

TEMA 4. LOCOMOCIÓN: SISTEMA MUSCULAR



- 4.1 CARACTERÍSTICAS DEL MOVIMIENTO Y DISTINTOS TIPOS DE TEJIDO MUSCULAR.
- 4.2 PROPIEDADES DE LOS MÚSCULOS.
- 4.3 COMPONENTES DEL MÚSCULO.
- 4.4 MIOCITOS.
- 4.5 ¿CÓMO SE CONTROLA EL SISTEMA MUSCULAR?
- 4.6 COORDINACIÓN ENTRE MÚSCULOS.
- 4.7 VENTAJAS DEL EJERCICIO FÍSICO.
- 4.8 LESIONES MÁS FRECUENTES.
- 4.9 GRUPOS MUSCULARES DEL CUERPO HUMANO.

4.1 CARACTERÍSTICAS DEL MOVIMIENTO Y DISTINTOS TIPOS DE TEJIDO MUSCULAR.

Como ya introdujimos en el tema anterior la capacidad de movimiento del cuerpo humano depende del aparato locomotor o sistema músculo-esquelético. En cualquier movimiento del cuerpo intervienen:

- Órganos de sostén para el posible movimiento: Principalmente Sistema óseo.
- Uniones entre huesos y músculos: Ligamentos, tendones y articulaciones.
- Órganos que proporcionan el movimiento: Esencialmente Sistema muscular.
- Sistemas de control: Sistema nervioso y también el endocrino.

En este tema nos centramos en los músculos, los cuales se mueven gracias a que el sistema esquelético les proporciona "palancas" y un punto de apoyo donde anclarse. La energía mecánica que necesitan los músculos proviene de la energía química (ATP) que generan las células musculares a partir de los nutrientes (principalmente glucosa y ácidos grasos) que reciben por los vasos sanguíneos.

Existen tres tipos de tejido muscular:

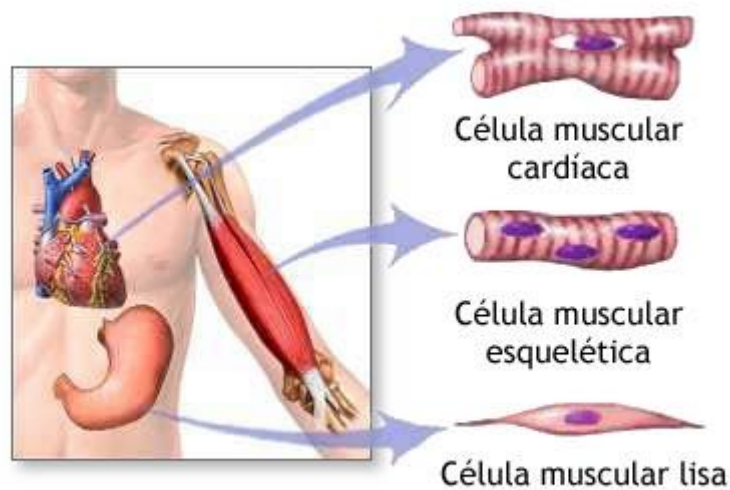
1. Tejido Muscular Esquelético o Estriado: Es el más abundante del sistema muscular. El tejido muscular esquelético es el que forma, junto al sistema óseo, el aparato locomotor. Las fibras del músculo esquelético se presentan en músculos que están adheridos al esqueleto, tienen apariencia estriada y están bajo control voluntario (órdenes enviadas desde el cerebro a través de fibras nerviosas que conectan con receptores situados en el músculo esquelético). El cuerpo humano tiene unos 700 músculos esqueléticos que se unen principalmente a los huesos o a la piel. También se le denomina músculo estriado debido a que al microscopio se pueden ver bandas claras y oscuras. La estriación se debe a que las proteínas que los componen (miosina y actina) se encuentran perfectamente ordenadas, de modo que las bandas oscuras del músculo esquelético presentan ambas proteínas (tanto actina como miosina) y las bandas claras tan sólo presentan actina.

