



UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA

Facultad de Motricidad
Humana y Deportes

Trabajo final de carrera: Licenciatura en Educación Física y Deportes

Docente: Pallarola, Daniel

Alumno: Gonzalez, Joel

CAMPUS DE CURSADA: Localización Centro Bs. As.

2019

TITULO

” ANALISIS COMPARATIVO DE
METODOS DEL ENTRENAMIENTO
DE LA FLEXIBILIDAD: METODO
ACTIVO Y PASIVO”

INDICE

AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN.....	5
PALABRAS CLAVES	5
INTRODUCCIÓN	6
ANTECEDENTES.....	7
JUSTIFICACION Y RELEVANCIA	9
PROBLEMA	10
OBJETIVOS	11
MARCO TEORICO.....	12
ARTICULACIONES	12
MÚSCULOS	15
FLEXIBILIDAD	28
TECNICAS DE ELONGACIÓN MUSCULAR.....	43
METODOLOGIA	55
PLAN DE ENTRENAMIENTO:.....	¡Error! Marcador no definido.
RESULTADOS	61
ANALISIS.....	62
CONCLUSIONES	73
BIBLIOGRAFIA.....	74

AGRADECIMIENTOS

- A mis padres por estar incondicionalmente a mi lado, siendo un gran ejemplo para mí.
- A mi novia por acompañarme y apoyarme siempre en cada momento
- A colegas y amigos que me han orientado y enseñado.
- A mi profesor Daniel Pallarola por el tiempo y predisposición en cada encuentro.

RESUMEN

En esta tesis investigo sobre cuál de los dos métodos de entrenamiento de flexibilidad activa o pasiva, es más efectivo en 6 a 8 semanas en el aumento de la flexibilidad de los isquiotibiales en adultos de 20 a 30 años.

La flexibilidad se define como la capacidad para desplazar una articulación o una serie de articulaciones a través de una amplitud de movimiento completo, sin restricciones ni dolor, influenciada por músculos, tendones, ligamentos, estructuras óseas, tejido graso, piel y tejido conectivo asociado.

En esta investigación vamos a encontrar los distintos tipos de flexibilidad, activa y pasiva.

La metodología de investigación se abordó desde una perspectiva cuantitativa, con un diseño metodológico Cuasi- Experimental, donde se evaluó el desarrollo de la Flexibilidad. Se tomó a 10 personas que concurren al gimnasio Old School, donde se las evaluó a través del método del test de WELLS, realizándolo desde la posición de sentado con las piernas estiradas, apoyando la planta sobre un step. Y también se los evaluó con dicho test, desde parados sobre un cajón de 50 cm.

Esta investigación se llevó a cabo en el gimnasio Old School, ubicado en Parque Chacabuco, CABA. Durante 8 semanas, durante los meses de septiembre y octubre, del año 2019.

Luego de haber realizado la medición y el desarrollo de los entrenamientos de flexibilidad, los resultados obtenidos indican una efectividad del método de flexibilidad

PALABRAS CLAVES

Entrenamiento, flexibilidad activa, flexibilidad pasiva.

INTRODUCCIÓN

Como profesor del gimnasio Old School he observado detenidamente a las personas que concurren al gimnasio y pude registrar:

- Inadecuados Gestos Técnicos. Por ejemplo: incorrecta colocación de la cadera al momento de elongar. Desequilibrio Elástico-Muscular.
- Limitaciones en la Amplitud Articular. Por ejemplo: no poder llevar la cadera a una extensión adecuada. Al momento de elongar después del entrenamiento.
- Lesiones o reiteradas Lesiones en las Articulaciones, Ligamentos y/o Músculos. Por Ejemplo: Micro Desgarros, Desgarros o Contracturas Musculares.

A raíz de esto surgió la idea de realizar un programa de entrenamiento en el cual le permita a la gente que concurre al gimnasio a mejorar la flexibilidad de los miembros posteriores, para así prevenir lesiones durante los entrenamientos, y permitirles desarrollar de una forma más óptima los ejercicios.

ANTECEDENTES

Un antecedente encontrado es “El efecto de un protocolo de estiramiento de isquiotibiales en extensibilidad en estudiantes adolescentes: influencia de la distribución semanal de la sesión de clase” investigación realizada por Bohaiar-Lax, Vaquero-Cristobal, Espejo-Antunez, Lopez-Miñarro, en el 2015, 1 de septiembre. Tuvo como objetivo comparar los efectos de un programa de estiramiento de los músculos isquiotibiales que se incluye en las clases de educación física en grupos de adolescentes, que tuvieron una distribución semanal de sesiones de clases diferentes (sesiones no consecutivas versus sesiones consecutivas), los estudiantes que realizan ejercicios de estiramiento de los isquiotibiales, dos veces por semana en días alternos, han mostrado aumentos significativos en la extensibilidad. Se utilizó la metodología de...Cincuenta y ocho estudiantes adolescentes realizaron un programa de estiramiento activo-estático en el tendón de la corva en el calentamiento de las dos sesiones semanales de educación física durante cinco semanas. La duración total del estiramiento fue de cinco minutos. Los estudiantes se dividieron en dos grupos: el grupo A, con 30 estudiantes, tuvo sesiones consecutivas (lunes a martes), y el grupo B, con 29 estudiantes, tuvo sesiones no consecutivas (martes a viernes). La extensibilidad de los isquiotibiales se evaluó con la prueba de sit-and-reach antes (pre-test) y después (post-test) del programa de intervención. Los resultados encontrados fueron de un aumento significativo en la puntuación de sit and reach en el grupo A (+2,15 cm) ($p = 0,003$) y en el grupo B (+2,31 cm) ($p < 0,001$). No se encontraron diferencias significativas entre los grupos en la prueba previa y la prueba posterior ($p > 0,05$).

El autor Edison Adrian Mendez Tacuari y Sixto Román Calle Calle, realizo un proyecto de intervención sobre “Programa de ejercicios de flexibilidad y fuerza en adultos mayores y su relación con su auto-dependencia”, en el año 2016, en la ciudad de Cuenca. El objetivo fue activar a los adultos mayores y así de esta forma prolongar su auto-dependencia, se estudiaron 11 sujetos de una edad promedio de 81 años, 7 mujeres y 4 hombres, con una metodología de pre y pos evaluación de las variables de flexibilidad y fuerza y medidas antropométricas, realizando los test sit and reach y back scratch. Los resultados obtenidos muestran un efecto positivo del programa de intervención sobre el rendimiento de los test físicos: Chair stand test (2,93 vs 8,36), Arm curl test (6,81 vs 6,73) sit and reach test (9,24 vs 8,36) back and scratch test (15,88 vs 16,23). Se realizó un programa de actividad física de 48 sesiones llegando a la

conclusión de que los trabajos de flexibilidad y fuerza ayudan a prolongar la auto dependencia del adulto mayor.

JUSTIFICACION Y RELEVANCIA

Esta Investigación se ha llevado a cabo con la razón de poder conocer si el método de flexibilidad pasiva y flexibilidad activa, causan el aumento de la flexibilidad, o bien cuál de los 2 métodos es más efectivo. Con el fin de aportar conocimientos dirigidos a profesores que trabajen en gimnasios o instituciones deportivas, para ser aplicados en su actividad diaria. Mejorando el balance y la postura en la vida cotidiana, reduciendo el estrés y fomentando la relajación y previniendo lesiones. Este proyecto fue factible de realizarse en el gimnasio Old School, ya que cuento con todos los alumnos necesarios.

Como profesor de dicho gimnasio he observado detenidamente a las personas que concurren al gimnasio y pude registrar:

- Inadecuados gestos técnicos. Por ejemplo: incorrecta colocación de la cadera al momento de elongar. Desequilibrio elástico-muscular.
- Limitaciones en la amplitud articular. Por ejemplo: no poder llevar la cadera a una extensión adecuada. Al momento de elongar después del entrenamiento.
- Reiteradas lesiones en ligamentos y/o músculos. Por Ejemplo: micro desgarros, desgarros o contracturas musculares.

PROBLEMA

¿Cuál de los dos métodos de entrenamiento de flexibilidad activa o pasiva, es más efectivo en 6 a 8 semanas en el aumento de la flexibilidad de los isquiotibiales en adultos de 20 a 30 años?

OBJETIVOS

GENERAL

- Comparar la efectividad de los métodos de entrenamiento activo y pasivo en la flexibilidad

ESPECIFICO

- Determinar la efectividad del método activo
- Y determinar la efectividad del método pasivo

MARCO TEORICO

En este marco teórico se encuentra información acerca de las articulaciones, músculos, tendones, ligamentos, y funcionalidad de dichos músculos en la flexibilidad.

ARTICULACIONES

ARTICULACIONES DE MIEMBRO INFERIOR

- 1) Articulación sacro iliaca:** (anfiartrosis): por parte del sacro (una carilla articular) y por parte de hueso coxal: una carilla análoga (una carilla articular).

Compuesta por una capsula fibrosa (forma de manguito), ligamento sacro iliaco anterior y posterior, ligamento iliolumbar.

Movimientos: nutación y contra nutación.

- 2) Sínfisis Pubiana:** (anfiartrosis): carillas articulares elípticas u oval, rugosas (cada cuerpo del pubis). Compuesta por ligamentos interóseo y ligamento periférico.

- 3) Ligamento Sacro ciático:** ligamento sacro ciático mayor y menor (2 derechos y 2 izquierdos). Empieza por arriba: espina iliaca posterior, parte posterior de la fosa iliaca externa, borde correspondiente de la columna sacro coccígea (3ra vertebra sacra hasta la parte media del sacro). Termina en la escotadura ciática, la tuberosidad isquiática e isquion. (L.S. Mayor).

Se inserta en el borde sacro y cóccix; y se dirige a la espina ciática (L.S. Menor).

- 4) Membrana Obturaras:** El agujero obturador situado parte anterior de la pelvis. Constituido por 2 semicircunferencias (interna y externa). Forman en la superficie del agujero un canal oblicuo (canal subpubiano). Formaciones fibrosas: membrana obturatriz propiamente dicha y cinta pubiana.

Membrana obturatriz: cierra la mayor parte del agujero. Se inserta por fuera en la semicircunferencia externa del agujero subpubiano (cuerpo del isquion, en el tubérculo isquiopubiano externo) y terminan en el canal subpubiano, cuerpo del pubis y cara posterior o endopelviana.

Cinta subpubiana: empieza por fuera en el ligamento transverso del acetábulo y en la eminencia ósea la escotadura isquiopubiana y termina en el cuerpo o por debajo de la espina y otras en la membrana obturatriz y en el pubis a la vez.

- 5) **Articulación Coxofemoral** (Enartrosis): por una parte, la cabeza del fémur (redondeada y lisa), por otra parte, la cavidad cotoiloidea del hueso coxal (esfera hueca) y el rodete cotoiloideo (prismático y triangular). Formada por Ligamento capsular, ligamento redondo, ligamento iliofemoral, ligamento isquiofemoral y ligamento pubiofemoral.

Movimientos: Flexión, extensión, rotación, abducción, aducción, circunducción.

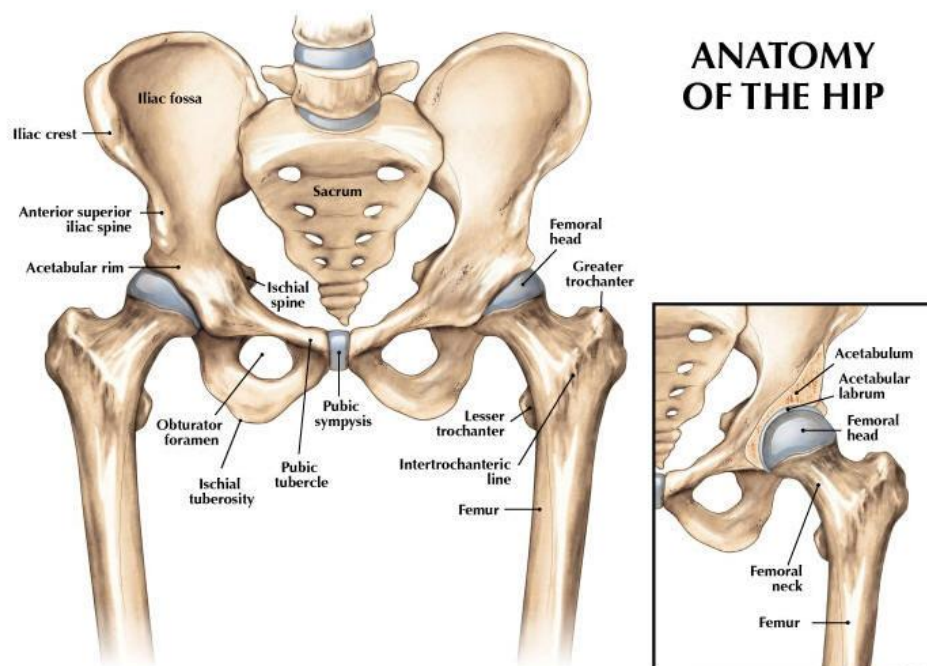


ILUSTRACIÓN 1: Libro L. TESTUT y A. LATARJET (Tratado de Anatomía Humana).

- 6) **Articulación de la rodilla** (troclear): por parte del extremo inferior del fémur (tróclea femoral constituida por dos carillas laterales), por parte del extremo de la tibia (cavidad glenoidea interna y externa de la tibia) y por último la cara posterior de la rótula (superficie articular prolongada en sentido transversal). Meniscos interarticulares. Formada por ligamento capsular, ligamento anterior, ligamento lateral (interno y externo) y ligamentos cruzados (anterior y posterior).

Movimientos: flexión, extensión, rotación y de inclinación lateral.



ILUSTRACIÓN 2: Atlas Humano de Editorial Stadium
Edición 2015.

7) **Articulación de los huesos de la pierna entre sí:**

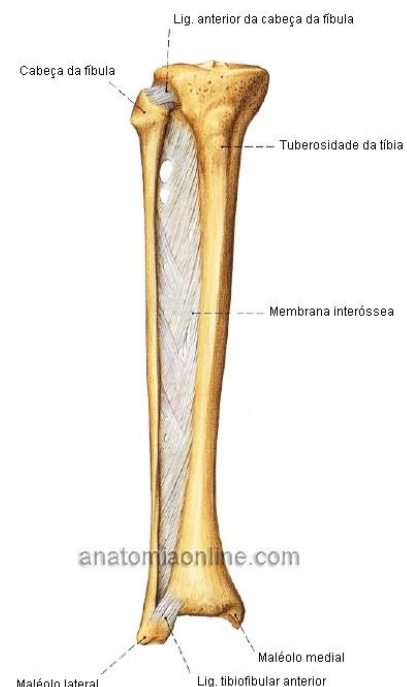
A. **Articulación peroneotibial superior:** (artrodias).

Por parte de la tibia (carilla redonda, casi plana, parte posterior de la tuberosidad externa) y por parte del peroné (carilla, extremidad superior). Formada por la capsula fibrosa y el ligamento anterior y posterior. Movimientos: deslizamiento.

