baranda et al.	Activa	3	6	30	180	Cadera	15.2
> 120	Sainz de Baranda et al.	Activa	3	4	45	180	Cadera	16.6
segundos	Sainz de Baranda et al.	Pasiva	3	6	30	180	Cadera	21.8
	Sainz de Baranda et al.	Pasiva	3	4	45	180	Cadera	17.1
	Wyon et al.	Activa	5	3	60	180	Tren inferior	20.5
Promedio			3.4	6.2	36.6	180		19.1

No se encontraron diferencias significativas en la variación del rango de movimiento en los diferentes volúmenes por sesión, sin embargo, se observa una tendencia incremental en los tres grupos. Variación de 18,1% en tiempos inferiores a 60 segundos en la sesión. Variación de 18.4% en tiempos de entre 60 y 120 segundos. Variación de 19.1% en tiempos superiores a los 120 segundos. A pesar de estos datos estadísticos, el autor

La siguiente tabla (tabla 7) contiene datos clasificados según volumen semanal: inferior a 5 minutos, entre 5 y 10 minutos y superior a los 10 minutos.

Tabla 7: Tabla. Estudio científico "The Relation Between Stretching Typology and Stretching Duration: The Effects on Range of Motion" Ewan Thomas y colaboradores, 2018.

Tiempo	Autores	Técnica	Fr. semanal (días)	Fr. sesión (repeticiones)	Vol. (segundos)	Vol. sesión (segundos)	Vol. semanal (segundos)	Región	% Cambio
	Shadmehr et al.	Pasiva	3	3	10	30	90	Isquitibiales	12.6
	Kokkonen et al.	Estática	3	3	15	45	135	Tren inferior	18.1
Volumen	Cipriani et al.	Estática	3	2	30	60	180	Cadera	16.8
semanal	Zakas et al.	Pasiva	3	2	30	60	180	Cadera	14.2
< 5 minutos	Zakas et al.	Pasiva	3	2	30	60	180	Cadera	18.9
	Zakas et al.	Pasiva	3	2	30	60	180	Cadera	13.5
	López Bedoya et al.	Activa	2	4 x 2	12	48	192	Cadera	15.4
	López Bedoya et al.	Pasiva	2	10	10	100	200	Cadera	19.5
	López Bedoya et al.	PNF	2	10	10	100	200	Cadera	14.3
	Coledam et al.	Estática	2	6	20	120	240	Isquitibiales	16.7
Promedio			2.6	4.0	19.7	68.3	177.7		16.0
	Bandy et al.	Estática	5	1	60	60	300	Cadera	22.2
	Cipriani et al.	Estática	3	2 x 2	30	60	360	Cadera	24.5
	Cipriani et al.	Estática	7	2	30	60	420	Cadera	23.9
	Bandy et al.	Estática	5	3	30	90	450	Cadera	23.9
Volumen	Marshall et al.	Pasiva	5	3	30	90	450	Isquitibiales	20.9
semanal	Mahieu et al.	PNF	7	5	15	75	525	Tobillo	15.7
entre	Ayala et al.	Activa	3	12	15	180	540	Cadera	22.5
5 y 10	Ayala et al.	Activa	3	6	30	180	540	Isquitibiales	13.6
minutos	Johnson et al.	Pasiva	6	3	30	90	540	Isquitibiales	20.5
	Johnson et al.	Pasiva	6	9	10	90	540	Isquitibiales	22.6
	Sainz de Baranda et al.	Activa	3	12	15	180	540	Cadera	20.3
	Sainz de Baranda et al.	Activa	3	6	30	180	540	Cadera	15.2
	Sainz de Baranda et al.	Activa	3	4	45	180	540	Cadera	16.6
	Sainz de Baranda et al.	Pasiva	3	6	30	180	540	Cadera	21.8
	Sainz de Baranda et al.	Pasiva	3	4	45	180	540	Cadera	17.1
	Mahieu et al.	Balística	7	5	20	80	560	Tobillo	11.5
Promedio			4.5	5.3	28.3	119.4	497.1		20.8
	Konrad et al.	Balística	5	4	30	120	600	Tobillo	11.8
Volumen	Konrad et al.	Pasiva	5	4	30	120	600	Tobillo	18.4
semanal	Nakamura et al.	Estática	7	2	60	120	840	Tobillo	20.4
> 10 minutos	Bandy et al.	Estática	5	3	60	180	900	Cadera	24.2
	Wyon et al.	Activa	5	3	60	180	900	Tren inferior	20.5
	Blazevich et al.	Estática	5	4 x 2	30	120	1200	Tobillo	19.9
	Blazevich et al.	Estática	5	4 x 2	30	120	1200	Tobillo	19.5
Promedio			5.28	4.57	42.85	137.4	891.4		19.2