Son los músculos que mueven el esqueleto, de ahí su nombre. Suelen trabajar en grupos de forma coordinada para desarrollar fuerzas de tracción y empuje que resultan en movimientos precisos como puede ser caminar. Los músculos esqueléticos además de producir movimiento realizan otras funciones adicionales ya que estabilizan la posición del cuerpo, mantienen la postura y fijan las articulaciones. Además, producen calor tanto por termogénesis como por contracciones involuntarias del músculo en sí (temblores), función esencial para la supervivencia frente al frío.

2. Tejido Muscular Cardíaco: Las células del músculo cardíaco están localizadas en las paredes del corazón formando el denominado miocardio, tienen apariencia estriada y están bajo control involuntario. Este tejido se caracteriza por ser autorítmico debido al marcapasos que lleva incorporado. Las contracciones rítmicas del músculo cardíaco o

miocardio son las responsables de los latidos del corazón, imprescindibles para la circulación sanguínea y, por tanto, para la vida.

3. Tejido Muscular Liso: Las fibras de músculo liso están localizadas formando las paredes de los órganos viscerales huecos como son por ejemplo útero, vejiga o aparato digestivo (a excepción del corazón), de los vasos sanguíneos y de los folículos pilosos. NO tienen apariencia estriada y están bajo control involuntario ya que se contraen bajo órdenes del sistema nervioso autónomo (El sistema nervioso autónomo -SNA-, también conocido como sistema nervioso neurovegetativo, es la parte del sistema nervioso que controla las acciones involuntarias, a diferencia del sistema nervioso somático. El SNA recibe información de las vísceras y del medio interno, para actuar sobre músculos, glándulas y vasos sanguíneos).



ADAM.

4.2 PROPIEDADES DE LOS MÚSCULOS.

- **Contracción**: la principal característica común a todos los tipos de músculos es que tienen la capacidad de contraerse gracias a lo cual se acorta la fibra muscular y se genera la fuerza suficiente para el movimiento. Mediante este proceso de contracción los músculos son responsables de prácticamente todo el movimiento del cuerpo, incluyendo los movimientos involuntarios como la contracción del diafragma para respirar o las contracciones que producen los latidos del corazón. Saltar, respirar, parpadear o reír son movimientos guiados todos por la contracción muscular.
- **Excitabilidad (receptividad o irritabilidad)**: consiste en la capacidad de recibir o percibir un estímulo y responder a éste.
- **Conductividad**: capacidad para propagar las señales eléctricas a través de la membrana que llega hasta las fibras musculares y generar movimiento.

- Extensibilidad: es la facultad de estiramiento. Cuando las fibras musculares se relajan tras una contracción (acortamiento) pueden estirarse más allá de su longitud de descanso y pueden estirarse sin dañarse.
- Elasticidad: es la capacidad de estiramiento. Las fibras musculares recuperan su forma original (longitud inicial) tras ser estiradas o contraídas.
- Plasticidad: Es la capacidad del músculo para modificar su estructura en función del trabajo que efectúe, produciéndose una adaptación debida al entrenamiento.

4.3 COMPONENTES DEL MÚSCULO.

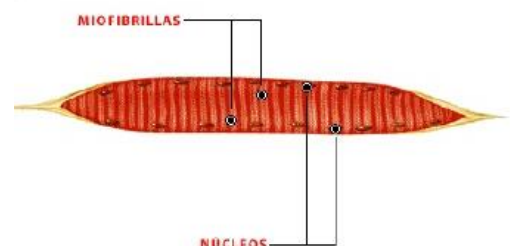
Cada músculo es un órgano que se compone de tejido muscular (formado por células musculares) y de otros tejidos:

- Tejido conjuntivo → con función protectora. Las bandas de tejido conjuntivo unen músculos con funciones similares entre sí y a la vez permiten el libre movimiento de los haces musculares. Podemos distinguir varios niveles de tejido conjuntivo en el músculo, siendo los dos más importantes:
 - fascia: La fascia es una membrana fibrosa de tejido conectivo que envuelve los músculos, forma las cápsulas articulares, los tendones y los ligamentos. Lleva nervios y vasos sanguíneos y linfáticos hasta el músculo y rellena espacios huecos.
 - epimisio: el epimisio es una capa de recubrimiento de tejido conectivo denso irregular que rodea todo el músculo en conjunto.
- Tejido nervioso → que da la orden del movimiento. Los nervios conectan con el músculo formando unidades motoras. Cada unidad motora consta de una neurona motora y de todas las células del músculo esquelético que inerva y estimula, cuyo número oscila entre 3 y 2000 células. De promedio, una neurona contacta con 150 células musculares al unísono.
- Vasos sanguíneos → proporcionan nutrientes y oxígeno y retiran los desechos. Cada fibra muscular se encuentra en estrecho contacto con uno o dos capilares.

4.4 MIOCITOS.

Las células musculares, también llamadas miocitos o fibras musculares, se caracterizan por:

- Ser largas: 10-30 cms de longitud.
- Ser cilíndricas: de 10 a 100 μm de diámetro,
- Ser multinucleadas: tienen unos 100 núcleos periféricos.
- No se dividen.



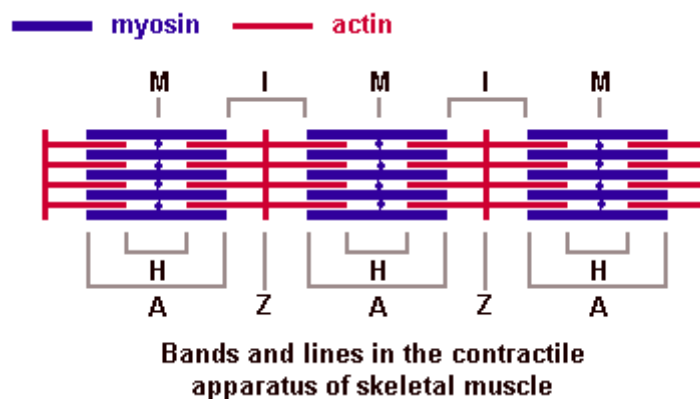
Estas células constan de una membrana celular denominada sarcolema, y de un citoplasma denominado sarcoplasma.

El sarcolema es la membrana celular de las células musculares. Es una membrana semipermeable y lipídica al igual que el resto de membranas de células eucariotas, sin embargo, ésta tiene la particularidad de que se invagina en forma de trabéculas hacia el interior de la célula a través del sarcoplasma. A dichas invaginaciones tubulares se les conoce como túbulos T, los cuales, en asociación con el retículo sarcoplásmico (retículo endoplasmático liso), contribuyen a la propagación del potencial eléctrico que produce la contracción de la fibra muscular que permite la excitabilidad del músculo.

El sarcoplasma es el citoplasma celular de las células musculares, y contiene:

- gran cantidad de glucógeno para la producción de energía (ATP).
- mioglobina, proteína de color rojo que transporta oxígeno a las mitocondrias.
- gran número de las mitocondrias, en filas por toda la célula.
- varios cientos de filamentos diminutos llamados miofibrillas. Las miofibrillas a su vez están formadas por filamentos todavía más finos denominados miofilamentos, constituidos por proteínas contráctiles. Hay dos tipos de proteínas contráctiles y, por tanto, dos tipos de miofilamentos, unos son de miosina y otros de actina.
- cada miofibrilla está rodeada de retículo sarcoplásmico (RS). El RS es un sistema de sacos tubulares similares al retículo endoplasmático liso (REL) de las células no musculares que almacena Ca^{2+} en los músculos relajados. La liberación de Ca^{2+} desencadena la contracción muscular.