B. **Articulación peroneotibial inferior:** (artrodias).

Por parte de la tibia (carilla cóncava y casi aplanada) y por parte del peroné (una superficie casi plana y cóncava). Formada por la capsula fibrosa y ligamento anterior, posterior e interóseo. Movimientos poco movibles.

C. **Ligamento Interóseo de la pierna:** se inserta por dentro en el borde externo de la tibia y por fuera en la cresta interósea.



- 8) Articulación de la garganta del pie o tibiotalariana:** (troclear). Por parte del pie (cara superior del astrágalo, convexa anteroposterior y cóncava transversalmente) y por parte de la pierna (tibia y peroné forman una especie de mortaja con superficie cuadrilátera). Formada por ligamento capsular, ligamento lateral (interna y externa), Ligamento deltoideo. Movimientos: flexión, extensión, aducción, abducción, circunducción y rotación.

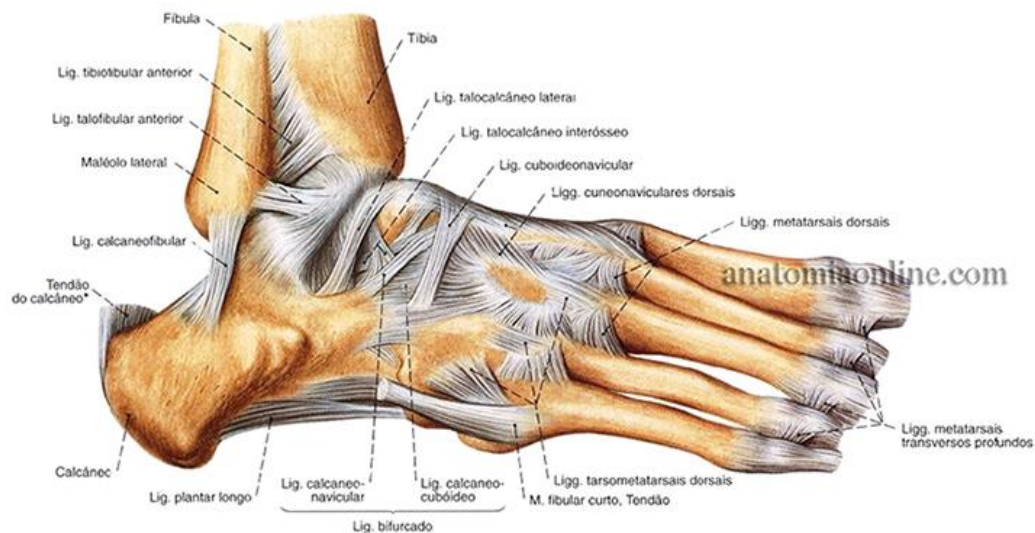


ILUSTRACIÓN 4: Atlas Humano de Editorial Stadium edición 2015.

9) Articulación intrínseca del pie:

- **Articulación Astragalocalcanea.**
- **Articulación Mediotarsiana**
- **Articulación de los huesos de la Segunda Fila del Tarso entre sí.**
- **Articulación Tarsometatarsiana o Articulación de Lisfrane.**
- **Articulaciones Intermetatarsianas.**
- **Articulaciones Metatarsofalangicas.**
- **Articulaciones Interfalangicas de los Dedos del Pie.**

MÚSCULOS

MÚSCULOS DEL TREN INFERIOR.

MÚSCULOS DE LA PELVIS:

- **Glúteo Mayor:** Extensor y rotación hacia afuera del fémur.
- **Glúteo Mediano:** Abductor y rotador del muslo hacia adentro.
- **Glúteo menor:** Abductor y rotador del muslo hacia adentro.
- **Piramidal de la pelvis:** Rotación hacia fuera del fémur
- **Géminos Pelvianos:** Rotación hacia fuera del fémur
- **Obturador Interno:** Rotación hacia fuera del fémur
- **Obturador Externo:** Rotación hacia fuera del fémur
- **Cuadrado crural:** Rotación hacia fuera del fémur

MÚSCULOS DEL MUSLO (REGIÓN ANTEROEXTERNA)

- **Tensor de la Fascia Lata:** inserción (espina iliaca antero superior, cresta iliaca, aponeurosis glútea hasta la aponeurosis femoral, tuberosidad externa de la tibia y tubérculo de Gerdy), acción (abductor y rotador del muslo hacia adentro).
- **Sartorio:** inserción (espina iliaca anterosuperior y escotadura situada por debajo hasta la parte interna de la extremidad superior de la tibia (Pata de Ganzo), acción (flexiona la pierna sobre el muslo, lleva el muslo en abducción y rotación hacia afuera).
- **Cuádriceps Crural:**
- **Recto anterior:** inserción (espina iliaca inferior, ceja cotoidea)
- **Vasto interno:** inserción (Línea áspera del fémur)
- **Vasto externo:** inserción (borde anterior del trocánter mayor)
- **Crural:** línea áspera externa. Cara anterior y externa del fémur)
- Todos terminan en la base y bordes laterales de la rótula y tuberosidad anterior de la tibia. Acción (extensor de la pierna y el recto anterior es flexor de la cadera).

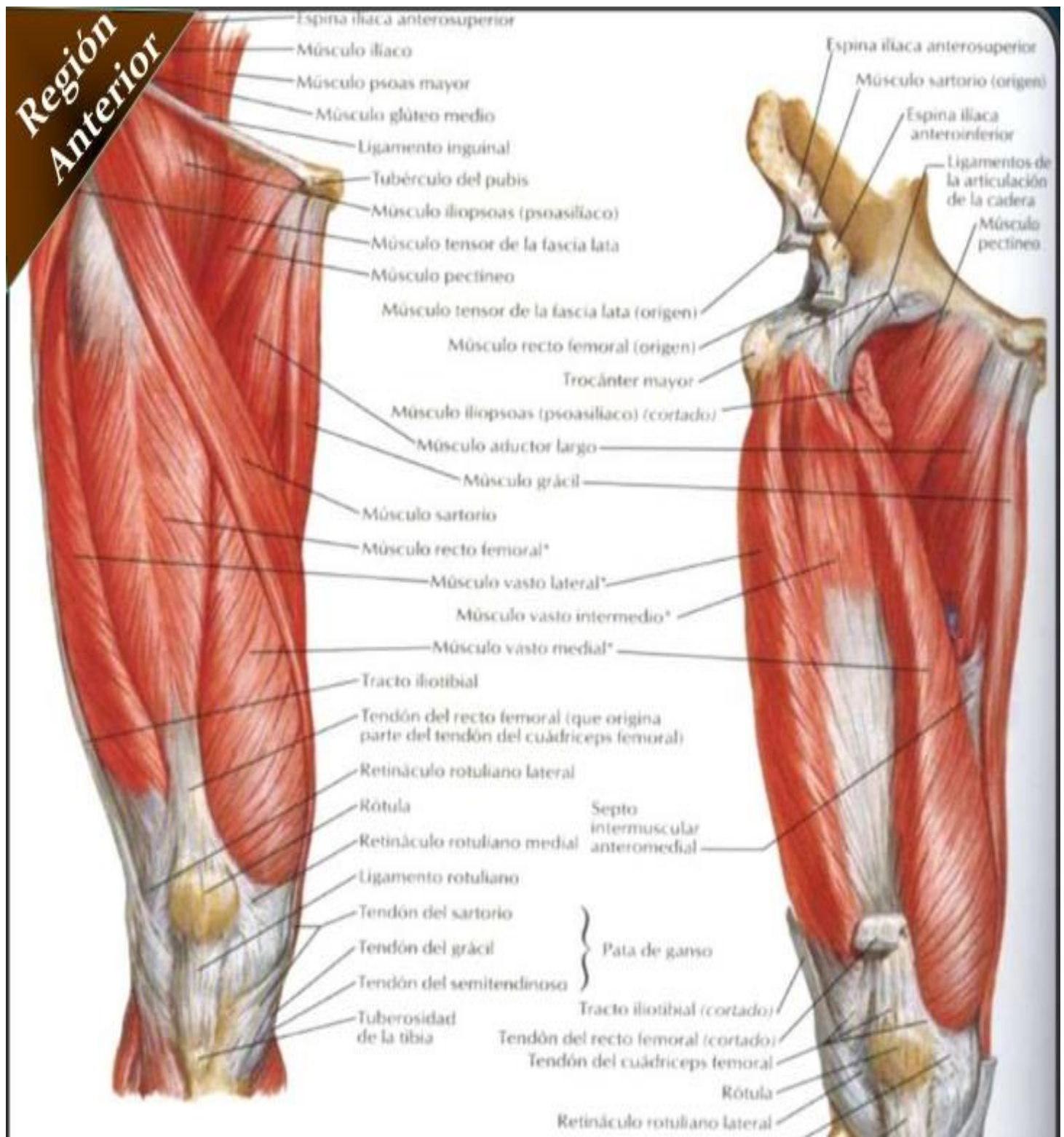


ILUSTRACIÓN 5: Libro L. TESTUT y A. LATARJET (Tratado de Anatomía Humana).

MÚSCULOS DEL MUSLO (REGIÓN POSTEROINTERNA).

- **Recto interno:** inserción (a cada lado de la sínfisis pubiana, y rama isquiopubiana hasta parte superior de cara interna de la tibia), acción (flexiona la pierna y la dirige hacia adentro)
- **Pectíneo:** inserción (espinas del pubis, cresta pectínea y ligamento de Cooper hasta línea rugosa que se extiende en el trocánter mayor), acción (flexiona el muslo y rotación hacia afuera)
- **Primer aductor (mediano):** inserción (Cuerpo del pubis hasta intersticio de la línea áspera), acción (aductor del muslo y rotador hacia afuera)
- **Segundo aductor (menor):** inserción (cuerpo del pubis hasta en el fémur por 2 fascículos: inferior (línea áspera) y superior (rama de bifurcación de la línea áspera), acción (aductor del muslo y rotación hacia afuera).
- **Tercer aductor (mayor):** inserción (cara externa del tubérculo isquiático y vértice del isquion hasta en el fémur en toda la extensión de la línea áspera), acción (aductor del muslo y rotación hacia afuera).

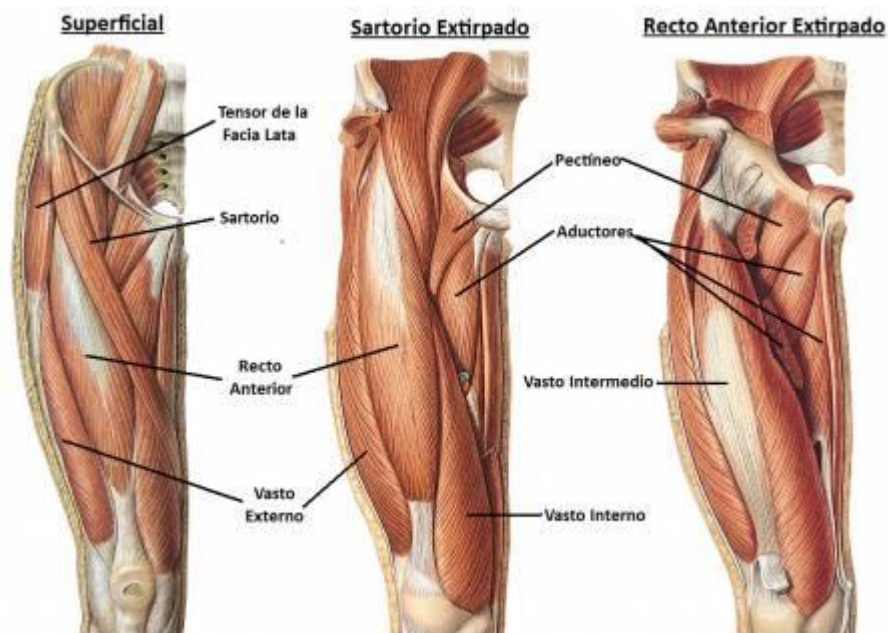


ILUSTRACIÓN 6: Libro L. TESTUT y A. LATARJET (Tratado de Anatomía Humana).

- **Isquiotibiales:** formado por 3 músculos.

- **Bíceps Crural:** inserción (porción larga: en la tuberosidad isquiática; porción corta:

parte inferior de la línea áspera hasta cabeza del peroné y tuberosidad de la tibia externa fibras secundarias), acción (flexiona la pierna, rotación externa por su posición larga extiende el muslo sobre la pelvis).

- **Semitendinoso:** inserción (cara posterior del isquion hasta parte interna de la extremidad superior de la tibia), acción (dobla primeramente la pierna sobre el muslo y le imprime un ligero movimiento de rotación hacia adentro).

- **Semimembranoso:** inserción (cara posterior de la cara externa del isquion hasta detrás del cóndilo externo 3 fascículos: fascículo descendente (tuberosidad interna de la tibia), fascículo recurrente (cóndilo externo) y fascículo anterior (parte anteroexterna de la tuberosidad de la tibia), Acción: rotador interno de la rodilla, extensor de la cadera y flexor de la rodilla).

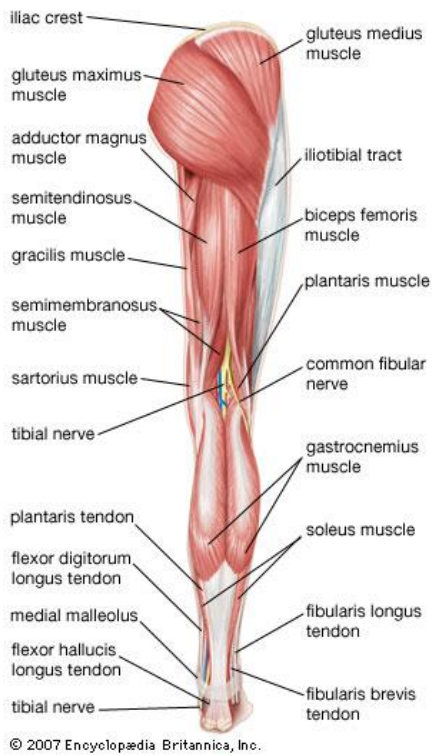


ILUSTRACIÓN 7: Atlas Humano de Editorial Stadium edición 2015.

Músculos:

Región anterior:

- **Tibial Anterior.**
- **Extensor Común de los dedos.**
- **Extensor Propio del dedo Gordo.**
- **Peroneo Anterior.**

Región Externa:

- **Peroneo Lateral Largo.**
- **Peroneo Lateral Corto.**

Región Posterior:

- **Gemelo interno.**
- **Gemelo Externo.**
- **Soleo.**
- **Plantar Delgado.**
- **Poplíteo.**
- **Flexor común de los dedos del pie o Flexor tibial.**
- **Flexor propio del dedo gordo o flexor peroneo.**
- **Tibial posterior**

EL MÚSCULO ESTRIADO ESQUELÉTICO

Estructuralmente, el músculo estriado está compuesto por fascículos los que, a su vez, constan de un número variable (de 100 a 500 aproximadamente) de fibras polinucleadas que se disponen formando largas cintas que, en el hombre, pueden alcanzar los 10 cm. de longitud y las 400 micras de diámetro. Las fibras musculares poseen varios núcleos localizados muy cerca de la membrana celular. Las fibras, a su vez, se encuentran compuestas por numerosas unidades de menor tamaño denominadas miofibrillas, formadas esencialmente por las proteínas actina y miosina, cuya disposición periódica permite apreciar la característica imagen de estriaciones transversales.