El tiempo sumado semanalmente del estímulo en cada sesión mostró diferencias significativas entre el grupo de tiempos inferiores a los 5 minutos y los otros dos grupos. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos de tiempos superiores a los 5 minutos. (Ewan Thomas y colaboradores, 2018)

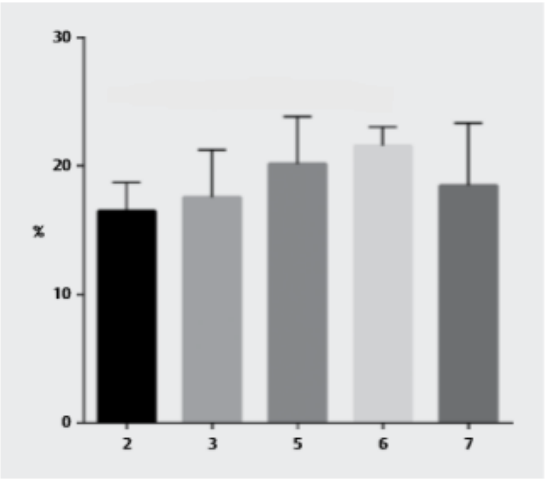
Frecuencia:

La frecuencia de la sesión demostró mejores resultados al aplicar 3 estiramientos de 30 segundos cada uno, con 30 segundos de descanso entre ellos contra un estiramiento continuo de 90 segundos. (Olyvia Donti, y colaboradores 2017)

Tabla 8: Estudio científico publicado en la Revista de Ciencias del Deporte por Olyvia Donti y colaboradores en 2017

Semana	Estiramiento intermitente	Pierna control 1	Diferencia del control (90% CI)
Semana 0	49.7 +- 15.4	49.4 +- 19.0	0.3
Semana 3	48.4 +- 18.4	44.7 +- 19.6	3.7
Semana 6	50.2 +- 45,4	45.7 +- 16.8	4.5
Semana 9	55.9 +- 17.4	46.5 +- 20.1	9.4
Semana 12	58.7 +- 17.0	47.3 +- 18.9	11.4
Semana 15	59.6 +- 17.5	48.0 +- 19.8	11.6
Semana 17	57.4 +- 19.5	43.4 +- 19.1	14.0
Semana	**Estiramiento continuo**	**Pierna control 2**	**Diferencia del control (90% CI)**
Semana 0	47.4 +- 15.5	42.0 +- 18.0	5.4
Semana 3	51.3 +- 19.8	44.1 +- 20.0	7.2
Semana 6	50.0 +- 16.3	49.3 +- 18.0	0.7
Semana 9	52.7 +- 18.0	48.2 +- 17.7	4.5
Semana 12	55.3 +- 16.1	44.4 +- 16.9	10.9
Semana 15	55.8 +- 16.5	48.1 +- 16.3	7.7
Semana 17	56.0 +- 20.5	45.1 +- 22.3	10.9

En cuanto a la frecuencia semanal. Tabla 9: Estudio científico “The Relation Between Stretching Typology and Stretching Duration: The Effects on Range of Motion” Ewan Thomas y colaboradores, 2018.



La tabla nos resume los resultados de la ganancia de flexibilidad según la frecuencia semanal.

Podemos observar una tendencia incremental en la ganancia de rango de movimiento luego de los programas de entrenamiento de la flexibilidad según la frecuencia semanal, pero a los 7 días semanales se observa un detrimento en las ganancias.

Velocidad de ejecución:

No existe un método claro para su medición, pero tenemos como medida la sensación del individuo que experimenta este estímulo, siendo ésta muy importante. Ya que no es lo mismo trabajar con mínima molestia, que soportando el máximo dolor. La diferencia radica en que a mayor dolor se experimente, mayor es la tensión pasiva que ofrece el reflejo espinal.