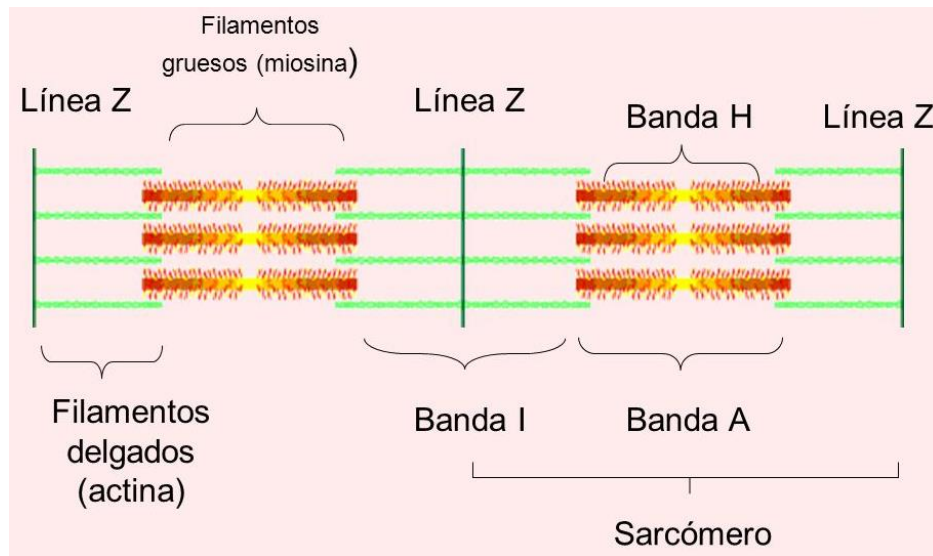
Las miofibrillas se encuentran perfectamente alineadas en paralelo formando bandas alternas claras (I; sólo hay actina) y oscuras (A; hay actina y miosina) lo que proporciona a la célula muscular una apariencia rayada o estriada.



La banda I tiene una interrupción en el centro, una zona más oscura denominada disco Z donde se anclan los miofilamentos de actina.

La banda A tiene una zona central más clara llamada zona H cuya línea media M contiene unas pequeñas varas de proteínas que mantienen unidos los miofilamentos de miosina.

Se llama sarcómero a una unidad formada por una banda A situada en posición central con dos medias bandas I laterales que llegan hasta el respectivo disco Z.



4.5 ¿CÓMO SE CONTROLA EL SISTEMA MUSCULAR?

Cada persona sabe en todo momento la posición de su cuerpo y es capaz de conocer y controlar todos los movimientos que realiza; es decir, cada persona siente su cuerpo en conjunto y en cada una de sus partes. Este "*sentido del cuerpo*" depende de tres elementos:

- la vista,
- el sistema o aparato vestibular del oído interno (relacionado con la percepción del equilibrio y la posición corporal)
- y el sistema propioceptivo constituido por un conjunto de receptores articulares y musculares distribuidos por todo el organismo que miden el estado de tensión y grado de estiramiento de los músculos, tendones y ligamentos. Éste es muy importante ya que es el sistema mediante el cual el cerebro recibe la información sobre la posición y el movimiento de las partes del cuerpo entre sí y en relación a su base de soporte. Si por alguna razón el sistema propioceptivo fallase esa persona sería incapaz de saber donde tiene los brazos o las piernas, no sabría cómo moverse, se desmoronaría...

Los tres elementos operan a la vez y son coordinados por el sistema nervioso central. En la coordinación intervienen varias zonas del sistema nervioso: médula espinal, núcleos motores del encéfalo, cerebelo, corteza motora cerebral...

Podemos mantener los huesos y músculos en una posición dada, sin movimiento, o la cabeza en posición vertical sin esfuerzo prácticamente y mantendríamos la postura corporal a pesar de no haber movimiento ni esfuerzos musculares. Esto es debido a que se mantiene el denominado tono muscular.