Básicamente, existen dos clases distintas de músculo estriado: el cardíaco y el esquelético. Dentro del contexto de esta obra se considerarán específicamente los aspectos referidos al músculo estriado esquelético que es el que, en definitiva, ofrece hasta el 41% de la resistencia total al incremento de amplitud angular de recorrido articular.

La musculatura esquelética posibilita el movimiento y los desplazamientos recíprocos de las distintas piezas óseas que constituyen el esqueleto funcional. El número de músculos esqueléticos en el hombre es muy elevado: 434.

El músculo estriado completo, cubierto por su epimisio, resulta de la reunión de un conjunto de fascículos musculares dispuestos, por lo general, paralelamente al eje longitudinal. Rodeado por su perimisio, cada fascículo está compuesto por fibras musculares convenientemente protegidas por su capa de endomisio. Este último debe distinguirse anatómicamente de la auténtica membrana plasmática de la fibra muscular, denominada como sarcolema. A su vez, las miofibrillas se pueden encontrar los denominados sarcómeros o unidades estructurales fisiológicas del círculo a nivel molecular. Cada sarcómero está compuesto por una serie de bandas claras y oscuras. Las zonas claras son denominadas como bandas I (por ser isotrópicas) y las zonas oscuras como bandas A (por ser anisotrópicas). En el centro de la zona oscura se encuentra una banda clara más pequeña, denominada H cruzada longitudinalmente por una línea oscura o línea N. A su vez, en las bandas claras puede observarse otra línea oscura denominada Z.

Convencionalmente, se conoce como sarcómero al conjunto de estructuras comprendidas entre las líneas Z.

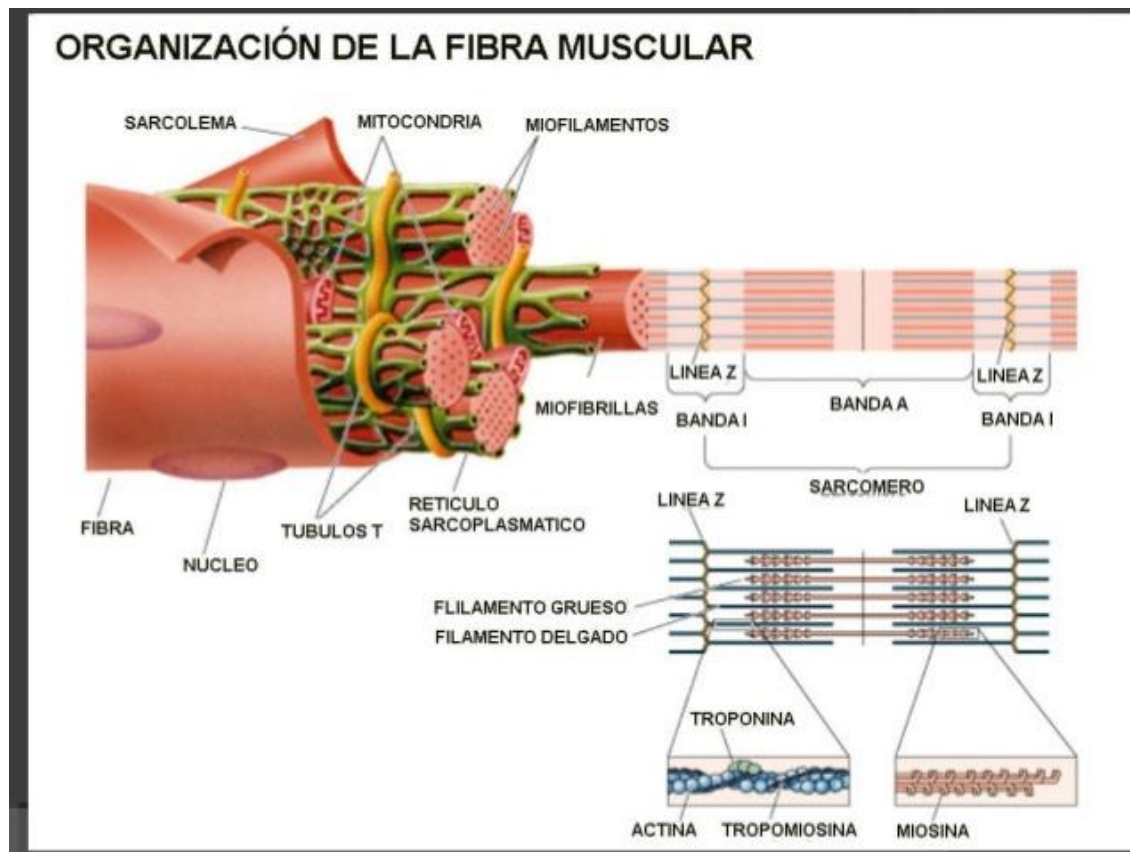


ILUSTRACIÓN 8: Corte ampliado de una sola fibra de músculo estriado que muestra el sistema miofibrilar, el sistema tubular transverso, el retículo sarcoplasmático y la unión mioneural.

ESTRUCTURA DEL SARCÓMERO

La alternancia de bandas claras y oscuras en el sarcómero deriva de la disposición relativa de sus dos filamentos contráctiles más abundantes, a saber, la miosina o filamento grueso y la actina o filamento delgado. Así, en el sarcómero relajado, las bandas claras están compuestas exclusivamente por filamentos de actina que se extienden desde las líneas Z hacia la zona central del sarcómero. La zona H, por el contrario, consta solamente de filamentos gruesos que desde la línea central o M se dirigen hacia fuera. Finalmente, las bandas oscuras A están constituidas tanto por filamentos de miosina como de actina convenientemente superpuestas inclusive en estado de reposo. En estas condiciones, así como los filamentos de actina no llegan a establecer contacto con la línea M, tampoco los de miosina logran alcanzar la línea Z.

El sarcómero presenta también, transversalmente, una clara ordenación. Así, si el corte es realizado a nivel de la zona H, se observan solo filamentos gruesos y si el corte transversal es a nivel de la banda I se aprecian solamente filamentos finos. Pero si dicho corte es realizado a nivel de la banda oscura A, cada filamento grueso se encuentra rodeado por seis finos y cada filamento fino, por otros seis, tres de los cuales son gruesos y los otros tres finos, dispuestos alternada y geométricamente.

Aparte de la miosina y de la actina dentro del sarcómero se deben, al menos, otras dos proteínas de gran significación funcional en cuanto a los procesos de contracción relajación se refiere: la troponina y la tropomiosina.

MIOSINA

Componen los filamentos gruesos y es un polímero resultante de la agregación de 360 moléculas ordenadamente empaquetadas. Cada molécula unitaria de miosina está formada por dos cadenas polipeptídicas helicoidales, enrolladas entre sí. A su vez, cada cadena está compuesta por dos porciones claramente distinguibles: una cabeza o porción inicial globular y una larga cola. Las dos colas se juxtaponen formando una única larga cola mientras que las dos cabezas sobresalen nítidamente del empaquetamiento del polímero. La zona central del filamento grueso está desprovista de cabezas.

Considerando la molécula individual de miosina, su análisis permite distinguir dos fracciones denominadas como meromiosina pesada (MMP) y meromiosina ligera (MML). La MML o meromiosina ligera compone los gruesos paquetes de miosina y no interactúa con la actina. Por el contrario, la MMP o meromiosina pesada sí es capaz de relacionarse con los filamentos finos y está compuesta, a su vez, por dos fracciones: la S1 o cabeza y la S2 o cuello. El primer fragmento o S1 denota una fuerte actividad degradativa de ATP.

Las proyecciones de la MMP parecen palos de golf y están rotadas aproximadamente 120° en relación a la proyección anterior. Dos bisagras flexibles permiten la actividad muscular contráctil. Una está ubicada entre el cuello de la MMP o S2 y la MML; y la otra entre el S1 y el S2 de la misma MMP. La primera bisagra acerca a la molécula de miosina a la de actina y posibilita la unión. La segunda bisagra es la que, en definitiva, permite generar la fuerza "moviendo" al filamento de actina.

ACTINA

Esta proteína, en su forma manométrica, recibe la denominación de actina G, mientras que polimerizada (cada polímero está constituido por unas 400 moléculas de actina G) es conocida como actina F. Para formar el filamento fino, dos cadenas de actina F se enrollan entre sí, en forma de doble hélice, quedando un hueco o ranura entre ambas. En este hueco o ranura se localizan otras dos proteínas de función esencialmente reguladora conocidas como troponina, y tropomiosina.

TROPOMIOSINA

Estructuralmente es muy parecida a la miosina manométrica y lo único que la distingue es la carencia de porciones S1 o globulares. Está compuesta por dos cadenas enrolladas helicoidalmente y se dispone ocupando la mayor parte del surco o ranura que queda entre las dos cadenas de actina. Por sus extremos se une a la troponina y se extiende a lo largo de la longitud de 7 actinas G.

TROPONINA

Es una proteína globular compuesta por tres subunidades. Se encuentra ligada a la tropomiosina y se sitúa también en los surcos o ranuras cada 7 monómeros de actina G o cada media vuelta de hélice de actina F. La molécula de troponina tiene tres subunidades: la TN-C o proteína que liga el calcio; la TN-1 o proteína que es capaz de inhibir la interacción de la actina con los puentes de miosina; y la TN-T que es una proteína fuertemente unida a la tropomiosina.

OTRAS PROTEÍNAS

Además de las cuatro proteínas ya indicadas, en el sarcómero se pueden aislar otras de alta significación estructural, reguladora y enzimática. Entre ellas se encuentran la proteína M (presente

en la línea M) la alfa-actina (uno de cuyos componentes podría ser el soporte estructural de la línea Z), y la beta actinina (función probablemente estabilizadora de los empaquetamientos de actina).

EL SISTEMA SARCOTUBULAR

Dentro de las fibras musculares, la reticulación tiene una significación funcional muy importante. En la misma, por su alto desarrollo y crucial participación en el proceso contráctil se deben considerar los túbulos transversales (o túbulos T), los túbulos longitudinales (o túbulos L) y las cisternas terminales.

Los túbulos T están situados a lo largo de la línea Z y son, en realidad, invaginaciones de la cadena en dirección al interior de la fibra. Los túbulos L corren perpendiculares a los T, es decir, paralelos a los miofilamentos. Si bien contactan con los túbulos T, los túbulos L no están abiertos a ellos, por lo que su contenido líquido interior (Ca^{++} en proporción muy abundante) difiere notablemente del de los túbulos T. Las cisternas terminales se encuentran situadas en el fondo del sarcómero y en lo único que se diferencian de los túbulos L es en su mayor tamaño y capacidad de alojamiento de calcio (Ca^{++}). Fisiológicamente, se le suele denominar como "tríada" al conjunto formado por estas tres estructuras.

Dentro de cada puente de miosina- actina hay un elemento elástico en serie con un elemento no lineal. Concretamente, parece que vínculos elásticos conectan el cuello de la MMP con el resto del ramillete de la MML. Sin embargo, no se sabe cuál es la estructura de este componente elástico como tampoco la clase de cambios que sufre durante el proceso de contracción o relajación o al producirse el "salto" de puentes cruzados.

EL PROCESO DE LA CONTRACCIÓN MUSCULAR

Al contraerse, el músculo disminuye su longitud acortando los sarcómeros. Una serie de modificaciones a nivel de las bandas claras y oscuras pueden verificarse durante dicho proceso, a saber:

- Disminución de la amplitud de la banda I y la zona H.
- Mantenimiento de la banda A y de las líneas Z y M.

El grado de contracción determina la magnitud de la disminución de la banda I y de la zona H siendo que, incluso, pueden llegar a desaparecer adquiriendo el sarcómero la totalidad de la estiración característica de las bandas A. Durante la contracción se verifica el deslizamiento recíproco de los filamentos de actina y miosina; los primeros en dirección a la línea M y los segundos a la línea Z.

Según la **teoría del "Filamento deslizante"** se establecen durante la contracción muscular entre los filamentos de actina y de miosina, "puentes cruzados" que conforman un sistema de interacción entre los segmentos S1 o cabezas de miosina y las moléculas de actina. El fragmento S2 o cuello de la miosina es susceptible de doblarse a la manera de bisagra para permitir el deslizamiento de la actina hacia un acortamiento de aproximadamente 2×10 nm (nanómetros), es decir, el 1% de la longitud total de sarcómero. Sin embargo, puesto que en condiciones normales el sarcómero puede acortarse hasta el 50% de su longitud, el mecanismo de bisagra es complementado por el "salto" de los puentes cruzados en dirección a la línea Z.

Al llegar el potencial de acción al sarcolema, la corriente despolarizante ingresa al interior de la fibra muscular a través de los túbulos T. Ello provoca el éxodo masivo del calcio de las cisternas terminales y, en menor medida, de los túbulos L.

Todavía se desconoce como la despolarización del túbulo T provoca la liberación de Ca^{++} del retículo sarcoplasmático hacia el espacio miofibrilar. Los aspectos anátomo-fisiológicos de la relación túbulo T - Cisterna terminal constituyen, por el momento, un interrogante.

El calcio libre en el sarcoplasma es el factor responsable del fenómeno de contracción de la fibra muscular. El calcio liberado de las cisternas se acopla a la troponina. El complejo troponina - calcio determina cambios en la disposición espacial de la tropomiosina, la cual desde su posición de bloqueo emigra hacia otras zonas centrales del surco dejando en libertad de interacción a la miosina con la actina. Eliminada la acción bloqueante de la tropomiosina, para el establecimiento de puentes cruzados se supone la hidrólisis del ATP unido, hasta el momento, a la cabeza de miosina o porción

S1. Al mismo tiempo, para permitir el deslizamiento paralelo de los miofilamentos, las porciones S2 de la meromiosina pesada deben plegarse a la manera de bisagras.

La cabeza del puente puede unirse a la actina con un ángulo de 90° y luego cambiar su ángulo de unión a 45° pero, en realidad, todavía no se sabe con certeza el grado exacto de movimiento y rotación de los subporciones S1 y S2 de miosina durante la contracción.

EL MECANISMO DE LA RELAJACIÓN MUSCULAR

Para que tropomiosina abandone la porción central del surco de actina y se ubique en condiciones de inhibir la interacción con la miosina es necesario que se disuelva la unión de la troponina con el calcio y que éste regrese a las cisternas terminales. Este transporte de calcio consume energía, requiriendo la hidrólisis de un ATP por cada dos moléculas de calcio. De hecho, si tal energía es escasa, la posibilidad de relajación queda reducida y por mayor que sea la inhibición del SN, la resistencia del músculo al estiramiento habrá de ser grande.