Entonces decimos que, la manera más efectiva, es ir incrementando la amplitud del movimiento de manera lenta y progresiva, evitando así incrementos en la tensión pasiva por parte de los reflejos neurales. (Duane Knudson, 2006)

Conclusiones

Congruencia articular, sexo, edad, entrenamiento previo, herencia, tensión muscular pasiva, coordinación, entre otros, son factores en el que todos los autores han establecido un consenso científico como factores que determinan la flexibilidad de un individuo. Pero si nos centramos en por qué motivo(s) se aumenta el rango de una articulación al entrenar la flexibilidad, encontramos variadas respuestas según los diferentes autores. Aunque la mayoría de los autores coinciden en que se debe principalmente a un aumento en la tolerancia al estiramiento y en el largo plazo a un alargamiento de las fibras musculares mediante mecanismos aún poco comprendidos.

Se lograron establecer parámetros óptimos en el entrenamiento de la flexibilidad, teniendo como objetivo ampliar el rango de movimiento de la articulación. Estos resultados permiten entrenar la flexibilidad con sustento teórico y empírico.

Dicho esto, se recomienda a la comunidad de docentes en educación física y entrenadores, entrenar la flexibilidad en función de los objetivos. Si el objetivo es predisponer el cuerpo para la actividad física: precedido por una entrada en calor activa, sostener el estiramiento de 15 a 30 segundos y repetir de 2 a 4 veces. La técnica estática resultará más beneficiosa para deportes que requieran flexibilidad como la gimnasia, la danza, entre otros. El estiramiento dinámico es mejor para deportes de correr o saltar, como el básquet, el atletismo, entre otros.

Si el objetivo es aumentar el Rango de Movimiento: aplicar técnica estática, la cual se repetirá de 2 a 4 veces por grupo muscular, teniendo como máxima frecuencia semanal 6 veces por semana. El volumen de la sesión será de 60 segundos o más y el semanal de 5 minutos o más. En cuanto a la intensidad, se buscará lentamente el rango máximo, y habrá que ir aumentando el rango a medida que la musculatura cede.
De estos datos concluyentes destacaré que son pensados para una máxima ganancia posible a lo largo del tiempo, ir por encima de estos valores darían los mismos o peores resultados en ganancia de rango de movimiento, excepto en el caso del volumen que se cree que a mayores tiempos darían mejores resultados, aunque una vez superados los 60 segundos por sesión y los 5 minutos semanales las diferencias serían pequeñas o nulas. Mayor investigación al respecto es requerida para llegar a tales conclusiones.

La búsqueda de bibliografía consultada logró satisfacer los objetivos del presente trabajo, aclarando el estado del arte del tema elegido.

Bibliografía

1. Michel Latarjet y Alfredo Ruiz Liard, 2006. Anatomía Humana. Tomo I., facultad de medicina de Lyon, Francia, facultad de medicina de Montevideo, Uruguay. Editorial Médica Panamericana.
2. Jack H. Wilmore y David L. Costill, 2015. Fisiología del Esfuerzo y del Deporte, 5ta edición.
3. Julián Pérez Porto y Ana Gardey, 2016
4. Olyvia Donti y colaboradores, 2017
5. William, A. Sands y colaboradores. 2015
6. Williams Wilkins; 2006. Medicine ACoS. Guías para ejercicio y prescripción.
7. Phil Page, y colaboradores 2012.
8. Dantas E, y colaboradores, 2011. Biomedical Human Kinetics.
9. Freddy Moreno, 2015. Descripción histológica del huso neuromuscular. Pontificia Universidad Javeriana Cali.
10. Mario Di Santo, 2001. Revista PubliCE. Evaluación de la Flexibilidad.
11. Ewan Thomas, y colaboradores, 2018. Revista "The Relation Between Stretching Typology and Stretching Duration: The Effects on Range of Motion" en la Revista Internacional de Medicina Deportiva.
12. Weppler and S. Peter Magnusson. 2010. Revista "Increasing Muscle Extensibility: A Matter of Increasing Length or Modifying Sensation". Physical Therapy Journal. Cynthia Holzman.
13. Duane Knudson, et al. 2006. "The Biomechanics of Stretching"
14. Gil Soares de Araújo, 2012. Flexitest. Un método innovador de evaluación de la flexibilidad. Río de Janeiro, Brasil.