Se conoce como tono muscular al estado permanente de contracción parcial, pasiva y continua de los músculos. Se trata del estado de reposo de los músculos que ayuda a mantener la postura corporal acorde para cada movimiento. La explicación es que existen un pequeño número de unidades motoras que sufren una contracción automática por parte del SNC. Alternativamente se activan e inactivan los miocitos en un patrón constante de cambio. Los bebés van controlando paulatinamente su tono muscular a partir del primer año, y alrededor de los 8 y 10 años controlan totalmente la postura corporal. Si se destruye la inervación de un músculo, por ejemplo en un accidente, sus fibras musculares ya no son estimuladas, el músculo pierde el tono y se vuelve flácido.

4.6 COORDINACIÓN ENTRE MÚSCULOS.

La ley de acción y reacción (3º ley del movimiento de Newton) dice que en cualquier interacción hay un par de fuerzas de acción y reacción situadas en la misma dirección con igual magnitud y sentidos opuestos.

Si aplicamos esta ley al movimiento muscular vemos que los músculos se contraen y relajan en grupo. El movimiento de una determinada parte del cuerpo es el resultado de varios músculos que trabajan coordinados al unísono. Los músculos actúan según sean sus zonas de fijación o inserción, pero no actúan solos, sino de forma conjunta. En un grupo muscular hay un músculo que inicia el movimiento, pero inmediatamente se contraen otros que reciben el nombre de sinérgicos. Estos músculos sinérgicos modulan la actividad del músculo que ha iniciado el movimiento, reforzándola o evitando que se produzcan interferencias de otros movimientos adicionales. Existen también los músculos antagonistas, cuyo papel es decisivo en el control que requiere la precisión de ciertos movimientos.

Así, tenemos:

- Agonista, motor primario o protagonista: músculo que se contrae para causar la acción deseada.
- Antagonista: músculo con movimiento opuesto al agonista. Los antagonistas actúan facilitando, controlando y regulando la acción del músculo agonista.
- Sinérgico: músculos que colaboran indirectamente con el agonista; modulan la actividad, reforzándola o evitando que se produzcan interferencias de otros movimientos adicionales por ejemplo serían los músculos que se contraen para estabilizar articulaciones cercanas.

También se puede destacar el papel de los denominados:

- Fijadores o estabilizadores: Estos músculos se contraen para inmovilizar articulaciones vecinas a efectos de permitir la acción de los músculos protagonistas. Generalmente cuando un músculo se contrae tiende a tirar de sus dos extremos (origen e inserción), los músculos fijadores actúan para afirmar el segmento que sirve de origen, de modo que el movimiento se produzca en el punto de inserción.

4.7 VENTAJAS DEL EJERCICIO FÍSICO,

El entrenamiento adecuado tiene como finalidad la mejora de la calidad del movimiento y el mantenimiento de la salud.

- Disminuye el riesgo de desarrollar cáncer. Investigaciones recientes han revelado que una falta de ejercicio físico incrementa el peligro de desarrollar algunos tipos de cáncer, como por ej. cáncer de colon.
- Combate la ansiedad y la depresión ya que el ejercicio aumenta la autoestima, te hace sentir mejor y más relajado.
- Ayuda a dormir mejor. La actividad física proporciona un sueño profundo, siempre y cuando se espere un lapso de tiempo de una hora, desde que se termina el ejercicio hasta al acostarse a dormir.
- Alivia los dolores menstruales. Algunas mujeres han confirmado que el ejercicio reduce los síntomas premenstruales y los dolores durante la menstruación.
- También se sabe que la esperanza media de vida de aquellas personas que practican algún tipo de ejercicio físico moderado con asiduidad es mayor que la de las inactivas.

En resumen, hacer ejercicio mejora la calidad de vida e incrementa la sensación de bienestar. Estos beneficios pueden ser permanentes o temporales, en función de la regularidad y de la intensidad de los ejercicios. El ejercicio regular aumenta el tamaño, la fuerza y la resistencia de los músculos. No obstante, no todos los tipos de ejercicio producen los mismos efectos; de hecho, existen importantes diferencias según el tipo de ejercicio.