ALARGAMIENTO DEL SARCÓMERO

Minuciosas mediciones microscópicas de la longitud del sarcómero en su totalidad como así también de sus filamentos de actina, miosina y zona H han permitido establecer sus limitaciones estructurales entre el alargamiento inducido por una fuerza externa. Cuando un sarcómero es estirado hasta el punto de ruptura, puede alcanzar una longitud aproximada de 3,60 micras. Sin embargo, una ruptura del sarcómero no es deseable. Nuestro interés principal es estirar el sarcómero hasta una longitud donde, al menos, pueda mantenerse un puente cruzado entre la actina y la miosina. Se ha llegado a saber que esa longitud es de aproximadamente 3,50 micras.

Si se considera que la longitud normal de reposo del sarcómero es de 2,30 micras, el componente contráctil es capaz de ceder hasta 1,20. Esto representa un aumento de más del 50% respecto de la longitud de reposo pudiendo llegar, inclusive, al 67% . Ahora bien, sin que se conserve la posibilidad de establecer puentes cruzados (por lo menos uno) el sarcómero puede ser estirado

hasta un 120% de su longitud normal. Ello no se debe al alargamiento de los filamentos de miosina o actina "en si" puesto que ellos no modifican, en absoluto, individualmente su longitud. El alargamiento del sarcómero es causado por el deslizamiento de filamentos gruesos y delgados en forma paralela. En estas condiciones, tanto las bandas I como la zona H presentan un incremento notable de su longitud; mientras que la zona A puede incluso llegar a desaparecer si, debido a la separación entre las líneas Z, ya no se verifica superposición entre filamentos finos y gruesos.

FLEXIBILIDAD

FLEXIBILIDAD: Se define como “la habilidad de curvarse/flexionarse.” La flexibilidad se define como la capacidad para desplazar una articulación o una serie de articulaciones a través de una amplitud de movimiento completo, sin restricciones ni dolor, influenciada por músculos, tendones, ligamentos, estructuras óseas, tejido graso, piel y tejido conectivo asociado (Pablo E. Hernandez Diaz, 2006). La flexibilidad está influenciada además por una serie de factores que incluyen: el nivel y/o tipo de actividad que el individuo desarrolle, la temperatura ambiental, el sexo, la edad y la articulación involucrada entre otros.

El concepto de flexibilidad no solo tiene relación con el músculo, sino que involucra a todo el sistema neuromuscular y osteoarticular.

TIPOS DE FLEXIBILIDAD.

- **Dinámica:** Es el grado en que se puede mover una articulación por medio de una contracción muscular, por regla general en el centro del recorrido del movimiento. La flexibilidad dinámica no es necesariamente un buen indicador de la rigidez o la holgura de una articulación porque tiene que ver con la capacidad para mover una articulación de forma eficiente, con muy poca resistencia al movimiento.
- **Estática:** Hace referencia al grado en que se puede mover de forma pasiva una articulación hasta el punto límite de su amplitud de movimiento. En la amplitud pasiva ninguna contracción muscular toma parte en el movimiento de la articulación. Amplitud de movimiento respecto a una articulación, sin poner énfasis en la velocidad del movimiento.

BENEFICIOS PROPUESTOS DE LA FLEXIBILIDAD

- Prevención de lesiones músculo esqueléticas por tensión.
- Aumento de la relajación muscular como base para un movimiento más fluido. Disminución de la rigidez muscular, con el consecuente almacenamiento de energía elástica más eficiente, para la realización de movimientos con el ciclo de alargamiento – acortamiento del músculo
- Retarda el dolor muscular
- Mejora el rendimiento deportivo en los atletas, puesto que el músculo trabaja a una longitud óptima.
- Prevenir acortamientos musculares.
- Mejora la coordinación neuromuscular.
- La colaboración en la vuelta a la calma y en la recuperación del organismo tras un esfuerzo intenso
- El aumento de la tolerancia al estiramiento.

COMPONENTES DE LA FLEXIBILIDAD

Movilidad: Propiedad que poseen las articulaciones de realizar determinados tipos de movimiento, dependiendo de su estructura morfológica.

Extensibilidad o Distensibilidad: Propiedad que poseen algunos componentes musculares de deformarse por influencia de una fuerza externa, aumentando su extensión longitudinal.

Elasticidad: Propiedad que poseen algunos componentes musculares de deformarse por influencia de una fuerza externa, aumentando su extensión longitudinal y retornando a su forma original cuando cesa la acción.

Plasticidad: Propiedad que poseen algunos componentes de los músculos y articulaciones de tomar formas diversas a las originales por efecto de fuerzas externas y permanecer así después de cesada la fuerza deformante.

Maleabilidad: Propiedad de la piel de ser plegada repetidamente con facilidad, retomando su apariencia anterior al retornar a la posición original.

La **ELONGACIÓN** muscular es el medio a través del cual se entrena la flexibilidad, existiendo distintas técnicas, métodos y escuelas. Estas actitudes de estiramiento muscular tienen diversos efectos sobre el sistema neuromuscular caracterizadas principalmente por el perfil temporal de cada una de ellas, ya sean efectos agudos, los cuales se presentan inmediatamente después de la

elongación de un músculo, y los efectos crónicos, los cuales se presentan luego de un periodo en el cual se ha realizado un entrenamiento (sistemático o no), de la flexibilidad a través de elongaciones musculares.

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESARROLLO DE LA FLEXIBILIDAD

Factores Intrínsecos

- La estructura ósea puede restringir el punto límite de la amplitud. Un codo que se haya fracturado por la articulación puede asentar un exceso de calcio en el espacio de la articulación, haciendo que ésta pierda su capacidad para extenderse por completo. En muchos casos recurrimos a las prominencias óseas para detener los movimientos en el punto límite normal de la amplitud.
- La masa adiposa también puede limitar la capacidad para desplazarse a través de una amplitud de movimiento completa. La grasa puede actuar como una cuña entre dos brazos de palanca allí donde se encuentre.
- Los músculos y sus tendones, junto con las fascias que los rodean, suelen ser los principales causantes de la limitación de la amplitud de movimiento. Cuando el atleta lleva a cabo ejercicios de elongación para mejorar la flexibilidad de una articulación en particular, está sacando partido de las propiedades altamente extensibles del músculo. A lo largo de un período de tiempo es posible aumentar la extensibilidad o la distancia que se puede estirar un músculo determinado. Las personas que tienen un alto grado de movimiento en una articulación particular tienden a poseer músculos de gran extensibilidad.
- El tejido conectivo que rodea la articulación, como los ligamentos de la cápsula de la articulación, pueden estar sujetos a adherencias y acortamientos patológicos. Los ligamentos y las cápsulas de la articulación tienen cierta extensibilidad; no obstante, si una articulación queda inmovilizada durante cierto período de tiempo, estas estructuras tienden a perder extensibilidad; y de hecho se

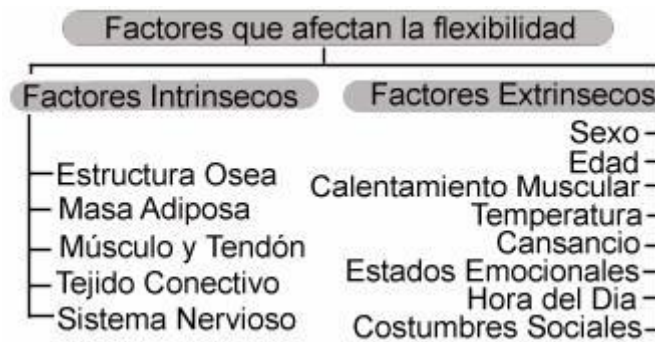
acortan. Esta afección suele apreciarse después de la reparación quirúrgica de una articulación inestable, pero también puede ser el resultado de largos períodos de inactividad.

- **Sistema nervioso:** De todos los elementos que componen el músculo estriado voluntario, las proteínas contráctiles constituyen un factor de resistencia que condiciona la magnitud y el alcance de la deformación longitudinal que las acciones de extensión ejercen sobre el mismo para que la elongación pueda ejercer un efecto específico sobre este tejido, resulta crucial la minimización de la tensión restrictiva y limitante que las estructuras contráctiles del músculo tienden, tanto refleja como voluntariamente, a ofrecer. Así, en el caso de una completa relajación neuromuscular, una fuerza externa puede llegar hasta duplicar la longitud normal de reposo del sarcómero conservándose la distancia mínima entre los filamentos delgados y gruesos a los efectos de que se pueda establecer, ante el cambio de las condiciones excitatorias, por lo menos un puente cruzado.

Factores Extrínsecos

- **Sexo:** Las mujeres suelen ser más flexibles que los hombres por las diferencias hormonales que presentan. La mayor producción de estrógenos en las mujeres causa una disminución de la viscosidad de los tejidos.
- **Edad:** La flexibilidad alcanza su desarrollo máximo entre las edades infantil y juvenil, entre 14 a 17 años.
- **Calentamiento muscular previo:** El aumento de temperatura disminuye la viscosidad del sarcoplasma mejorando la contractibilidad y la capacidad de elongación del músculo. La temperatura del músculo aumenta debido a 2 mecanismos: el primero tiene relación con el aumento de la circulación sanguínea debido a la dilatación del lecho capilar arterio – venoso intramuscular y de las estructuras vecinas, incluida la piel. El segundo mecanismo se relaciona con las reacciones metabólicas catabólicas que generan la combustión interna y la liberación de energía calórica.
- **Temperatura ambiental:** Las bajas temperaturas ambientales se asocian a una disminución de la flexibilidad, en cambio a mayores temperaturas se produce un aumento de esta.
- **Cansancio:** La fatiga muscular produce una disminución del umbral de sensibilidad de los husos, haciéndolos más excitable frente al estiramiento, dificultando la elongación muscular.
- **Costumbres sociales:** Actividades laborales, sedentarismo, entrenamiento, hábitos posturales, etc., pueden aumentar o disminuir la flexibilidad.

- **Estados emocionales:** Influyen en la regulación tónica muscular pues inciden sobre el sistema nervioso. El miedo, el estrés, la ansiedad y el dolor pueden aumentar el tono, mientras que estados de relajación pueden disminuirlo.
- **Hora del día:** La mayoría de las personas suelen ser más flexibles en la tarde que en la mañana, con un peak entre las 14:00 - 16:00 hrs.



FUNDAMENTOS TEORICOS: MECANICA DE LA ELONGACION MUSCULAR

La elongación muscular puede ser considerada como un estímulo externo que actúa tanto a nivel del sistema músculo esquelético como en el sistema nervioso, es por eso que para poder entender cómo y donde actúa la elongación muscular, primero debemos tener presente la anatomía, fisiología y el control del sistema neuromuscular.

Modelo Mecánico del Músculo: Modelo de Hill

El total de tensión activa que el sistema muscular puede generar equivale a la suma de la tensión ejercida por el conjunto de sus componentes.

Por su estructura y sus características funcionales, debe considerarse al músculo esquelético como un sistema integrado por tres elementos constituyentes:

- El componente contráctil (CC), constituido por los miofilamentos de actina y miosina, que presenta un doble comportamiento: una parte es capaz de manifestar efectos contráctiles debido a las interacciones entre la actina y miosina, y otra parte evidencia un comportamiento elástico; de manera que, cuando es elongado por un sistema de fuerzas externo, evidencia una notable tendencia

a recuperar su longitud inicial (de reposo). Esta propiedad, que es independiente de los componentes conectivos elásticos del sistema, se explica por efectos de interacción de índole molecular no conocidos en detalle. Estos efectos son ejercidos tanto por el sistema actina miosina como por el conjunto de elementos de estabilización (titina y nebulina), que cumplen funciones decisivas en el mantenimiento de la estructura en trama reticular de los miofilamentos.

- El componente conectivo elástico dispuesto en paralelo (CEP) respecto al CC está formado por la matriz extracelular de colágeno; epimisio, perimisio, endomisio y la propia membrana plasmática de la fibra muscular. Estas estructuras presentan una elevada tendencia elástica y son las responsables primarias de la capacidad de generar la tensión que el músculo soporta después de ser sometido a un efecto de estiramiento.
- El componente conectivo elástico dispuesto en serie (CES) respecto al CC, está formado por el tendón y otros elementos de inserción ósea, caracterizados por su alto comportamiento elástico, dado el gran predominio de tejido fibroso, tolerando fuerzas elevadas de tracción sin romperse y con gran capacidad de transmisión de la fuerza.

En el transcurso de la contracción, el comportamiento del conjunto de estos componentes puede esquematizarse así:

- Durante la contracción muscular se produce el acortamiento del sarcómero, con disminución de la longitud total del sistema (en el caso de las contracciones concéntricas) o sin que éste se vea modificado (como ocurre en la isométrica). La disminución de longitud del CC, actúa distendiendo el CES, en grado variable, en función de la intensidad de la contracción y de la magnitud de la resistencia a vencer.
- En el curso de la relajación muscular, una vez cesado el efecto contráctil, el músculo recupera su longitud inicial, siempre que no existan fuerzas externas que lo impidan, por ejemplo, la contracción de los antagonistas o el propio peso corporal. Interviene en ello la elasticidad del sistema muscular.
- Cuando el sistema muscular es sometido a tensión, se produce la elongación del conjunto de elementos que lo integran, tanto los situados en serie como en paralelo. Esta acción es especialmente significativa para el CEP por presentar una alta capacidad de almacenamiento de energía elástica potencial, dada la presencia de fibras elásticas. El CEP no es el único responsable de la elasticidad muscular, aunque juegue un importante papel y, en algunos movimientos, pueda

ser el responsable principal. El músculo, en estas condiciones, tenderá a recuperar la longitud de reposo.

COMPORTAMIENTO DEL MÚSCULO FRENTE A LA ELONGACIÓN

El sistema sensorial recibe información de cinco tipos principales de receptores:

1. **Mecanorreceptores,**
2. **Termorreceptores.**
3. **Nociceptores.**
4. **Fotorreceptores.**
5. **Quimiorreceptores.**

Las terminaciones nerviosas libres detectan el tacto, la presión, el dolor, el calor y el frío. Por lo tanto, funcionan como mecanorreceptores, nociceptores y termorreceptores.

Las terminaciones nerviosas especiales de los músculos y de las articulaciones son de muchos tipos y tienen muchas funciones, y cada tipo es sensible a estímulos específicos, estos son algunos: Los receptores cinestésicos articulares.

Los husos musculares.

Los órganos tendinosos de Golgi (OTG) Entrada sensorial: las sensaciones y el estado fisiológico son detectados por receptores sensoriales a lo largo del cuerpo. Las áreas donde terminan los impulsos sensoriales reciben la denominación de centro de integración. Aquí es donde la entrada sensorial es interpretada y transmitida al sistema motor. Estos centros de integración varían en su función:

Las señales que se integran en la médula. Producen como respuesta un reflejo motor sencillo.

Las señales que terminan en la parte inferior del tronco cerebral producen reacciones motoras subconscientes de una naturaleza más elevada y compleja. El control postural al estar sentado, de pie o moviéndose es un ejemplo de este nivel.

Las señales sensitivas que terminan en el cerebelo también dan como resultado un control subconsciente del movimiento. Es el centro de coordinación, suavizando el movimiento al

coordinar las acciones de los diversos grupos musculares. La motricidad fina como la gruesa parecen estar coordinados por el cerebelo en concierto con los ganglios básales.

- Las señales sensitivas que terminan en el tálamo comienzan a entrar en el nivel de la conciencia, y entonces comenzamos a distinguir varias sensaciones.
- Sólo cuando las señales sensitivas entran en la corteza cerebral podemos localizar moderadamente la señal. La corteza sensitiva primaria, localizada en la circunvalación postcentral (en el lóbulo parietal), recibe entradas sensitivas generales desde los receptores de la piel y desde los propioceptores de los músculos, tendones y articulaciones.

CONTROL MOTOR

El impulso sensorial evoca una reacción a través de una neurona motora la cual controla el músculo esquelético.

Cuando el nivel de control se desplaza desde la médula espinal hasta la corteza motora, el grado de complejidad del movimiento se incrementa desde un control reflejo sencillo hasta movimientos complicados que requieren procesos básicos de pensamiento. Respuestas motoras complejas se originan generalmente en la corteza motora del cerebro.

ACTIVIDAD REFLEJA

En la médula espinal, los impulsos son integrados instantáneamente por las interneuronas que conectan las neuronas sensitivas y motoras. Un reflejo es una respuesta programada. Esta actividad refleja esta mediada por receptores que se encuentran ubicados en distintos lugares del músculo esquelético: los husos musculares y OTG.

Husos musculares: El huso es una estructura cilíndrica, alargada, con su parte central más gruesa. Contiene en su interior dos o más fibras musculares transformadas y especializadas funcionalmente como mecanorreceptores de elongación. A estas fibras por encontrarse dentro del huso se les llaman intrafusales y para diferenciarlas del resto de las fibras musculares esqueléticas, a estas últimas se les llama fibras extrafusales.

La parte central de la fibra intrafusal está inervada por dos tipos de axones mielínicos, que las alcanzan después de atravesar la cápsula del huso: las fibras Ia o aferentes primarias, que son las de mayor diámetro y las fibras del tipo II o secundarias, de diámetro pequeño. En el interior del huso, cada terminal Ia se enrolla alrededor de la parte central de una fibra intrafusal, formando un espiral, de ahí su nombre de terminales anulo – espirales. La parte central de la fibra es un segmento no – contráctil por lo que, cuando ésta es estirada, el espiral se distorsiona, cambio que representa un estímulo mecánico que genera en él potenciales de acción que viajan hacia el sistema nervioso central. Por eso las fibras Ia, son aferentes.

Hacia cada extremo de la zona central, la fibra intrafusal presenta tejido contráctil, el cual está inervado por axones que vienen del sistema nervioso central y que se originan en neuronas motoras eferentes ubicadas en la médula espinal: las motoneuronas gama. Los potenciales de acción que llegan por estos axones, a las fibras intrafusales, provocan la contracción de la parte contráctil de ellas lo cual puede inducir, por estiramiento de su parte central, la generación de potenciales desde los terminales Ia.

A través de las fibras Ia el sistema nervioso recibe constantemente información de grado de elongación de los diferentes músculos. A través de las fibras gama, se puede regular la sensibilidad de ese receptor de elongación.

Órgano tendinoso de Golgi (OTG): Son receptores sensoriales encapsulados, a través de los cuales pasa un pequeño haz de fibras de tendones musculares. Estos órganos están situados proximalmente a las uniones de las fibras de los tendones con las fibras musculares. Entre 5 y 25 fibras musculares suelen estar conectadas con cada órgano tendinoso de Golgi. Estas estructuras son sensibles a la tensión en el complejo músculo – tendón y operan como un indicador de la intensidad del esfuerzo, su sensibilidad es tan grande que pueden reaccionar a la contracción de una sola fibra muscular. Llevan a cabo una función protectora: cuando son estimulados estos receptores inhiben los músculos que se contraen (agonistas) y excitan los músculos antagonistas.

NIVEL DE INTEGRACIÓN DEL ESTÍMULO DE ESTIRAMIENTO MUSCULAR EN LA ELONGACIÓN

El estímulo de estiramiento que recibe el músculo, es integrado en diversos niveles del sistema nervioso central (SNC), dependiendo de la magnitud de este estímulo. El estímulo aferente es utilizado para elaborar una respuesta motora, tanto a nivel medular, provocando un acto reflejo pre

– programado con un fin protector, como a nivel de la parte inferior del tronco cerebral y del cerebelo, manteniéndolo informado sobre la posición actual del cuerpo (a través de los propioceptores) lo cual contribuye a la mantención del equilibrio y de la postura.

La información que se produce a través del estiramiento, es utilizada por el SNC, para la elaboración más efectiva de movimientos voluntarios por parte de la corteza motora primaria.

En un principio esta aferencia, provocada por una maniobra de elongación muscular sub – máxima, provocaría un acto reflejo simple de protección (contracción muscular), seguido de una relajación muscular refleja mediada por el OTG si el estímulo persiste. El estímulo sensitivo asociado a esta acción (debido a los mecanorreceptores sometidos a tensión) iría hasta los centros superiores del cerebro, dándonos la percepción consiente de estiramiento.

FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS DE LA ELONGACION MUSCULAR

En una elongación muscular, son variadas las estructuras puestas en tensión; a grandes rasgos se puede decir que la elongación ocurre en el músculo y en el tejido conectivo intramuscular más que en el tendón, el cual es substancialmente más rígido que el músculo. Un punto importante a destacar es que diferentes músculos presentan distintas propiedades pasivas y por ende distintas respuestas a la elongación muscular. Esto dependiendo de factores estructurales tales como el ángulo de sus fibras, la longitud de su tendón, su área transversal, y otros factores como el tipo de fibras que lo componen.

Una fuerza dirigida a elongar un músculo es transmitida vía tejido conectivo (perimisio, endomisio); a través de la membrana muscular (sarcolema) a los elementos no contráctiles (complejo citoesquelético o costámeros) en la línea Z.

En primera instancia el estiramiento se hace a expensas del componente elástico, en serie y en paralelo. En el caso del componente en paralelo, participará sólo en la medida que la persona haga un esfuerzo consciente y logre inducir una relajación del componente contráctil. Si el componente contráctil está en reposo, permitirá que el componente en paralelo sea elongado, de lo contrario la elongación muscular se hará sólo a expensas del componente en serie y la acción se verá anulada en el componente en paralelo, por la contracción de la fibra muscular que se opondrá a la elongación.

La elongación de la fibra muscular propiamente tal, comienza en el sarcómero. En la relajación que acompaña a la elongación no hay estímulos que desencadenen el proceso de la contracción (en teoría no hay puentes cruzados entre actina y miosina) por lo que no hay acortamiento del sarcómero; así los sarcómeros ubicados en serie en una fibra, permiten que ésta tenga su máxima longitud anatómica (las bandas I del sarcómero alcanzan su máxima longitud). Sin embargo a pesar de la relajación voluntaria del individuo, las proteínas contráctiles del músculo generan una resistencia inicial al estiramiento pasivo, esta resistencia es debida a la existencia de un pequeño número de puentes cruzados que están presentes incluso con el músculo relajado, los cuales se forman y se separan espontáneamente. Este fenómeno de la formación y separación cíclica de puentes cruzados es considerado como el responsable del comportamiento “*tixotrópico*” del músculo, este es un término reológico (ciencia que estudia el comportamiento de los fluidos) usado para describir el cambio en la viscosidad de un gel y su resistencia a la deformación molecular cuando es sometido a diversas fuerzas. Este fenómeno ocurre también en las fibras musculares intrafusales, según esta propiedad, cualquier actividad previa a la elongación, puede incrementar o disminuir el nivel de rigidez del músculo, es decir, su resistencia pasiva a la elongación y paralelo a ello modificar la respuesta de los reflejos de estiramiento al actuar también sobre las fibras intrafusales. Este puede ser un posible mecanismo que explique cómo técnicas que solicitan la contracción muscular previa a la elongación podrían aumentar el rango articular.

Otro punto importante a considerar es que no todos los sarcómeros se estiran en la misma medida, es decir, que cuando un músculo es estirado, el estiramiento no es uniforme en toda la longitud. Los sarcómeros próximos a los tendones se estiran en mucho menor medida que los sarcómeros situados en la parte central de un músculo.

FUNDAMENTOS NEUROFISIOLÓGICOS DE LA ELONGACIÓN MUSCULAR

Ley del todo o nada: si un estímulo (por ejemplo, una elongación) satisface el umbral, para generar el potencial de acción, se iniciará un impulso nervioso a través del axón, produciendo la estimulación de toda la fibra.

El nervio tiene dos medios por los cuales puede transmitir información sobre el estiramiento de intensidades diferentes. Primero: puede transmitir la sensación de estiramiento sobre un número

variable de fibras nerviosas, esto es la llamada suma espacial, por consiguiente, la intensidad del estiramiento puede ser incrementada aumentando el reclutamiento de órganos receptores.

Segundo: el nervio puede transmitir cantidades diferentes de impulsos de estiramiento por unidad de tiempo sobre la misma fibra. Cuanto más intenso sea el estímulo de estiramiento, mayor será la frecuencia del impulso, esto es la llamada suma temporal.

PROCESO DE EXCITACIÓN DEL HUSO MUSCULAR

El huso se estimula y responde (despolarización de la terminación sensitiva) cuando el músculo en el que se encuentra es estirado pasivamente. También responde cuando, por control del circuito medular gamma, las fibras musculares intrafusales son contraídas, lo cual desencadena un estímulo en el aparato ánulo – espiral, que viaja a la médula, penetra por sus astas posteriores y allí hace sinapsis con las neuronas motoras alfa que inervan a las fibras extrafusales del propio músculo del cuál procede el estímulo, como también de sus sinérgicos, facilitando su acción.

REFLEJO MIOTÁTICO INVERSO O INHIBICIÓN AUTÓGENA

Cuando la intensidad de estiramiento sobre un tendón excede un determinado punto crítico, se produce un reflejo inmediato que inhibe a las neuronas motrices de la asta anterior que inervan al músculo. Como consecuencia de ello el músculo se relaja y la tensión excesiva es eliminada. Esta reacción es posible sólo debido a que el impulso de los órganos tendinosos de Golgi es lo bastante potente como para eliminar los impulsos excitatorios que provienen de los husos musculares. Esta respuesta de relajación frente a un estiramiento intenso es llamada reflejo miotático inverso o inhibición autógena.

Este reflejo puede explicar un fenómeno interesante que se produce cuando se intenta mantener una posición de estiramiento que desarrolle una tensión máxima: es decir, súbitamente se llega a un punto en que la tensión desaparece y el músculo puede ser estirado aún más.

EFFECTO INMEDIATO DE LA ELONGACION SOBRE LAS PROPIEDADES DEL MUSCULO ESQUELETICO (SHORT TERM EFFECTS)

Estudios realizados demuestran que el incremento en el rango articular posterior a las técnicas de elongación, se debe a que estas disminuyen la viscoelasticidad del músculo, y a la vez aumenta la **compliance o distensibilidad** de éste. La **compliance** se define como el recíproco de la rigidez; matemáticamente es igual al cambio de la longitud que ocurre en un tejido, dividido por la fuerza aplicada para alcanzar el cambio de longitud.

Cuando hablamos de la **viscoelasticidad** del músculo nos referimos a la presencia de un comportamiento elástico y a la vez un comportamiento viscoso, ambos tienen influencia sobre la resistencia pasiva que el tejido presenta.

El concepto elástico hace relación con una propiedad del tejido muscular en el cual, al presentar un cambio de longitud para una fuerza dada, éste volverá a la longitud original inmediatamente después del cese de la fuerza; este efecto no es dependiente del tiempo, contrariamente a lo que ocurre con las sustancias viscosas, que presentan fluido y movimientos dependientes del tiempo. En una deformación plástica en cambio, el material o tejido se mantiene deformado permanentemente incluso después del cese de la tensión.

El comportamiento viscoso por su parte, experimentalmente produce lo que es llamado el deslizamiento o “**creep**” que es una de las propiedades viscosas del músculo, este deslizamiento se produce si la fuerza o tensión se mantiene constante en un tejido, el cual va progresivamente aumentando de longitud. Otra propiedad viscosa es la denominada “**relajación por estrés**” en la cual la tensión del tejido disminuye cuando la longitud de este se mantiene constante. Esta relajación por estrés fue observada in vivo en la musculatura isquiotibial.

La “histéresis” es el grado de relajación que experimenta un tejido durante la deformación y el desplazamiento; si se exceden las limitaciones físicas y mecánicas del tejido, se produce una lesión. Todas estas propiedades expuestas nos permiten entender en parte como actúa o como afecta la elongación muscular sobre el músculo, los tejidos conectivos que lo rodean y al tendón.

MECANISMOS SUBYACENTES A LOS CAMBIOS INMEDIATOS DEL RANGO ARTICULAR

La resistencia a cualquier movimiento, ya sea pasivo o activo, puede estar dada por cualquiera de las siguientes restricciones:

- Restricciones neurogénicas: por ejemplo: control voluntario y reflejo sobre el grupo muscular a elongar.
- Restricciones miogénicas: propiedades resistivas pasivas y activas del músculo a elongar.
- Restricciones articulares: las estructuras que rodean a la articulación como la cápsula y ligamentos generan fuerzas que se oponen al deslizamiento de las superficies articulares.
- Restricciones de la piel y tejido conectivo subcutáneo.

De los cuatro tipos de restricciones, sólo en el nivel uno y dos, la elongación juega un rol preponderante, ya que esta actúa directamente sobre el tejido muscular por una acción mecánica de la fuerza externa, como también a nivel neurológico en el sistema nervioso central y periférico, que involucra el control voluntario del sujeto durante la relajación, que se necesita previa a la elongación.

LA ELONGACIÓN PUEDE INCREMENTAR LA EXTENSIBILIDAD DE LOS TEJIDOS BLANDOS A TRAVÉS DE 3 MECANISMOS:

- **Deformación viscosa:** cambios en las propiedades viscoelásticas, explicadas anteriormente, que corresponde a un fenómeno mecánico que probablemente puede ser revertido en minutos u horas.
- **Alteración de la percepción de estiramiento:** en este caso el individuo es capaz de tolerar cada vez mayores tensiones durante la elongación, esto debido a mecanismos que serán explicados más adelante.
- **Adaptaciones estructurales:** cambios en la estructura muscular frecuentemente asociados a protocolos de elongación prolongados en el tiempo.