Los ejercicios de tipo aeróbico o de entrenamiento, como los de una clase de aeróbic, hacer *footing* o montar en bicicleta, dan como resultado músculos más flexibles y más fuertes con una mayor resistencia a la fatiga. Estos cambios se deben, al menos parcialmente, a que el suministro de sangre al músculo aumenta y las células musculares forman más mitocondrias y almacenan más oxígeno. Pero no hace que el tamaño de los músculos aumente demasiado, a pesar de que el ejercicio se realice durante horas. Además, el ejercicio aeróbico tiene otros muchos beneficios:

- El tamaño del corazón aumenta (se hipertrofia), de forma que se bombea más sangre con cada latido.
- Los pulmones se vuelven más eficientes en el intercambio de gases.
- En general, el metabolismo de todo el cuerpo se vuelve más eficiente.
- Mejora la digestión y la eliminación de desechos.
- Mejora la coordinación neuromuscular y fortalece el esqueleto. Un ejercicio moderado regular fortalece los huesos, incrementando su contenido en minerales y, consecuentemente, reduciendo el riesgo de desarrollar osteoporosis.
- Alivia los dolores de espalda. Las actividades deportivas que activan los músculos abdominales y de la columna vertebral mejoran la postura y previenen los dolores de espalda.
- En las paredes de los vasos sanguíneos se deposita menos grasa. De hecho previene la obesidad y hay menos probabilidad de contraer enfermedades tales como la diabetes y diversos trastornos cardíacos.

Los ejercicios de resistencia o isométricos sí que permiten aumentar el tamaño de los músculos. Los llamativos músculos de los culturistas o levantadores de pesas profesionales son resultado de este tipo de ejercicio, en los cuales los músculos se oponen a algunos objetos inmóviles (o casi inmóviles). Los ejercicios de resistencia requieren poco tiempo y muy poco o ningún equipamiento. La finalidad es aumentar la fuerza muscular, y el proceso es principalmente anaeróbico.

El aumento en el tamaño y la fuerza muscular que resulta se debe principalmente a la ampliación de las células musculares más que a un incremento en el número de ellas. Las células aumentan de grosor e incrementan su capacidad de almacenar glucógeno, el combustible de las células musculares. Asimismo, también aumenta la cantidad de tejido conjuntivo que refuerza los músculos.

Dado que los ejercicios aeróbicos y de resistencia producen diferentes patrones de respuesta muscular, resulta importante conocer cuáles son los objetivos que queremos alcanzar. Obviamente, el mejor programa de ejercicio para la mayoría de la gente es el que incluya ambos.

La masa muscular se modifica a medida que envejecemos, la cantidad de tejido conectivo en los músculos aumenta, mientras que la cantidad de tejido muscular disminuye. Por tanto, con el paso de los años los músculos se vuelven más fibrosos.

4.8 LESIONES MÁS FRECUENTES.

En algunas ocasiones la práctica de ejercicio físico conlleva riesgos para la salud pues provoca lesiones en el sujeto que la práctica. De acuerdo con lo que vimos al hablar de músculos trabajando de forma sinérgica o coordinada, se deduce que se produce una lesión cuando el juego de agonista-antagonista de alguna forma falla o queda descoordinado debido a la fatiga. Para evitar las lesiones se deben respetar algunas pautas de actuación ya que siempre es mejor prevenir que sufrir una lesión deportiva.

Los factores preventivos consisten en:

- preparación física adecuada según el tipo de actividad a realizar ,
- calentamiento previo y adecuado según la actividad,
- equipación adecuada (calzado, ropa, protectores, etc.),
- chequeos regulares de salud con análisis y controles médicos,
- vida saludable (alimentación equilibrada, evitar sustancias nocivas, descansar, etc.),
- parar inmediatamente ante cualquier síntoma de dolor o fatiga.