METODOLOGÍA DEL ENTRENAMIENTO DE LA FLEXIBILIDAD

TIPO: Los cuatro principales tipos de elongación son: elongación pasiva asistida, elongación activa, elongación balística y la elongación con Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP).

INTENSIDAD: La elongación muscular, como cualquier otra forma de entrenamiento presenta potenciales efectos perjudiciales si los estímulos son entregados de una manera incorrecta, principalmente a nivel de la unión musculotendinosa en la cual se puede observar un debilitamiento estructural agudo posterior a la aplicación incorrecta de técnicas de elongación, es por esta razón que la intensidad de la elongación debe ser prescrita con sumo cuidado.

La aplicación de una elongación muscular debe tener en cuenta factores tales como la velocidad y la fuerza con la cual se aplica tomando en cuenta las propiedades viscoelásticas del músculo. La intensidad de la elongación se determina principalmente a través de la sensación subjetiva del individuo al momento de realizar la acción y como premisa fundamental se debe velar por nunca sobrepasar los límites del dolor, es decir, debe ser una sensación clara y localizable de tensión muscular sin llegar nunca al dolor de ningún tipo. La intensidad apropiada debe alcanzarse de forma lenta y constante, esto debe ser transmitido a los deportistas como elongar “solo hasta el punto de tensión” o “elongar hasta justo antes del límite del dolor o discomfort”.

TIEMPO: La extensión de una sesión de elongación va a depender del músculo o grupo muscular a elongar, del objetivo que se busque dentro de la flexibilidad y de variables relacionadas con la técnica en sí. Estas variables son: el momento en el cual se aplica la elongación muscular dentro de una sesión de entrenamiento, el tiempo de mantención de la fuerza tensil y del número de repeticiones de cada elongación

En relación a la primera de estas variables, podemos decir que la fase inicial del calentamiento previo no es el momento más indicado para la aplicación de la elongación muscular si el objetivo que se busca es aumentar el ROM, ya que una unidad musculotendinosa (UMT) “fría” es notablemente más “rígida” y susceptible a lesionarse que una UMT en un músculo que ha sido sometido a una actividad previa que aumente la temperatura del músculo. El aumento de la temperatura se cree que permite disminuir la cantidad de puentes cruzados glicoproteicos en el colágeno de los tejidos conectivos, lo cual permitiría una elongación permanente de la UMT. Por seguridad y eficiencia la elongación muscular se debería llevar a cabo de preferencia durante la fase de vuelta a la calma del entrenamiento.

El tiempo durante el cual la tensión debe ser aplicada es un punto muy controversial y a la vez fundamental para determinar la eficiencia de un protocolo de elongación muscular. En base a la

más reciente investigación sobre el tema en animales y humanos se recomienda que la elongación debe ser mantenida entre 15 y 30 segundos.

Menor cantidad de evidencia científica existe con respecto a la cantidad de repeticiones que deben ejecutarse en una serie de elongaciones, estudios en animales muestran que solo existe un aumento significativo de ROM durante las 4 primeras repeticiones de una serie. El American College of Sports Medicine (ACSM) e investigaciones recientes, recomiendan de tres a cinco repeticiones para cada serie de elongación en un músculo o grupo muscular determinado.

En cuanto al entrenamiento a largo plazo, los avances alcanzados en relación al ROM pueden perderse en parte luego de una semana sin entrenamiento, desafortunadamente existen muy pocos estudios en relación a este tema, sin embargo, y en base a la revisión bibliográfica y los estudios más recientes se puede recomendar que la elongación muscular debería realizarse por lo menos tres veces por semana, e idealmente todos los días y/o posterior a toda sesión de entrenamiento físico deportivo.

TECNICAS DE ELONGACIÓN MUSCULAR

Existen distintos tipos y técnicas de elongación muscular para desarrollar ciertas cualidades específicas dentro de la flexibilidad.

- **Elongación Balística.**
- **Elongación Estática asistida o Pasiva asistida.**
- **Elongación Activa.**
- **Elongación con Facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP)**

Elongación Balística

Estiramiento o extensión balística, también conocida como técnico de rebote, las contracciones repetitivas del músculo agonista se utilizan para producir elongaciones rápidas del músculo antagonista. En los estiramientos del tipo balístico, se busca utilizar la velocidad adquirida por el cuerpo o por un miembro en un esfuerzo para forzarlo más allá de su rango normal de movimiento. Esto se realiza provocando rebotes en los límites del movimiento articular.

A lo largo de los años, muchos expertos en preparación física han puesto en entredicho la seguridad de la técnica de elongación balística. Sus preocupaciones se han basado principalmente en la idea de que la extensión balística crea fuerzas en cierto modo incontroladas en el músculo que pueden exceder los límites de extensibilidad de la fibra muscular, produciendo de este modo micro desgarros dentro de la unidad músculo-tendinosa.

La mayoría de las actividades deportivas son dinámicas y requieren movimientos de tipo balístico. Por ejemplo, golpear con fuerza un balón de fútbol cincuenta veces requiere una contracción dinámica repetida del músculo agonista cuádriceps. Los isquiotibiales antagonistas se contraen excéntricamente para decelerar la pierna. La extensión balística de los isquiotibiales antes de realizar este tipo de actividad debe permitir al músculo adaptarse gradualmente a las demandas impuestas y reducir las posibilidades de sufrir una lesión. Puesto que el estiramiento balístico es funcional, debe integrarse en programas de entrenamiento y reacondicionamiento cuando sea apropiado.

Elongación Estática Asistida o Pasiva Asistida

Esta elongación implica el estiramiento de un músculo o grupo muscular determinado hasta el punto en que el movimiento es limitado e impedido por su propia tensión. El estiramiento se detiene en el punto en que la percepción de la distensión no resulte dolorosa. En este punto, el estiramiento es sostenido, siendo mantenido por un período de tiempo determinado, durante el cual se lleva a cabo la relajación y la reducción de la tensión.

Esta elongación se denomina pasiva porque el individuo no hace ninguna contribución o contracción activa. El movimiento es realizado por un agente externo (uso del peso corporal, ayuda de un terapeuta o compañero, o el uso de algún elemento). Las recomendaciones respecto al tiempo que se debe mantener esta posición varían, con fluctuaciones entre los 3 y 60 segundos.

La elongación pasiva provoca un aumento inmediato en el rango de movimiento articular.

Elongación Activa (Elongación Estático-Activa)

Esta técnica de entrenamiento procura alargar el músculo hasta la posición de estiramiento, por contracción de su agonista. De dicho modo, también se impide el reflejo miotático, ya que tampoco se producen ni balanceos ni rebotes y se busca la máxima extensión muscular con la sola

participación de las masas musculares que intervienen, ejemplificándolo de un modo más simple, podemos decir que asumimos una posición de estiramiento y la mantenemos, sin la ayuda de otra cosa que la fuerza que de sus músculos agonistas. A diferencia del estiramiento estático pasivo, en este caso no se recibe ayuda de un compañero.

Elongación con Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP)

La Facilitación Neuromuscular Propioceptiva está basada en la anatomía y la neurofisiología humana con un objetivo terapéutico y deportivo.

La FNP utiliza la mayor cantidad de información posible para lograr una respuesta motora más óptima; para llegar a esta respuesta, utiliza la información propioceptiva, cutánea, visual y auditiva durante la realización de la técnica.

Sherrington, consideró que los impulsos transmitidos desde los receptores de estiramiento periféricos a través del sistema aferente eran la influencia más intensa sobre las motoneuronas alfa. Con la descarga de los impulsos nerviosos es posible facilitarlos a través de la estimulación periférica, que trae como resultado que los estímulos aferentes entren en contacto con las neuronas estimuladoras. En consecuencia, se produce un aumento del tono muscular o de la fuerza de contracción voluntaria. De la misma forma, las neuronas motoras también pueden inhibirse por medio de la estimulación periférica, que es causante de que los impulsos aferentes entren en contacto con las neuronas inhibitorias, lo que provoca una relajación muscular y permite el estiramiento del músculo.

El estiramiento ejercido sobre las fibras musculares trae como consecuencia el aumento de la frecuencia de los impulsos transmitidos a la médula espinal desde el huso neuromuscular, que a su vez produce un aumento de la frecuencia de los impulsos nerviosos motores que regresan a ese mismo músculo, resistiéndose de este modo de forma refleja al estiramiento. Expresado de otra forma, un exceso de tensión muscular estimula o activa al órgano tendinoso de Golgi, cuyos impulsos sensitivos son transportados de regreso a la médula espinal, estos impulsos tienen un efecto inhibitorio sobre los impulsos motores que regresan a los músculos y, por tanto, hacen que dichos músculos se relajen.

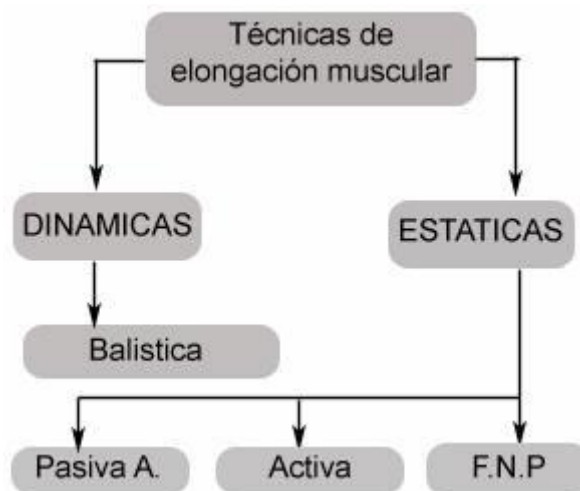
Tres son los fenómenos neurofisiológicos que ayudan a explicar la facilitación e inhibición de los sistemas neuromusculares. La inhibición autógena e inhibición recíproca, fenómenos bastante

conocidos y estudiados, y la denominada: máxima contracción – máxima relajación. Esta última se refiere a la inhibición que se produce en el músculo al término de una contracción muscular, la cual es proporcional a la magnitud de la contracción experimentada, por lo que, si se efectúa una contracción máxima se favorecerá después una relajación máxima.

Tipos de Técnicas de Elongación con FNP

Los dos tipos principales de elongación con FNP, llamados también técnicas de relajación, son: mantener – relajar y contraer – relajar.

- *Técnica de Mantener – Relajar:* Se mantiene la extremidad a elongar en el punto de máxima amplitud articular no dolorosa; luego, el paciente opone una resistencia isométrica al intento del terapeuta por ampliar el estiramiento del músculo deseado. Posteriormente, el paciente relaja la musculatura y se mueve pasivamente el segmento hasta su nueva amplitud.
- *Técnica de Contraer – Relajar:* Al igual que en la técnica anterior, se conduce el segmento al máximo de la amplitud articular no dolorosa y se solicita en este caso, una contracción isotónica del grupo muscular elongado. El terapeuta pide seguidamente una relajación completa y se mueve pasivamente el segmento a la nueva amplitud.



EVALUACIÓN DE LA FLEXIBILIDAD

Básicamente, la flexibilidad puede ser evaluada en términos de grados o de centímetros.

Es por ello que, desde el punto de vista de la fidelidad y precisión de los datos aportados, los test que miden la flexibilidad en grados resultan de mucha mayor utilidad que aquellos que evalúan en centímetros.

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.**
- **Flexiometro de Leighton.**
- **Goniometría.**
- **Electrogoniometría.**
- **Flexitest.**
- **Medición fotográfica de ángulos articulares**
- **Arcográficos.**

TEST DE WELLS Y DILLON O SEAT AND REACH: 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. 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.
- 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.

FLEXIÓMETRO 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 aparato, 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.

ELECTROGONIÓMETRO (O EGLON): 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.

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. Esta técnica fue estandarizada hacia 1965 por la Academia Norteamericana de Ortopedia (Borms, 1984). Y al respecto, Silvia Corazza de Silva Benito y Olaga de Castro Mercedes nos aportan los respectivos detalles.

Estandarización de las medidas de Flexibilidad a través de la Goniometría

Punto de referencia anatómicos

- Hombro: acromial, es la parte más lateral del proceso acromial de la escápula.
- Codo: radial, es la parte más lateral de la cabeza del radio.
- Puño: stylium, es la parte más distal de la apófisis estiloides del radio.
- Rodilla: tibial lateral, es la parte más latero-inferior del maléolo lateral que corresponde a la articulación tibio-femoral.
- Tobillo: maléolo lateral, es el punto más lateral del maléolo lateral que corresponde a la articulación tibio-tarsiana.
- Tronco: línea axilar media que corresponde al punto entre la cresta iliaca antero-superior y la cesta iliaca postero-superior.

- Mano: cabeza del segundo metacarpiano.
- Pie: cabeza del segundo metatarsiano.
- Cadera: Trocantéreo parte más distal del trocánter mayor del fémur.

ARTICULACIÓN	FIJO	MOVIL
Hombro (acromial)	Línea Axilar Media	Radial
Codo (radial)	Acromial	Stylian
Puno (stylian)	Radial	Cabeza del Segundo Metacarpiano
Cadera (trocantéreo)	Línea Axilar Media	Tibial Lateral
Rodilla (tibial lateral)	Trocantéreo	Maléolo Lateral
Tobillo (maléolo lateral)	Tibial Lateral	Cabeza del 5 Metacarpiano

Tabla 1. Puntos fijo y Móviles para la Evaluación de la Goniométrica.

Forma de evaluar goniométricamente cada articulación

1. Cadera

Flexión: El evaluado se coloca en posición decúbito dorsal sobre el banco sueco. El evaluador coloca el centro transferidor del goniómetro sobre el trocánter mayor, con una asta en dirección al tronco y la otra en dirección a la tibia. Anota la medida que registra el goniómetro (G I). El evaluado realiza una flexión máxima de la articulación. El evaluador conserva fija es asta en dirección al tronco mientras que mueve la otra hacia el punto de máxima flexión en dirección a la tibia. Anota la medida registrada en el goniómetro (G II). El resultado final será la diferencia entre G I y G II.

Extensión: El evaluado se coloca en posición decúbito ventral sobre el banco. El evaluador coloca el centro transferidor del goniómetro sobre el trocánter mayor, con una asta dirigida hacia el tronco y la otra en dirección a la tibia. Anota la medida que registra el goniómetro (G I). El evaluado extiende al máximo la articulación de la cadera. El evaluador conserva fija la asta del goniómetro dirigida hacia el tronco mientras que traslada hasta el punto de máxima extensión la asta dirigida hacia la tibia. Anota la medida registrada por el goniómetro (G II). El resultado será la diferencia entre G I y GII.

Precauciones:

- La articulación de la rodilla no debe flexionarse.
- La cesta iliaca antero-superior no debe perder contacto con la superficie en la cual el sujeto evaluado se encuentra apoyado cuando se mide la extensión de la cadera.

2. Rodilla

Flexión: El evaluado se coloca en posición decúbito ventral sobre el banco sueco. El evaluador coloca el centro transferidor del goniómetro en la tibia, con una asta en dirección al trocánter mayor y la otra en dirección al maléolo lateral. Anota la medida que registra el goniómetro (G I)> El evaluado flexiona la articulación al máximo. El evaluador conserva fija la asta dirigida hacia el trocánter, mientras que la asta desplaza la asta dirigida hacia el maléolo hasta el punto de máxima flexión. Anota la medida registrada (G II). El resultado final será la diferencia entre GI y GII.

Extensión: El evaluado debe colocarse en posición decúbito dorsal sobre el banco. El evaluador coloca el centro transferidor del goniómetro en tibia, con una asta en dirección del tronco y la otra en dirección al maléolo. Anota la medida que registra el goniómetro (G I). El evaluado extiende al máximo la articulación. El evaluador mantiene una asta en dirección al trocánter y mueve la otra hasta el punto de máxima extensión en dirección al maléolo. Anota la medida que registra el goniómetro (G II). El resultado final será la diferencia entre G I y G II.

Precauciones:

- La articulación de la cadera debe permanecer fija.
- En la extensión de la rodilla es necesario que la parte inferior de la pierna y la articulación de la rodilla estén sin apoyo sobre la superficie en la cual el evaluado se encuentra.

Indicaciones Generales para la Evaluación Goniométrica

- El evaluador debe mantener el centro transferidor del goniómetro en el punto de referencia de la articulación.
- Las astas del goniómetro deben estar en dirección a los puntos referenciales establecidos.
- Se sugiere marcar con una lapicera los puntos de referencias antes de comenzar la evaluación.
- Las medidas deben ser tomadas sin calentamiento previo de ningún tipo.
- Se toma una sola medida por articulación.
- Las medidas son siempre tomadas del hemicuerpo derecho del sujeto.

ESTIRAMIENTO GLOBAL Y ESTIRAMIENTO ANALÍTICO

Los estiramientos musculares son una de las herramientas incluidas en los tratamientos de fisioterapia más útiles, efectivas y necesarias. Existen varios tipos de estiramientos musculares. Esta elongación difiere de otras formas de estiramiento (como los estiramientos analíticos, aquellos en los que se estira cada músculo de forma segmentada) ya que el cuerpo se ve como un todo partiendo de esas cadenas musculares.

¿CUÁLES SON LOS BENEFICIOS QUE TENDREMOS A CORTO PLAZO?

Lo primero, tanto si haces deporte como si no, notarás que aumentas la amplitud de los movimientos (tanto deportivo como tus actividades de la vida diaria), además nos previene de muchas lesiones que se producen por el acúmulo de tensión muscular que van desde una cefalea tensional a una fascitis plantar. Mejora la oxigenación muscular y produce una sensación agradable que se traduce en una relajación corporal. El descanso mental se justifica porque nos concentramos en lo que estamos haciendo y esto nos ayuda a evadirnos de nuestros problemas.

Pero mucho cuidado, pueden ser perjudiciales si no se realizan de la manera adecuada. Uno de los principios que tenemos que tener claro es la respiración. Debe ser continua y lenta. Cogiendo aire y soltándolo según las necesidades de nuestro cuerpo y sin estar en ningún momento en apnea,

aunque siempre comenzaremos con una inspiración profunda seguida de una espiración prolongada mientras realizamos el estiramiento y respiraciones normales durante el mantenimiento del mismo. Otro de ellos es el dolor, nos servirá como marco de referencia para nuestra resistencia. No podemos hacernos daño mientras realizamos estos movimientos porque perderíamos todas las ventajas que hemos mencionado anteriormente. Y además podríamos provocarnos una lesión por exceso como las temidas contracturas.

IMPORTANCIA DE LOS ESTIRAMIENTOS

Los estiramientos musculares son de gran importancia sobre todo porque nos ayudan a prevenir lesiones musculo esqueléticas.

Los estiramientos musculares antes de la práctica deportiva sirven para activar o preparar el músculo para el esfuerzo al cual será sometido a continuación, ya que, de lo contrario, si el músculo no se encuentra preparado para la actividad, son propensos a que sucedan los temibles tirones o desgarros musculares.

Por otra parte, después del entrenamiento, los estiramientos musculares no dejan de ser fundamentales, ya que le permiten al músculo volver a su estado de calma e indican que ha finalizado la sesión de entrenamiento, de manera que se evitan posibles contracturas musculares. Además de esto, los estiramientos son ejercicios sumamente útiles y eficaces para liberar la tensión de los músculos y relajarlos, por lo que, si has tenido un pesado y ajetreado día de trabajo, un estiramiento es una opción ideal para mejorar esa sensación de cansancio y aliviar la fatiga muscular.

¿EN QUÉ SE FUNDAMENTA EL SGA?

Su fundamento fisiológico se basa en los dos grandes tipos de músculos existentes en nuestro cuerpo, los músculos físicos, también llamados músculos dinámicos, pues su contracción es rápida

y fuerte, pero al mismo tiempo es corta en el tiempo y tienden a la debilidad (ejemplo los abdominales) y los músculos tónicos, también llamados músculos de la estática, pues mantienen la posición de las estructuras articulares y cuya contracción muscular es lenta pero prolongada en el tiempo y tienden al acortamiento (ejemplo los músculos paravertebrales). Son estos últimos músculos los mayores beneficiarios del SGA pues, aunque equivocadamente pensemos que un músculo acortado es un músculo fuerte esto no es así, pues lo que provoca un acortamiento muscular es precisamente una menor cantidad de fibras musculares disponibles para producir la contracción muscular y por lo tanto esta será de menor calidad.

Además, un acortamiento en la musculatura tónica puede provocar alteraciones y deformidades posturales pues este grupo de músculos representan casi dos tercios del conjunto muscular de nuestro cuerpo y su acción se mantiene cuando nos encontramos en una postura erecta. Es decir, si observamos a un paciente que se encuentra con una postura hipercifótica, podemos pensar que nuestro deber es fortalecer su musculatura dorsal pero como acabamos de decir antes, sus musculatura paravertebral y estática es de carácter tónico por lo que seguramente ocurra es que se encuentre acortada y por lo tanto no pueda vencer las fuerzas flexoras de abdominales y flexores de cadera.

Otro ejemplo muy llamativo lo encontramos en la respiración, pues cuando una persona tiende al acortamiento paravertebral por debilidad y al acortamiento de los músculos inspiradores y abdominales por sobreentrenamiento, la caja torácica no desciende con la amplitud que debería por lo que podemos encontrar casos de disminución de volúmenes pulmonares totales. También en la presión sobre los discos intervertebrales observamos como los músculos fásicos tienden a su aplastamiento por aumento de presión y los músculos tónicos a disminuirlo, por lo que si estos se encuentran débiles (acortados) no cumplirán su función de la misma manera y por lo tanto pueden aparecer posibles lesiones en el disco vertebral.

METODOLOGIA

Llevada a cabo con 10 deportistas en el ámbito del gimnasio, entre 20 y 30 años.

Utilizando el test de WELLS desde parado arriba de un cajón, realizando una flexión de cadera donde el objetivo es llegar con las manos a tocarse los pies o en el mejor de los casos pasar por debajo de los pies.

A su vez utilice el test de WELLS desde sentado con piernas estiradas, haciendo tope sobre el mismo step, con el objetivo de realizar una flexión de cadera y lograr tocar la punta de los pies o en el mejor de los casos pasar la punta de los pies.

Lo realizado en cada test, fue tomar una medición de cuantos centímetros pasaba por delante de los pies, cuantos centímetros estaba en negativo en el caso de que no llegue a la punta de los pies, y en 0 si solamente se tocaba la punta de los pies.

PLAN DE ENTRENAMIENTO:

Se llevó a cabo 3 días semanales de flexibilidad de miembros inferiores, con los que se trabajó 2 tipos de flexibilidad, la **ACTIVA** y la **PASIVA ASISTIDA**.

En ambas se va a trabajar un total de 30 segundos por grupo muscular con una respiración lenta y controlada al finalizar cada sesión de entrenamiento.

Es una investigación de enfoque cuantitativo, bajo un diseño cuasi experimental, de esta forma las atribuciones de causalidad a los incrementos de la flexibilidad se atribuyen al entrenamiento propuesto con mayor nivel de certeza.

Se llevarán a cabo 2 ejercicios de forma pasiva, y 3 ejercicios de forma activa.

Dicho estiramiento se realizará siempre al terminar la sesión de entrenamiento.

Ejercicios a realizar en la flexibilidad pasiva asistida

- Acostada en el suelo, con la cabeza apoyada, tomo la pierna del alumno y trato de llevarla lo mas atrás posible, sin flexionar la rodilla.
- Duración de 30 segundos.



Ilustración 9: producción propia.

- Acostada en el suelo, con la cabeza apoyada , tomo la pierna del alumno y trato de llevarla lo mas atrás posible, flexionando la rodilla.
- Duración de 30 segundos.



Ilustración 10: producción propia.

Ejercicios a realizar en la flexibilidad activa:

- Estiramiento desde sentado en el suelo, tomándose la punta de los pies tratando de llegar lo más adelante posible.
- Duración de 30 segundos.



Ilustración 11: producción propia.

- Estiramiento con apoyo y flexión de cadera, tratando de llevar la frente lo más cerca a la rodilla.
- Duración de 30 segundos.



Ilustración 12: producción propia.

- Estiramiento desde acostado, tomando desde el soleo y llevando la pierna hacia uno, lo más atrás posible.
- Duración de 30 segundos.



Ilustración 13: producción propia.

RESULTADOS

VALORES PRE TEST

16 de septiembre de 2019 / T° media 22° / Humedad 77%

Valores del primer grupo de flexibilidad pasiva

	<u>De pie</u>	<u>Sentado</u>
1 Yamila (23 años)	17 cm	8,5 cm
2 Estela (30 años)	2 cm	2 cm
3 Giuliana (22 años)	5 cm	2 cm
4 Diego S. (21 años)	5 cm	2 cm
5 Lucas (30 años)	3 cm	5 cm

Tabla 2

Valores del primer grupo de flexibilidad activa

	<u>De pie</u>	<u>Sentado</u>
1 Romina (30 años)	2 cm	5 cm
2 Madai (20 años)	7 cm	6 cm
3 Diego R. (30 años)	10 cm	12 cm
4 Julio (22 años)	11 cm	12 cm
5 Fabiana (25 años)	2 cm	7 cm

Tabla 3

VALORES POS TEST

20 de diciembre de 2019 / T° media 30° / Humedad 62%

Flexibilidad Pasiva

	<u>De pie</u>	<u>Sentado</u>
1 Yamila (23 años)	19 cm	10 cm
2 Estela (30 años)	5 cm	4 cm
3 Giuliana (22 años)	10 cm	5 cm
4 Diego S. (21 años)	8 cm	6 cm
5 Lucas (30 años)	5 cm	7 cm

Tabla 4

Flexibilidad Activa

	<u>De pie</u>	<u>Sentado</u>
1 Romina (30 años)	5 cm	8 cm
2 Madai (20 años)	10 cm	10 cm
3 Diego R. (30 años)	15 cm	14 cm
4 Julio (22 años)	12 cm	13 cm
5 Fabiana (25 años)	3 cm	10 cm

Tabla 5

ANALISIS

Análisis global

Valores pre y post test **de pie** en flexibilidad pasiva

<u>Nombre</u>	<u>Pre test</u>	<u>Post Test</u>	<u>Resultado</u>	<u>Porcentaje de mejora</u>
Yamila	17 cm	19 cm	2 cm	11%
Estella	2 cm	5 cm	3 cm	150%
Giuliana	5 cm	10 cm	5 cm	100%
Diego S.	5 cm	8 cm	3 cm	60%
Lucas	3 cm	5 cm	2 cm	66%

Tabla 5

Valores pre y post test **sentado** en flexibilidad pasiva

<u>Nombre</u>	<u>Pre test</u>	<u>Post Test</u>	<u>Resultado</u>	<u>Porcentaje de mejora</u>
Yamila	8,5 cm	10 cm	2,5 cm	17%
Estella	2 cm	4 cm	5 cm	100%
Giuliana	2 cm	5 cm	4 cm	150%
Diego S.	2 cm	6 cm	4 cm	200%
Lucas	5 cm	7 cm	4 cm	40%

Tabla 6

Valores pre y post test **de pie** en flexibilidad activa

<u>Nombre</u>	<u>Pre test</u>	<u>Post Test</u>	<u>Resultado</u>	<u>Porcentaje de mejora</u>
Romina	2 cm	5 cm	3 cm	150%
Madai	7 cm	10 cm	3 cm	42%
Diego R.	10 cm	15 cm	5 cm	50%
Julio	11 cm	12 cm	1 cm	9%
Fabiana	2 cm	3 cm	1 cm	50%

Tabla 7

Valores pre y post test **sentado** en flexibilidad activa

Romina	5 cm	8 cm	3 cm	60%
Madai	6 cm	10 cm	4 cm	66%
Diego R.	12 cm	14 cm	2 cm	16%
Julio	12 cm	13 cm	1 cm	8%
Fabiana	7 cm	10 cm	3 cm	42%

Tabla 8

Análisis agrupado por resultados de 8,5 cm o más en el pre test

Flexibilidad pasiva

Test de pie

Nombre Pre test Post Test Resultado Porcentaje de mejora

Yamila	17 cm	19 cm	2 cm	11%
--------	-------	-------	------	-----

Tabla 9

Flexibilidad activa

Test de pie

Nombre Pre test Post Test Resultado Porcentaje de mejora

Diego R.	10 cm	15 cm	5 cm	50%
Julio	11 cm	12 cm	1 cm	9%

Tabla 10

Análisis: con respecto a estos resultados podemos observar que el desarrollo del entrenamiento de la flexibilidad que se llevó a cabo tanto en la flexibilidad activa como pasiva, mostró una mejora en la flexibilidad activa del 50% más respecto a la pasiva en los evaluados por encima de los 8,5 cm. Yamila demostró valores más altos a la hora del primer test, ya que esto implica que tiene un mejor grado de flexibilidad inicial que los demás evaluados, siendo así aún más difícil poder observar un porcentaje de aumento tan significativo como el de Diego R. o Julio.

Flexibilidad pasiva

Sentado

<u>Nombre</u>	<u>Pre test</u>	<u>Post Test</u>	<u>Resultado</u>	<u>Porcentaje de mejora</u>
Yamila	8,5 cm	10 cm	2,5 cm	17%

Tabla 11

Flexibilidad activa

Sentado

<u>Nombre</u>	<u>Pre test</u>	<u>Post Test</u>	<u>Resultado</u>	<u>Porcentaje de mejora</u>
Diego R.	12 cm	14 cm	2 cm	16%
Julio	12 cm	13 cm	1 cm	8%

Tabla 12

Análisis: En estos resultados podemos observar que los porcentajes de mejora son similares tanto en la flexibilidad activa como pasiva, también podemos ver como Julio tiene la mitad de aumento de flexibilidad ya que aumento solo 1 cm, y ya a estas mediciones tan altas, el nivel de mejora por más mínimo que sea genera un gran cambio de porcentaje, a mayor valor del pre test, más cuesta superar la marca de flexibilidad.