Luxación o dislocación

Se separan los huesos del lugar donde se encuentran en la articulación. El hueso dislocado ya no está en su posición normal. La dislocación también puede causar daño a ligamentos y nervios. Generalmente es causada por un impacto súbito a la articulación y con frecuencia se presenta después de un

golpe, una caída u otro trauma. Las articulaciones más afectadas por dislocaciones son el hombro, cadera, rodilla y tobillo.



Esguinces

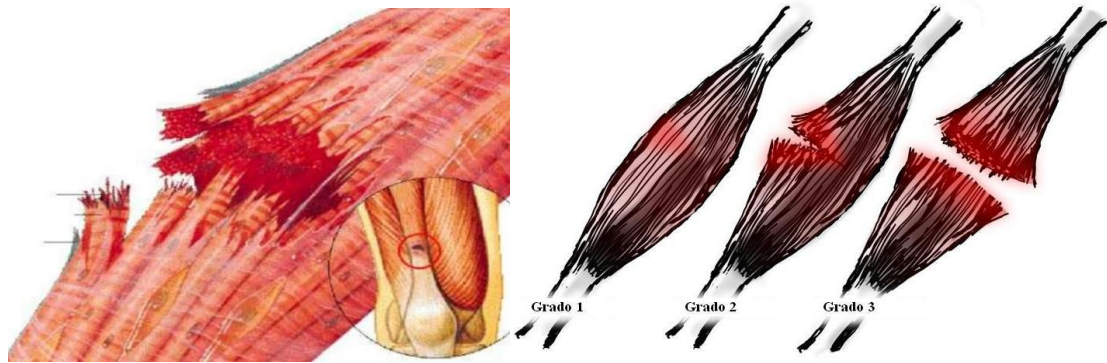
Es una lesión de ligamentos debido a distensión, estiramiento excesivo, torsión o rasgadura. Se produce una rápida inflamación, dolor e impotencia funcional. El daño va desde un sobreestiramiento del tejido conjuntivo a su rotura parcial o rotura total. En caso de rotura total es necesaria la intervención quirúrgica. Los más frecuentes son de tobillo, rodilla, codo, muñeca, pulgar, y cuello.



Desgarro muscular

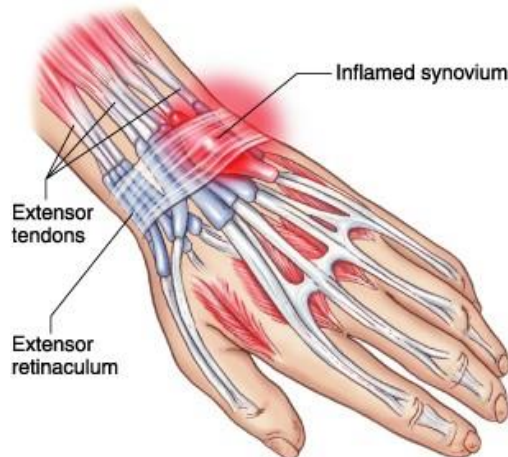
Es una lesión del tejido muscular acompañada de hemorragia provocada por la rotura de los vasos sanguíneos que recorren el músculo afectado, provocando un dolor muy intenso que impide contraerlo. Sucede por una superelongación (exceder al músculo más allá de su capacidad de estiramiento), por una contracción brusca (veloz), o por realizar un esfuerzo superior a la capacidad biológica de resistencia a la tensión. Puede ser parcial si afecta a algunas fibras de un músculo o total si afecta a la mayoría o la

totalidad. Los desgarros más frecuentes son de la cara interna del muslo (aductor) y gemelos.



Tendinitis

Es la inflamación del tendón y los tejidos conectivos asociados en ciertas articulaciones. El dolor va asociado con el movimiento. El origen es un trauma, tensión, ejercicio excesivo o mala postura del tendón. Muñecas, codos las rodillas, los talones y hombros son comúnmente afectados.