Análisis agrupado por resultados de 8,4 cm o menos en el pre test

Flexibilidad pasiva

Test de pie

Nombre Pre test Post Test Resultado Porcentaje de mejora

Estella	2 cm	5 cm	3 cm	150%
Giuliana	5 cm	10 cm	5 cm	100%
Diego S.	5 cm	8 cm	3 cm	60%
Lucas	3 cm	5 cm	2 cm	66%

Tabla 13

Flexibilidad activa

Test de pie

Nombre Pre test Post Test Resultado Porcentaje de mejora

Romina	2 cm	5 cm	3 cm	150%
Madai	7 cm	10 cm	3 cm	42%
Fabiana	2 cm	3 cm	1 cm	50%

Tabla 14

Análisis: En estos resultados podemos ver como los porcentajes de mejora son bastante superiores al grupo de los que tienen 8,5 cm o más de pre test, esto se debe al grado de entrenamiento, a menor grado de entrenamiento, menor es la flexibilidad posible a realizar en el test, y esto con un buen programa de entrenamiento permite que los cambios principales de flexibilidad sean aún mayores que cuando se tienen grados de entrenamiento más altos. De todas formas, tanto la flexibilidad activa como la pasiva, han mostrado mejoras en estos evaluados, destacándose la flexibilidad pasiva sobre la activa.

Flexibilidad pasiva

Test sentado

Nombre Pre test Post Test Resultado Porcentaje de mejora

Estella	2 cm	4 cm	5 cm	100%
Giuliana	2 cm	5 cm	4 cm	150%
Diego S.	2 cm	6 cm	4 cm	200%
Lucas	5 cm	7 cm	4 cm	40%

Tabla 15

Flexibilidad activa

Test sentado

Nombre Pre test Post Test Resultado Porcentaje de mejora

Romina	5 cm	8 cm	3 cm	60%
Madai	6 cm	10 cm	4 cm	66%
Fabiana	7 cm	10 cm	3 cm	42%

Tabla 16

Análisis: En estos resultados notablemente la flexibilidad pasiva, es notablemente superior a la flexibilidad activa, de todas formas, hay que destacar que los valores pre test de la flexibilidad pasiva son menores a los de flexibilidad activa permitiendo así poder desarrollar aún más flexibilidad que el otro grupo.

Análisis por género femenino

Flexibilidad pasiva

De pie Pre test Post test Resultado Porcentaje de mejora

Yamila	17 cm	19 cm	2 cm	11%
Estella	2 cm	5 cm	4 cm	150%
Giuliana	5 cm	10 cm	5 cm	100%

Tabla
17

Sentado Pre test Post test Resultado Porcentaje de mejora

Yamila	8,5 cm	10 cm	2,5 cm	17%
Estella	2 cm	4 cm	5 cm	100%
Giuliana	2 cm	5 cm	4 cm	150%

Tabla 18

Análisis por género femenino

Flexibilidad activa

De pie Pre test Post test Resultado

Fabiana	2 cm	3 cm	1 cm	50%
Romina	2 cm	5 cm	3 cm	150%
Madai	7 cm	10 cm	3 cm	42%

Tabla 19

Sentado Pre test Post test Resultado Porcentaje de mejora

Romina	5 cm	8 cm	3 cm	60%
Madai	6 cm	10 cm	4 cm	66%
Fabiana	7 cm	10 cm	3 cm	42%

Tabla 20

Análisis: podemos ver en el género femenino como la mejora se ve más inclinada hacia la flexibilidad pasiva. La flexibilidad activa mostro mejora, dejando así que ambas dos son efectivas, pero la pasiva aún más.

Análisis por género masculino

Flexibilidad pasiva

<u>De pie</u>	<u>Pre test</u>	<u>Post test</u>	<u>Resultado</u>	<u>Porcentaje de mejora</u>
Diego S.	5 cm	8 cm	3 cm	60%
Lucas	3 cm	5 cm	2 cm	66%

Tabla 21

<u>Sentado</u>	<u>Pre test</u>	<u>Post test</u>	<u>Resultado</u>	<u>Porcentaje de mejora</u>
Diego S.	2 cm	6 cm	4 cm	200%
Lucas	5 cm	7 cm	4 cm	40%

Tabla 22

Análisis por género masculino

Flexibilidad activa

<u>De pie</u>	<u>Pre test</u>	<u>Post test</u>	<u>Resultado</u>	<u>Porcentaje de mejora</u>
Diego R.	10 cm	15 cm	5 cm	50%
Julio	11 cm	12 cm	1 cm	9%

Tabla 23

<u>Sentado</u>	<u>Pre test</u>	<u>Post test</u>	<u>Resultado</u>	<u>Porcentaje de mejora</u>
Diego R.	12 cm	14 cm	2 cm	16%
Julio	12 cm	13 cm	1 cm	8%

Tabla 24

Análisis: en el género masculino la diferencia, fue notablemente superior en cuanto a los porcentajes de mejora en la flexibilidad pasiva, pero el grado de flexibilidad del grupo de flexibilidad pasiva era menor al de flexibilidad activa, por lo tanto, a menor grado de flexibilidad

más alto va a ser el porcentaje de mejora, ya que cuanto más entrenada esta la flexibilidad, más difícil es mejorarla.

Análisis general

A raíz de estos análisis, podemos decir que, la flexibilidad pasiva favoreció en muchas más ocasiones, con respecto al test de WELLS, que la flexibilidad activa que solo pudimos ver su mejora en el análisis del test de pie con respecto a aquellos que tenían 8,5 cm o más en el pre test. La mejora en la flexibilidad en personas poco entrenadas como las evaluadas con menos de 8,5 cm, van a ver una notable mejora de la flexibilidad, ya sea con la flexibilidad activa o pasiva. Lo que pudimos ver con este estudio, es que la flexibilidad pasiva ayudó mucho más que la activa a que esto sucediera.

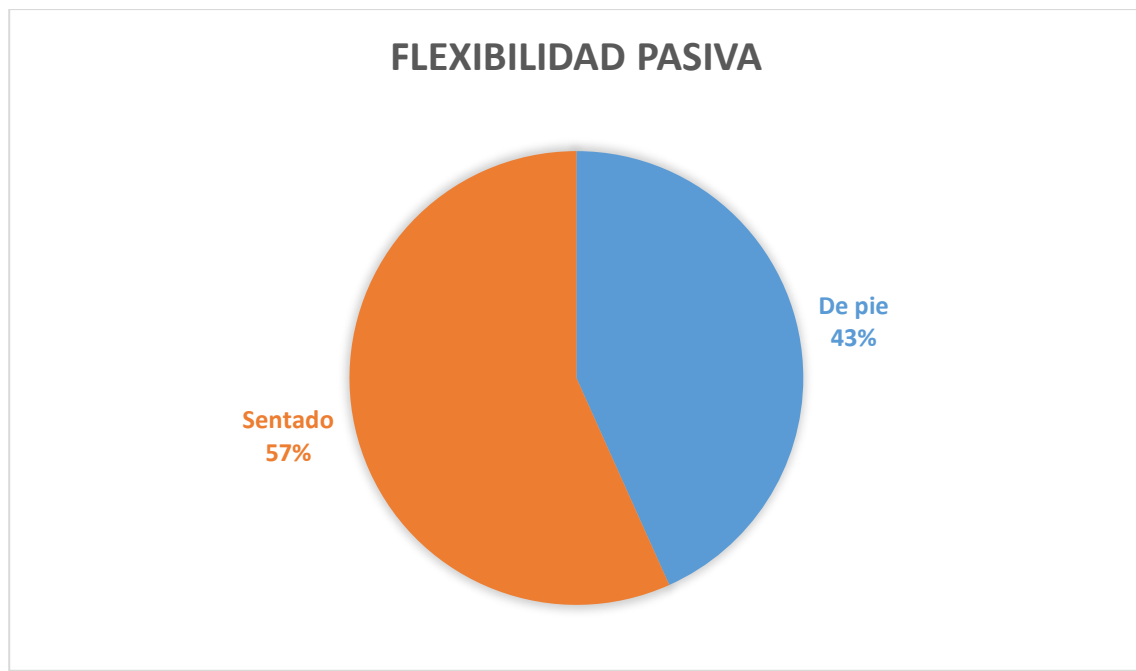
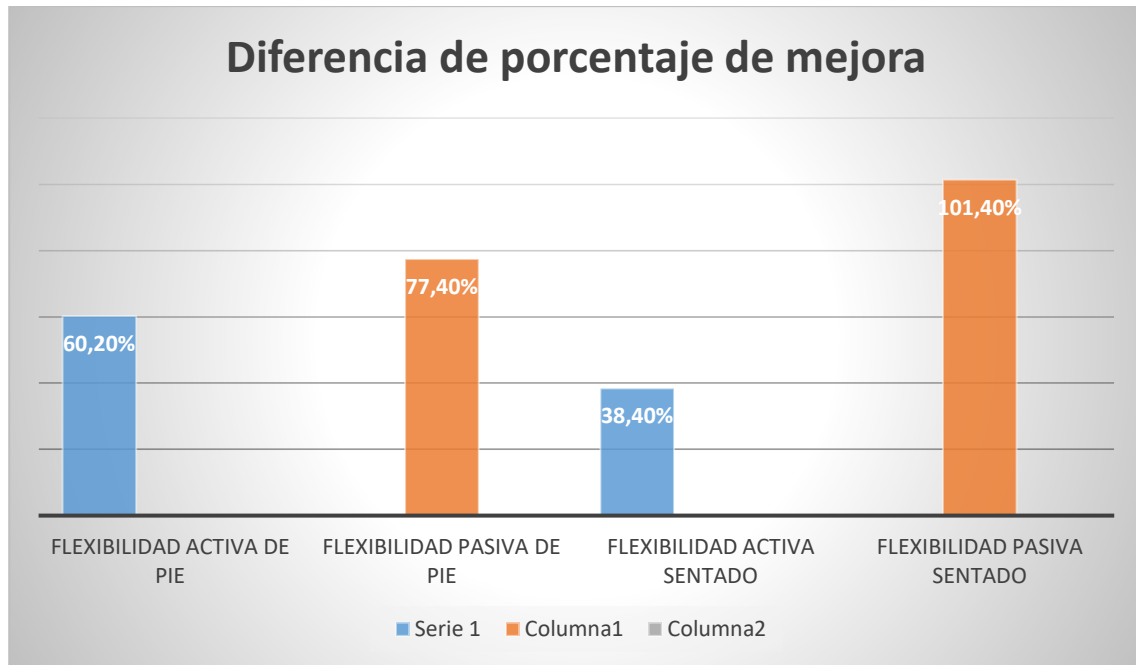
Porcentajes de diferencias totales:

Porcentaje de mejora en la flexibilidad pasiva en el test de pie: 77,4%

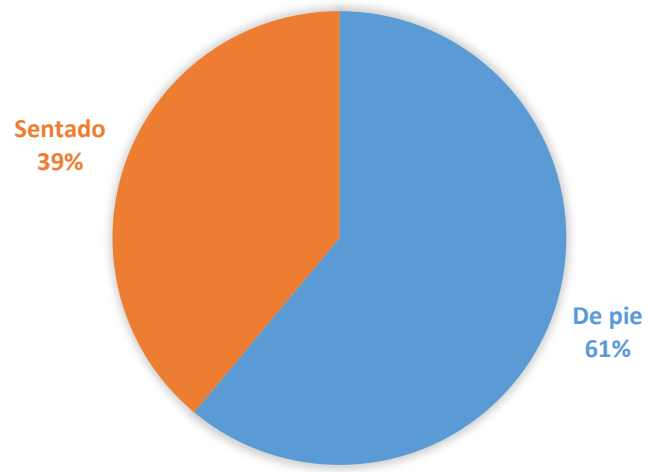
Porcentaje de mejora en la flexibilidad pasiva en el test sentado: 101,4%

Porcentaje de mejora en la flexibilidad activa en el test de pie: 60,2%

Porcentaje de mejora en la flexibilidad activa en el test sentado: 38,4%



FLEXIBILIDAD ACTIVA



CONCLUSIONES

Al contar con los resultados del pre y del post test del año, pudimos realizar la comparación correspondiente para determinar la efectividad del programa de entrenamiento propuesto, dando a conocer que en ambos métodos se obtuvieron mejoras significativas.

Se realizó una suma de los porcentajes de mejora tanto activo como pasivo, dando a conocer que cuando se realizó el método de flexibilidad pasiva, se mejoró un 101% de flexibilidad al realizar el test desde sentado, y un 77,4% con respecto al test de pie.

En la flexibilidad activa pudimos notar que el aumento de dicha capacidad fue mucho menor, donde obtuvimos un 60,2% de aumento en el test de pie y un 38,4% en el test de sentado.

Con estos resultados podemos decir que la flexibilidad pasiva, asistida por un profesor, es bastante más efectiva que la flexibilidad activa, ejercida por uno mismo. Esto se vio representado en la prueba del TEST DE WELLS.

BIBLIOGRAFIA

- L. TESTUT y A. LATARJET (1959): “Tratado de Anatomía Humana” Libro segundo capitulo 5 y tercero capitulo 8. Salvat Editores. S.A. Buenos Aires-México Caracas-Bogotá-Rio de Janeiro.
- Material de catedra de la materia de entrenamiento 1 de la carrera de la licenciatura en educación física y deporte de la universidad abierta interamericana. (2019)
- Pablo. E. Hernández Díaz (2006) “Flexibilidad: Evidencia Científica y Metodología del Entrenamiento.” Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile. Artículo publicado en el Journal Publice, Volumen Dundefined. G-SE (<http://g-se.com/es/fisiologia-del-ejercicio/articulos/flexibilidad-evidencia-cientifica-y-metodologia-del-entrenamiento-789>)
- Ayala. F.; Sainz de Baranda. P.; Cejudo. A. (2012) “El entrenamiento de la Flexibilidad Técnicas de Estiramiento” Revista Andaluza de Medicina del Deporte, Volumen 5, Numero 3. Centro Andaluza de Medicina del Deporte, Sevilla, España. (<http://www.redalyc.org/pdf/3233/323327671004.pdf>)
- Mario Di Santos (1998) “Los Elementos como Factores Restringidos de la Flexibilidad” Instituto del Profesorado en Educación Física Córdoba, Argentina. Artículo publicado en el Journal Publice del año. G-SE (<https://g-se.com/los-elementos-contractiles-como-factores-restrictivos-de-la-flexibilidad-35-sa-D57cfb270e9676>)
- Mario Di Santo (1999) “Evaluación de la Flexibilidad” Instituto del Profesorado en Educación Física Córdoba, Argentina. Artículo publicado en el Journal. G-SE (<https://g-se.com/evaluacion-de-la-flexibilidad-22-sa-h57cfb270e7243>)
- Abigail Martin (2019) “Streching global activo (SGA) y el deporte” <https://www.fisioterapia-online.com/articulos/stretching-global-activo-sga-y-el-deporte>