Contractura muscular

Es la contracción continuada e involuntaria del músculo o algunas de sus fibras. Suele aparecer cuando dicho músculo realiza una actividad inapropiada en intensidad o en función. Las contracturas pueden aparecer en el momento de realizar el ejercicio o al finalizarlo. Son consecuencia de una fatiga excesiva del músculo. Son frecuentes en la espalda brazos y piernas.



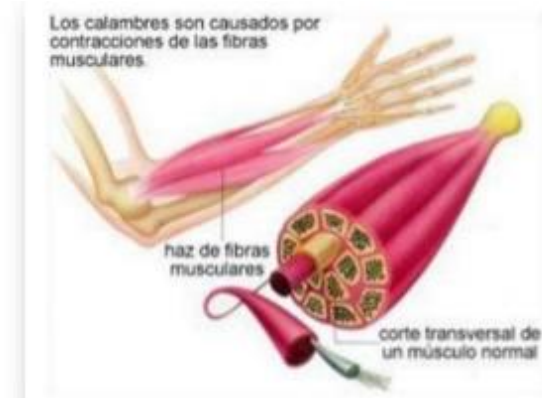
Espasmo muscular

Es la contracción involuntaria y súbita de un músculo o grupo de músculos. Aparecen en situaciones de fatiga extraordinaria de un músculo, por un enfriamiento rápido o por una postura anómala. Determinadas sustancias químicas o pérdida de sales también pueden causar espasmos.

No está claro el motivo de esta dolencia, como posibilidades se contemplan la producción de ácido láctico, un desequilibrio de sales en la miofibrilla (especialmente Mg) y la fatiga de neuronas motoras y de neuronas inhibitoras del músculo antagonista.

Un calambre es la contracción involuntaria y dolorosa de un músculo o un grupo muscular.

Los calambres musculares se presentan cuando un músculo se tensa (contrae) sin que uno trate de hacerlo.



4.9 GRUPOS MUSCULARES DEL CUERPO HUMANO.



GRAN GRUPO MUSCULAR	GRUPO MUSCULAR	MÚSCULO	UBICACIÓN	FUNCIÓN
EXTREMIDADES SUPERIORES	BRAZO	BÍCEPS	CARA ANTERIOR	FLEXOR
		TRÍCEPS	CARA POSTERIOR	EXTENSOR
		ANTEBRAZOS	BRAZOS	EXTENSOR
	HOMBRO	DELTOIDES	TODO EL HOMBRO	ADUCTOR Y ABDUCTOR
TRONCO	TRONCO POSTERIOR	TRAPECIO	ESPALDA SUPERIOR	TENSOR
		DORSAL ANCHO	ESPALDA MEDIA E INFERIOR	TENSOR
	TRONCO ANTERIOR	PECTORALES	PECHO	TENSOR
		ABDOMINALES	ABDOMEN	FLEXOR Y TENSOR
		SERRATO	INTERCOSTAL	TENSOR
		OBLICUOS	INTERCOSTAL	TENSOR
EXTREMIDADES INFERIORES	CADERA	FASCIA LATA	CARA ANTERIOR	FLEXOR
		GLÚTEOS	CARA POSTERIOR	EXTENSOR Y ABDUCTOR
	MUSLO	CUÁDRICEPS	CARA ANTERIOR	EXTENSOR
		ADUCTOR	CARA INTERNA	ADUCTOR
		ISQUIOTIBIALES	CARA POSTERIOR	FLEXOR
	PIERNA	GEMELOS	CARA POSTERIOR	EXTENSOR

Flexor: Que produce un movimiento de flexión.

Extensor: Que tiene la función de extender un miembro u órgano del cuerpo

Aductor: Que permite efectuar movimientos requeridos para acercar un miembro u órgano al eje central del cuerpo.

Abductor: Que permite efectuar movimientos requeridos para separar un miembro u órgano del eje central del cuerpo.

Tensor: Que produce un movimiento de tensión.